



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES, SOCIALES Y DE LAS MATEMÁTICAS

TRABAJO FIN DE GRADO:

**INTEGRACIÓN DEL *CODE & GO ROBOT*
MOUSE EN EL DESARROLLO DEL
PENSAMIENTO MATEMÁTICO DE LOS
NIÑOS: UNA EXPERIENCIA REAL DE AULA**

Presentado por **Marta Cobo Susperregui** para optar al Título de
Grado de Educación Infantil por la Universidad de Valladolid

Tutelado por: **María Luisa Novo Martín**

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado expone la posibilidad de llevar a cabo una enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la etapa de Educación Infantil mediante el uso del juego y la robótica educativa. A través de una experiencia real con alumnos de 4 años se muestra cómo introducir en el aula los robots, concretamente el '*Code & Go Robot Mouse*', presentando una propuesta metodológica con diversas actividades cuyo objetivo principal es favorecer el desarrollo del pensamiento lógico matemático infantil. Previamente ha sido necesario considerar las teorías expuestas en el apartado de la fundamentación teórica.

La introducción y uso de este elemento tecnológico e innovador en el aula da lugar a una mayor motivación por parte del alumnado, quien desarrolla el pensamiento computacional a la vez que se divierte y disfruta de su propio aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: matemáticas, Educación Infantil, robótica educativa, innovación, pensamiento computacional.

ABSTRACT

This Final Degree Paper presents the possibility of carrying out a teaching-learning of mathematics in the Infant Education stage through the use of games and educational robotics. Through a real experience with 4-year-old students it is shown how to introduce robots in the classroom, specifically the '*Code & Go Robot Mouse*', presenting a methodological proposal with various activities whose main objective is to promote the development of mathematical logical thinking in children. It has previously been necessary to consider the theories set out in the section of the theoretical basis.

The introduction and use of this technological and innovative element in the classroom leads to a greater motivation of the students, who develop computational thinking while having fun and enjoying their own learning.

KEYWORDS: mathematics, Childhood Education, educational robotics, innovation, computational thinking.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	2
1.1. JUSTIFICACIÓN	2
1.2. OBJETIVOS.....	7
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.1. LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ETAPA DE EDUCACIÓN INFANTIL	8
2.1.1. ¿Cómo enseñar matemáticas en Educación Infantil?	9
2.1.2. Los contextos.....	10
2.1.3. Educación Matemática Realista (EMR).....	11
2.1.4. El papel relevante del material	13
2.1.5. Los trayectos y la orientación espacial	15
2.1.6. El juego como estrategia didáctica	17
2.2. LAS MATEMÁTICAS Y LA ROBÓTICA EDUCATIVA. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS.....	19
2.2.1. Concepto de robótica educativa.....	19
2.2.2. Pensamiento computacional y STEAM.....	20
2.2.3. Tipos de robots educativos.....	24
2.2.4. Code & Go Robot Mouse.....	28
CAPÍTULO 3: PROPUESTA METODOLÓGICA.....	31
3.1. CONTEXTO.....	31
3.2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	31

3.3.	PROPUESTA DE ACTIVIDADES	32
3.3.1.	Actividad 1: ¡Tenemos visita!	33
3.3.2.	Actividad 2: ¿A dónde querrá ir?	36
3.3.3.	Actividad 3: ¿Cuál es mayor?	38
3.3.4.	Actividad 4: ¿Qué hay en el estudio?	41
3.3.5.	Actividad 5: ¡Entramos en el taller de Picasso!	45
3.4.	EVALUACIÓN.....	50
 CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES		52
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		54
 ANEXOS		59
	ANEXO I: RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL ALUMNADO.....	59
	ANEXO II: RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN.....	61

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se expone la memoria del Trabajo de Fin de Grado, titulado: “Integración del *Code & Go Robot Mouse* en el desarrollo del pensamiento matemático de los niños: una experiencia real de aula”, que ha sido elaborado por Marta Cobo Susperregui y tutelado por María Luisa Novo Martín, para optar al Título de Grado en Educación Infantil por la Universidad de Valladolid.

Se pretende demostrar, tanto en el marco teórico como en la experiencia práctica, las oportunidades educativas que ofrecen las nuevas tecnologías, la robótica y más concretamente el *Code & Go Robot Mouse*, en el desarrollo del pensamiento matemático en los niños y las niñas¹ del Segundo Ciclo de Educación Infantil.

El trabajo se ha estructurado en cuatro capítulos. En el primer capítulo se presentan los objetivos a conseguir con el presente Trabajo Fin de Grado, seguido de los motivos que han conducido a la elección de este tema para la realización del mismo.

En el segundo capítulo se expone la fundamentación teórica, en la que se incluyen todos los estudios encontrados que sustentan la propuesta metodológica. Se explicitan las relaciones de la educación matemática en el segundo ciclo de Educación Infantil con la robótica en la escuela, centrandó la atención en el *Code & Go Robot Mouse*.

En el tercer capítulo se presenta la propuesta didáctica realizada con 25 alumnos de entre 4 y 5 años en el Colegio Ntra. Sra. De Lourdes de Valladolid. Aquí se exponen las tareas efectuadas, así como la metodología seguida y su consecuente evaluación, basándonos en los aspectos teóricos previamente citados en el capítulo anterior.

En el cuarto capítulo se encuentran las conclusiones y reflexiones a las que se ha llegado mediante la realización del presente trabajo y la puesta en práctica de las actividades planteadas.

Por último, cabe especificar que el reglamento sobre la elaboración y evaluación del Trabajo Fin de Grado se adecúa a las disposiciones de la RESOLUCIÓN, del 11 de abril de 2013, (BOCyL nº 78 de 25/04/2013, pp. 27266-27273).

¹ A lo largo del presente Trabajo Fin de Grado se utilizará el masculino genérico, con el objetivo de facilitar la fluidez de la lectura; incluyendo con su uso tanto al género femenino como al masculino.

CAPÍTULO 1: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1.1. JUSTIFICACIÓN

Las matemáticas están presentes en la vida de los niños desde que nacen, sin embargo, ellos no son conscientes de este hecho; cuando ordenan elementos, cuando dicen su edad, cuando hacen clasificaciones, cuando se pesan o miden... están “haciendo matemáticas” (Canals, 2001) pero muchas personas creen que estas solo se trabajan en el colegio haciendo ejercicios específicos sobre geometría, números, lógica, etc.

Además, en la sociedad actual existe un cierto rechazo hacia las matemáticas ya que, por lo general, los profesores no han transmitido a los alumnos gusto por esta ciencia. En numerosas ocasiones las clases se han limitado a realizar ejercicios o aprender conceptos de memoria, sin llegar a explicar realmente la finalidad de estos procesos o su aplicación en la vida cotidiana.

Los maestros de infantil, por su parte, han de intentar que se cambie esta concepción actual existente alrededor de las matemáticas. En su mano está que los niños adquieran gusto por las mismas desde las primeras edades, y para esto se pueden utilizar diversas metodologías y recursos atractivos para el alumnado, partiendo de su entorno cercano siempre que sea posible, para así lograr aprendizajes más significativos.

En el DECRETO 122/2007 del B.O.C. y L., de 27 de diciembre, por el que se establece el currículo del segundo ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad de Castilla y León se indica que en la etapa de Educación Infantil, más que en cualquier otra, el desarrollo y el aprendizaje son procesos dinámicos que tienen lugar como consecuencia de la interacción con el entorno.

En el artículo 5 se tratan las áreas a través de las cuales se establecen los aprendizajes del segundo ciclo. Estas áreas guardan una estrecha relación entre ellas debido al carácter globalizador del ciclo, y parte de los contenidos de cada una de ellas adquieren sentido desde la perspectiva de las otras dos:

1. De acuerdo con lo establecido en el artículo 6 del Real Decreto 1630/2006, el currículo del segundo ciclo de la Educación Infantil se organiza en las siguientes áreas:
 - a. Conocimiento de sí mismo y autonomía personal.
 - b. Conocimiento del entorno.

c. Lenguajes: Comunicación y representación

2. Las áreas deberán concebirse con un criterio de globalidad y de mutua dependencia, y se abordarán por medio de actividades globalizadas que tengan interés y significado para los niños.
4. Se fomentará una primera aproximación a la lectura y a la escritura, así como experiencias de iniciación temprana en habilidades numéricas básicas, en las tecnologías de la información y la comunicación y en la expresión visual y musical.
5. Los métodos de trabajo se basarán en las experiencias, las actividades y el juego y se aplicarán en un ambiente de afecto y confianza, para potenciar su autoestima e integración social (pp. 6-7).

Según indica el anterior decreto, así como otros autores entre los que se encuentra Alsina (2001), las matemáticas han de abordarse de manera globalizada, teniendo relación tanto con los diversos bloques de contenidos dentro de esta ciencia como con las otras áreas del currículo. De igual manera, la enseñanza de las matemáticas, y más en estas edades tempranas, ha de mantener relación con los contextos del día a día de los alumnos, con el fin de que estos logren ver su importancia, utilidad y función en nuestra vida; y en edades posteriores no exista el rechazo generalizado hacia ellas que hay hoy en día.

En el segundo ciclo de Educación Infantil numerosos docentes siguen una metodología en el aula que hace que los alumnos aprendan sobre matemáticas únicamente mediante la realización de fichas, lo cual puede resultar aburrido y nada significativo para ellos. Considero que los alumnos deberían poder adquirir contenidos matemáticos y crear relaciones entre ellos mediante la observación, manipulación, experimentación y el juego, para ir descubriendo y comprendiendo poco a poco el mundo que les rodea.

Se ha realizado este trabajo con el fin de comprobar y demostrar si es posible cambiar esa forma de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el aula; logrando una mayor atención e interés de los alumnos, así como una mayor comprensión de los contenidos.

El presente Trabajo De fin de Grado “Integración del *Code & Go Robot Mouse* en el desarrollo del pensamiento matemático de los niños: una experiencia real de aula” hace referencia a la Memoria de Plan de Estudios del Título de Grado en Maestro de Educación Infantil UVA, Versión 5, 13/06/2011. De igual manera se relaciona con el desarrollo de competencias, tanto generales como específicas, consideradas esenciales para la obtención del

Título de Grado en Educación Infantil correspondientes al Real Decreto 861/2010 de 2 de julio, que modifica el Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre. Dichas competencias son:

Competencias generales, dentro del Plan de Estudios del título de Graduado/a en Educación Infantil, Versión 5 (13/06/2011):

1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio –la Educación- que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
 - b. Características psicológicas, sociológicas y pedagógicas, de carácter fundamental, del alumnado en las distintas etapas y enseñanzas del sistema educativo.
 - d. Principios y procedimientos empleados en la práctica educativa.
- c. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio -la Educación-.
 - a. Ser capaz de reconocer, planificar, llevar a cabo y valorar buenas prácticas de enseñanza-aprendizaje.
4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
 - a. Habilidades de comunicación oral y escrita en el nivel C1 en Lengua Castellana, de acuerdo con el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.
 - d. Habilidades interpersonales, asociadas a la capacidad de relación con otras personas y de trabajo en grupo.
5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
 - d. La capacidad para iniciarse en actividades de investigación.
 - e. El fomento del espíritu de iniciativa y de una actitud de innovación y creatividad en el ejercicio de su profesión.
6. Desarrollo de un compromiso ético en su configuración como profesional, compromiso que debe potenciar la idea de educación integral, con actitudes críticas y responsables; garantizando la igualdad efectiva de mujeres y hombres, la igualdad de

oportunidades, la accesibilidad universal de las personas con discapacidad y los valores propios de una cultura de la paz y de los valores democráticos.

- e. El desarrollo de la capacidad de analizar críticamente y reflexionar sobre la necesidad de eliminar toda forma de discriminación, directa o indirecta, en particular la discriminación racial, la discriminación contra la mujer, la derivada de la orientación sexual o la causada por una discapacidad (pp. 17-18).

Competencias específicas, dentro del Plan de Estudios del título de Graduado/a en Educación Infantil, Versión 5 (13/06/2011):

De formación básica:

1. Comprender los procesos educativos y de aprendizaje en el periodo 0-6, en el contexto familiar, social y escolar.
2. Conocer los desarrollos de la psicología evolutiva de la infancia en los periodos 0-3 y 3-6.
4. Capacidad para saber promover la adquisición de hábitos en torno a la autonomía, la libertad, la curiosidad, la observación, la experimentación, la imitación, la aceptación de normas y de límites, el juego simbólico y heurístico.
9. Adquirir recursos para favorecer la integración educativa de estudiantes con dificultades.
15. Capacidad para analizar e incorporar de forma crítica el impacto social y educativo de los lenguajes audiovisuales y de las pantallas, así como las implicaciones educativas de las tecnologías de la información y la comunicación y, en particular, de la televisión en la primera infancia.
21. Comprender las complejas interacciones entre la educación y sus contextos, y las relaciones con otras disciplinas y profesiones.
36. Capacidad para comprender que la observación sistemática es un instrumento básico para poder reflexionar sobre la práctica y la realidad, así como contribuir a la innovación y a la mejora en Educación Infantil.
40. Saber observar sistemáticamente contextos de aprendizaje y convivencia y saber reflexionar sobre ellos (pp. 19-21).

Didáctico disciplinar:

1. Conocer los fundamentos científicos, matemáticos y tecnológicos del currículo de esta etapa, así como las teorías sobre la adquisición y desarrollo de los aprendizajes correspondientes.
4. Ser capaz de promover el desarrollo del pensamiento matemático y de la representación numérica.
5. Ser capaces de aplicar estrategias didácticas para desarrollar representaciones numéricas y nociones espaciales, geométricas y de desarrollo lógico.
6. Comprender las matemáticas como conocimiento sociocultural.
7. Conocer las estrategias metodológicas para desarrollar nociones espaciales, geométricas y de desarrollo del pensamiento lógico.
13. Ser capaces de realizar experiencias con las tecnologías de la información y comunicación y aplicarlas didácticamente.
34. Ser capaces de promover la sensibilidad relativa a la expresión plástica y a la creación artística (pp. 21-22).

Practicum y Trabajo Fin de Grado:

1. Adquirir conocimiento práctico del aula y de la gestión de la misma.
2. Ser capaces de aplicar los procesos de interacción y comunicación en el aula, así como dominar las destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar un clima que facilite el aprendizaje y la convivencia.
3. Tutorizar y hacer el seguimiento del proceso educativo y, en particular, de enseñanza y aprendizaje mediante el dominio de técnicas y estrategias necesarias.
4. Ser capaces de relacionar teoría y práctica con la realidad del aula y centro.
5. Participar en la actividad docente y aprender a saber hacer, actuando y reflexionando desde la práctica, con la perspectiva de innovar y mejorar la labor docente.
6. Participar en las propuestas de mejora en los distintos ámbitos de actuación que un centro pueda ofrecer.
7. Ser capaces de regular los procesos de interacción y comunicación en grupos de alumnos de 3-6 años.

8. Ser capaces de colaborar con los distintos sectores de la comunidad educativa y del entorno social.
9. Adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y cooperativo y promoverlo en el alumnado (p. 22).

1.2. OBJETIVOS

Por medio de la elaboración del presente Trabajo de Fin de Grado, se plantean los siguientes objetivos que se pretenden alcanzar mediante su realización y puesta en práctica de las diversas actividades de aula:

- Conocer las etapas que intervienen en el aprendizaje de las matemáticas.
- Conocer diferentes metodologías para la enseñanza de las matemáticas.
- Alcanzar una noción teórico-práctica sobre el contexto de aula para poder conocer con precisión los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Reconocer la educación matemática como un proceso en movimiento, que comporta la reflexión constante sobre el papel del docente en la escuela para poder encontrar los puntos fuertes y débiles de su actividad.
- Investigar acerca de los diversos recursos tecnológicos y robóticos disponibles en la actualidad para trabajar en las aulas de Educación Infantil.
- Iniciar al alumnado en el cálculo a través de un robot móvil.
- Introducir al alumnado en entornos de programación.
- Diseñar, planificar y llevar a cabo una propuesta educativa para desarrollar el pensamiento matemático en alumnos de Educación Infantil mediante la introducción de la robótica en el aula.
- Demostrar que la robótica puede ser un buen elemento educativo y motivador para enseñar diversos ámbitos matemáticos en Educación Infantil.
- Ayudar al alumnado a desarrollar su sentido de orientación en el espacio.
- Ayudar al alumnado a desarrollar su pensamiento lógico-matemático.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ETAPA DE EDUCACIÓN INFANTIL

Tomando como referencia el artículo 4 de la ORDEN ECI/3960/2007, de 19 de diciembre, por el que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Infantil, encontramos que los objetivos o capacidades que se pretende que los niños desarrollen en esta etapa educativa son las siguientes:

- a) Conocer su propio cuerpo y el de los otros, sus posibilidades de acción y aprender a respetar las diferencias.
- b) Observar y explorar su entorno familiar, natural y social. Conocer y apreciar algunas de sus características y costumbres y participar activamente, de forma gradual, en actividades sociales y culturales del entorno.
- c) Adquirir progresivamente autonomía en sus actividades habituales.
- d) Desarrollar sus capacidades afectivas.
- e) Relacionarse con los demás y adquirir progresivamente pautas elementales de convivencia y relación social, así como ejercitarse en la resolución pacífica de conflictos.
- f) Desarrollar habilidades comunicativas en diferentes lenguajes y formas de expresión.
- g) Iniciarse en las habilidades lógico-matemáticas, en la lecto-escritura y en el movimiento, el gesto y el ritmo (p.1017).

Entre los siete objetivos que se mencionan, solo uno de ellos, el último, menciona las habilidades lógico-matemáticas.

A pesar de este hecho, y dado que, según el DECRETO 122/2007, de 27 de diciembre, las tres áreas en las que se organiza el currículo en el segundo ciclo de Educación Infantil han de concebirse como ámbitos de actuación, con un criterio de globalidad y de mutua dependencia, las matemáticas pueden tratarse y estar presentes en contenidos de las diferentes áreas; por ejemplo:

- Área 1: Conocimiento de sí mismo y autonomía personal.
 - ✓ Pueden trabajarse las matemáticas al examinar los cambios físicos que ha experimentado el cuerpo de los alumnos con el paso del tiempo (estatura, peso...).

- Área 2: Conocimiento del entorno.
 - ✓ Pueden trabajarse las matemáticas al explorar las propiedades de los elementos de su alrededor (color, forma, tamaño, cantidad...).
- Área 3: Lenguajes: Comunicación y representación.
 - ✓ Pueden trabajarse las matemáticas al relacionar símbolos y nombres, al adquirir nuevos códigos, al conocer las cantidades y ser capaces de representarlas mediante números.

Dado que las matemáticas aparecen, aunque no se indique explícitamente, en todas las áreas del currículo del segundo ciclo de Educación Infantil, y que consecuentemente pueden estar muy presentes en el día a día en la escuela, nos surge una pregunta: ¿cómo deben enseñarse en esta etapa educativa?

2.1.1. ¿Cómo enseñar matemáticas en Educación Infantil?

Alsina (2010), con el fin de explicar gráficamente los diferentes contextos de aprendizaje, toma la Pirámide de la alimentación saludable y la convierte en la Pirámide de la educación matemática.



Figura 1. Pirámide de la educación matemática (Alsina, 2010, p.14)

La pirámide alimenticia (SENC) indica, mediante un gráfico, los tipos de alimentos que debemos comer con mayor o menor frecuencia para mantener una alimentación saludable, sin descartar ninguno de ellos.

Por su parte, la pirámide de la educación matemática diseñada por Alsina, busca representar los diferentes contextos posibles para desarrollar el pensamiento matemático, indicando la frecuencia de uso que él considera más recomendable, sin llegar a descartar ninguno de esos contextos.

Según este autor, los alumnos deberían poder desarrollar la capacidad matemática la mayoría de las veces mediante situaciones cotidianas, con problemas que surgen a lo largo de su día a día, mediante la matematización del entorno y las vivencias con el propio cuerpo, para lograr así aprendizajes más significativos. Además, indica que lo que menos se debe usar en las primeras edades para el aprendizaje de las matemáticas son los libros.

Actualmente, sin embargo, en muchos centros escolares parece que los educadores hubiesen dado la vuelta a la pirámide, ya que los alumnos trabajan mediante cuadernos de fichas y en limitadas ocasiones utilizan materiales manipulativos, situaciones reales o juegos; llegando así, como afirma Alsina (2010), a aprendizajes menos significativos de lo que deberían, desmotivación, falta de comprensión... dando lugar a una escasa competencia matemática.

Además, siguiendo a Carbó y Gràcia (2004), no basta con aprender conceptos, las matemáticas han de tener una serie de rasgos que ayuden a comprender todo lo que nos rodea:

- Han de ayudar a construir la mente de los niños, dando importancia a la lógica, las habilidades de síntesis y las ordenaciones.
- Han de tener un carácter funcional que dote a los alumnos de agilidad mental y los ayude a razonar, crear estrategias, saber usar el pensamiento más adecuado en cada momento...

2.1.2. Los contextos

Según Alsina (2011), desde el ámbito de la educación matemática, un contexto es “una situación más o menos problemática que puede ser objeto de estudio y que genera preguntas o problemas que requieren las matemáticas para contestarlas o resolverlas” (p.13).

Siguiendo esa definición, un contexto es por lo tanto un término amplio que incluye todas las actividades y situaciones significativas para los alumnos que fomentan su pensamiento

matemático. Estas situaciones permiten diferentes interpretaciones, ya que facilitan la construcción y reconstrucción de un conocimiento personal mediante la adecuación al propio contexto del alumno.

Además, como indican Planas y Alsina (2009), si los contextos tienen sentido tanto para el alumno como para el conocimiento matemático a tratar, se convierten en un factor esencial para lograr un aprendizaje significativo que permita a los alumnos utilizar lo aprendido en numerosas ocasiones diversas a lo largo de su vida y seguir aprendiendo a raíz de ello. Los contextos cobran especial relevancia cuando la enseñanza gira en torno a la resolución de problemas, para lo cual, según Polya (1990) hay que seguir cuatro pasos: comprender el problema, concebir un plan, ejecutar el plan y examinar la solución obtenida; esto lo pondrán en práctica los alumnos en la propuesta metodológica del presente Trabajo Fin de Grado.

Van Reeuwijk (1997) investigador y educador holandés del Instituto Freudenthal de la Universidad de Utrecht, sugiere cinco razones por las que se deberían utilizar contextos en la educación matemática:

- Motivan al alumnado, ayudándoles también a entender la utilidad, necesidad e importancia de las matemáticas en nuestra vida.
- Favorecen el uso de las matemáticas en la sociedad por parte de los alumnos, mientras comprenden su relevancia en etapas escolares o trabajos posteriores.
- Aumentan el interés del alumnado por las matemáticas y la ciencia.
- Despiertan la creatividad de los alumnos, y les motivan a utilizar estrategias informales y sentido común al resolver de situaciones problemáticas, por ejemplo.
- El contexto puede ser un mediador entre la situación concreta y las matemáticas abstractas.

2.1.3. Educación Matemática Realista (EMR)

El enfoque de la Educación Matemática Realista (EMR), diseñado por el matemático y educador alemán Hans Freudenthal en 1991, busca el desarrollo de la competencia matemática en contextos significativos para los alumnos, situaciones cotidianas, matematizando el entorno...

Este enfoque, según exponen Alsina (2011), Bressan (2017) y Bressan, Gallego, Pérez y Zolkower (2016), se fundamenta en seis principios básicos muy relacionados entre sí: principio de actividad, de realidad, de reinención, de niveles, de interacción y de interconexión o estructuración.

- Principio de actividad: las matemáticas han de entenderse como una actividad humana, teniendo la función de matematizar el mundo. No se ha de comenzar por el resultado, sino por la actividad misma.
- Principio de realidad: el *matematizar* ha de tener lugar en contextos reales, siendo estos tanto el entorno real como lo imaginable o razonable para los niños. El concepto “contexto real” tiene carácter relativo, ya que depende de la experiencia o capacidad de imaginarlo de los alumnos.
- Principio de reinención: “Proceso de aprendizaje que permite reconstruir el conocimiento matemático formal” (Alsina, 2011).
- Principio de niveles: La matematización es progresiva, existiendo cuatro niveles de comprensión por los que pasan los alumnos, estando ligados al uso de estrategias, modelos y lenguajes de distinta categoría cognitiva. Los niveles son dinámicos y el paso de uno a otro se realiza mediante la reflexión formada sobre las distintas actividades realizadas.
 - ✓ Situacional: Interpretación de la situación problema y estrategias en el contexto de la situación.
 - ✓ Referencial: Aparecen las representaciones, modelos gráficos, descripciones... que esquematizan el problema.
 - ✓ General: Se genera una exploración, reflexión y generalización de lo del nivel anterior.
 - ✓ Formal: Se trabaja con conceptos, procedimientos y notaciones estandarizados y convencionales.
- Principio de interacción: El aprendizaje de las matemáticas se considera una actividad social. La interacción conduce a la reflexión, y a que los alumnos consigan llegar a niveles de comprensión más elevados.
- Principio de interconexión: Es necesaria una gran interrelación entre los bloques de contenidos.

Los autores mencionados anteriormente indican que el EMR, teoría de carácter global y no general, se basa en tres ideas centrales:

- Considerar a las matemáticas como una actividad humana, siendo los niños los que deben reinventarlas, y el adulto solamente un guía en ese proceso.
- Entender que los contextos y modelos tienen una gran importancia en el desarrollo de la comprensión matemática, que pasa por varios niveles.
- El punto de partida del aprendizaje son situaciones de la vida cotidiana o problemas del contexto que necesitan ser organizadas matemáticamente. El docente ha de basarse en la historia de la matemática y en las invenciones y creaciones matemáticas espontáneas de los alumnos.

En este tipo de aprendizaje son los alumnos quienes, con la interacción, la negociación y el diálogo, junto a la mediación del maestro, construyen su propio conocimiento (Alsina, 2009).

2.1.4. El papel relevante del material

Según Alsina (2011), y según el enfoque de la Educación Matemática Realista de Freudenthal, los materiales tienen una gran importancia dentro del aprendizaje de las matemáticas. Esta teoría es defendida también por Boule (1995), quien indica que la función del material es importante, ya que sirve de apoyo para la actividad y puede convertirse en un elemento de liberación o de convergencia. También sugiere que el primer contacto con un material nuevo debe ser mediante una manipulación libre, para así conseguir un progresivo descubrimiento activo del mismo, conociendo poco a poco sus posibilidades y limitaciones. Aquí, el docente puede orientar el aprendizaje mediante preguntas, sugerencias... pero nunca mediante órdenes, ya que eso provocaría que el aprendizaje pudiera no ser significativo.

La elección del material a utilizar es una cuestión importante, ya que con su utilización no solo se busca generar conocimientos, sino también que los alumnos sean capaces de elaborar representaciones significativas, mediante palabras, dibujos... para informar sobre lo realizado, recordarlo y/o buscar más posibilidades.

Siguiendo a Puig Adam (1964): “para nuestros alumnos de clases elementales lo concreto comienza por ser el mundo observable, lo que impresiona directamente sus sentidos, y al mismo

tiempo les invita a actuar”, reconocemos el papel fundamental del material en la enseñanza matemática, indispensable en la Educación Infantil.

Teniendo en cuenta el Principio Dinámico de Dienes (1986): Toda abstracción y, por tanto, toda la matemática tiene su origen en la experiencia.

Las experiencias son básicas en la formación de los conceptos. Se proponen a los niños juegos preliminares, de manipulación, y después juegos estructurados, donde se acumulen muchas experiencias, en las que las distintas estructuras empleadas conduzcan todas al mismo concepto. El niño aprende más cuando él mismo construye los conceptos a partir de las percepciones sensoriales, será esa la fuente en la que buscar los modelos, el lugar donde interpretar o sugerir los conceptos matemáticos.

Si bien es cierto que los alumnos aprenden más cuando son ellos quienes construyen conceptos a partir de las percepciones sensoriales, es necesaria generalmente la mediación del profesor con el fin de que observen todas las situaciones, sean conscientes de los procesos o creen nexos entre las experiencias, y comprendan mejor todo lo que les rodea, entre otras razones. Los profesores no están por encima del alumnado, sino a su lado; ayudan a evolucionar y llegar al máximo desarrollo posible a cada alumno (Carbó y Gràcia, 2004). Por esta razón, hay que dejarle el tiempo necesario a cada uno, ofrecerle la oportunidad de repetir acciones...

A raíz de esto, Missant (2001) afirma que:

El material es por lo tanto un medio, no un objetivo. El niño y la niña se construyen manipulando. El niño y la niña necesitan “hacer” y “rehacer” el gesto o los gestos una y otra vez. El proceso de aprendizaje se estructura a través de la repetición y, por tanto, en el tiempo (p.42).

Según Berdonneau (2008) los materiales pueden tener numerosos aspectos positivos con relación al alumno:

- Respetan su ritmo de aprendizaje.
- Desarrollan su motricidad fina.
- Fomentan su autonomía y alientan la superación personal, con cuidado de que esto no se potencie el individualismo.
- Permiten que los errores o fracasos permanezcan en “el ámbito de lo privado” y el alumno consiga superarlos.

Por otra parte, también comparten ciertas ventajas en común con los juegos, como son:

- Permiten un enfoque plurisensorial.
- Aportan una visión no verbal de los conceptos.
- Proporcionan una mejor comprensión.
- Favorecen el desarrollo de la atención y de la concentración.
- Preparan a la evocación y a la anticipación.

Por último, cabe destacar que, si bien la utilización del material es beneficioso, los alumnos no pueden depender de él (esto se debería a un mal uso pedagógico del mismo); siempre hay que tener en cuenta que la meta final es que los alumnos puedan prescindir de él y comprender el concepto o proceso matemático trabajado sin su presencia (pp. 30-31).

2.1.5. Los trayectos y la orientación espacial

Los trayectos, según Boule (1995), “hacen que el cuerpo del niño intervenga en sus desplazamientos y dan lugar a traslados sobre maquetas y sobre dibujos, pero esta actividad espacial es también una actividad en el tiempo que hace necesarios un trazo y una codificación” (p.58). Considero que los recorridos son un tema que debería tener más importancia en las aulas de Educación Infantil, ya que el trabajarlos puede llevar a la comprensión y desarrollo de otros conceptos importantes, como los números, las distancias o las reglas de cálculo.

Los niños, desde que son muy pequeños, están familiarizados con los caminos, informalmente, los realizan cuando van al colegio, cuando van al parque, cuando se mueven por casa... aunque en la mayoría de las ocasiones no sean ellos quienes los piensan, diseñan o deciden.

El matemático francés Boule (1995) afirma que, en los trayectos por movimiento, pueden plantearse dos procedimientos posibles según el punto de referencia:

- Punto de referencia fijo: Estando la persona que realiza el recorrido siempre orientada de la misma manera, hacia el norte, por ejemplo. En el caso de que la persona tuviese que moverse hacia la derecha, daría los pasos horizontalmente, sin girar su cuerpo para mirar en esa dirección.
- Punto de referencia móvil: Las orientaciones se dan respecto al cuerpo; es el método de desplazamiento más natural; sin embargo, resulta complicado realizarlo en una

maqueta, ya que requiere que la persona se proyecte en lugar del objeto que se moverá. En el supuesto caso de que la persona tuviese que moverse hacia la derecha, giraría su cuerpo orientándose hacia esa dirección y daría pasos hacia delante, tal y como nos movemos en nuestro día a día.

En el caso del *Code & Go Robot Mouse*, robot educativo utilizado en la propuesta metodológica del presente Trabajo de Fin de Grado, los trayectos se realizan con un punto de referencia móvil. Cuando los alumnos quieren que el ratón se desplace hacia la izquierda, primero dan al botón de la izquierda y, a continuación, al de ir hacia adelante, ya que con el primero, lo que hizo fue girar y orientarse en la dirección requerida. A los niños de estas edades puede resultarles complicado planificar el recorrido con el punto de referencia móvil, ya que tienen que proyectarse en el ratón robótico. Sin embargo, mediante la utilización de las tarjetas (elementos complementarios al dispositivo robótico), las cuales incluyen tanto la flecha de dirección como la posición del ratón en ellas, los alumnos son capaces de planificar el recorrido, los movimientos y programarlos.

En esta línea, Berciano Alcaraz, Jiménez-Gestal y Salgado Somoza (2016) exponen el diseño y la implementación de una experiencia real en la que se trabaja la orientación espacial en un aula de niños de 5 años desde la perspectiva de la Educación Matemática Realista. Para ello parten del contexto cotidiano, de la exploración del entorno; se realiza una actividad en relación con la orientación espacial de los propios alumnos y se llega a trabajar la abstracción matemática (con representaciones de mapas).

Otros autores como Gonzato, Fernández Blanco y Díaz Godino (2011) consideran a los trayectos como tareas necesarias para desarrollar las habilidades de visualización y orientación espacial.

Como indican Berciano Alcaraz et al (2016), en numerosas ocasiones cuando alguien habla de las habilidades lógico-matemáticas en las primeras etapas educativas se suele pensar en los números, en clasificar objetos, en las formas geométricas... pero se olvida la importancia de la orientación espacial, elemento clave en el día a día de los alumnos. En nuestra vida todos necesitamos saber ubicarnos en el espacio, dar indicaciones a otros sobre nuestra posición o llegar a un sitio concreto desde otra localización; es decir, enfrentarnos a los problemas que surgen al movernos e interactuar con el entorno; para eso es importante que se desarrollen estas capacidades de manera paulatina desde edades tempranas, desde la Educación Infantil.

Es dentro de la geometría donde se trabajan los conocimientos espaciales, ya que a este apartado de las matemáticas pertenecen los aspectos relacionados con la posición, las formas y los cambios de posición y de formas (Alsina, 2006); pero es importante distinguir los conocimientos espaciales de los conocimientos geométricos para así sentar las bases de su enseñanza. Los conocimientos geométricos demandan procesos de demostración formales, mientras que los espaciales se validan a través de la experiencia (Arteaga Martínez y Macías Sánchez, 2016).

2.1.6. El juego como estrategia didáctica

¿Qué es el juego? Si alguien se plantea esta pregunta y se dirige al diccionario para comprobarlo, allí puede encontrar definiciones como las siguientes:

- “Ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde” (Real Academia Española, s.f.)
- “Actividad que se realiza generalmente para divertirse o entretenerse y en la que se ejercita alguna capacidad o destreza” (Oxford, s.f.)

En ellas, en el resto de las acepciones de la palabra, o en otros diccionarios, no se indica que el juego pueda ser una estrategia didáctica. Sin embargo, según afirma Bishop (1998), docentes de matemáticas, gracias a su propia experiencia en escuelas, y con el apoyo de algunas investigaciones teóricas, han demostrado que sí que puede servir como estrategia educativa. Además, tal y como sugiere Chamorro (2005) el juego puede ser una oportunidad para trabajar contenidos, en este caso de las matemáticas, de manera lúdica y placentera, produciendo satisfacción en los alumnos, destacando el medio sobre los fines.

A pesar de esto, y de la gran cantidad de aspectos positivos con los que contribuye el juego en el desarrollo del niño, actualmente son muchos los docentes que evitan su uso en las aulas como estrategia educativa, lo que puede deberse, entre otras razones, a una ausencia de repertorio de juegos, ausencia de conocimiento teórico al respecto, falta de recursos o falta de experiencia (Ferrándiz, 2014).

Arteaga y Macías (2016) afirman que el juego, además de ser la actividad por excelencia de los niños, ayuda a fomentar la creatividad, a solucionar problemas, a desarrollar el lenguaje; y puede ayudar a estimular capacidades como la atención o la memoria, entre otras.

De Guzmán (2003) sostiene que las matemáticas podrían y/o deberían aprenderse mediante el juego, ya que ambos aspectos están muy relacionados entre sí, tanto ahora como a lo largo de la historia, realizando la siguiente afirmación:

El juego y la belleza están en el origen de una gran parte de la Matemática. Si los matemáticos de todos los tiempos se lo han pasado tan bien jugando y contemplando su juego y su ciencia ¿Por qué no tratar de aprenderla y comunicarla a través del juego y de la belleza? En los juegos se aprenden unas reglas y se trata de buscar estrategias para resolver problemas que van surgiendo, mientras que en las matemáticas se aprenden poco a poco cuestiones teóricas, conceptos, pequeñas normas, que nos ayudan a resolver problemas en nuestra vida cotidiana, ya que las matemáticas siempre están presentes en nuestro día a día (p.7).

Esta idea es apoyada también por Castro y Castro (2016), quienes afirman que existen relaciones entre los rasgos distintivos del juego y el desarrollo del conocimiento y comprensión de las matemáticas. Durante el juego, los niños están activos, interaccionando con el mundo físico y social que les rodea, y adquiriendo nuevas experiencias, lo que supone que pueden construir nuevos conocimientos y abrir la puerta a la indagación matemática; siempre en contextos en los que puedan realizar exploraciones significativas. Para que los alumnos consigan alcanzar su máximo potencial, el docente deberá ser un orientador en ese proceso, con una intervención escasa, buscando que el efecto del juego sea el que se pretende. Una guía excesiva del profesor puede ser contraproducente para el desarrollo del niño, estos deben promover la reflexión, en lugar de proporcionar información; además, cuando son los alumnos quienes tienen el control del juego y de su propio aprendizaje, intentan realizar desafíos más complicados y significativos para ellos.

Las experiencias matemáticas en el aula, en relación con el juego pueden ser:

- Con juegos que, de manera natural y entretenida, proporcionen a los alumnos oportunidades para explorar y practicar matemáticas.
- Con juegos específicos de matemáticas, con los que se pueden trabajar ciertas habilidades matemáticas concretas y fundamentales.

Como se puede percibir, dentro del aula aparecen muchas posibilidades para trabajar las matemáticas a través del juego, pero no se puede limitar el aprendizaje a ese tipo de actividades; se han de utilizar métodos de enseñanza, técnicas y materiales diversos (Castro y Castro, 2016).

2.2. LAS MATEMÁTICAS Y LA ROBÓTICA EDUCATIVA. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS

2.2.1. Concepto de robótica educativa

Ghitis y Vásquez (2014) definen la robótica pedagógica como:

Un espacio de diálogo entre la ingeniería, la didáctica y la pedagogía que permite el análisis y la reflexión de las posibilidades que brindan los artefactos electrónicos programables (robots), en el apoyo para el aprendizaje y desarrollo de habilidades en los estudiantes (p.146).

En la entrada web *¿Qué es la robótica educativa?* (2019), por su parte, definen la robótica educativa como “una nueva forma de aprender a través de la utilización de diferentes dispositivos robóticos y recursos tecnológicos. Un nuevo recurso pedagógico que no tiene límites”.

En las dos fuentes anteriores indican que la robótica educativa permite crear un contexto educativo distinto y más interesante para los alumnos que el tradicional. En ese entorno educativo el alumno tiene un papel activo en el aprendizaje, construyendo conceptos y experimentando realidades diversas, en un ambiente colaborativo.

De acuerdo con Ruiz-Velasco (2007) uno de los principales objetivos de la robótica pedagógica es:

La generación de entornos de aprendizaje ideales, basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. Es decir, ellos podrán concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes robots educativos que les permitirán resolver algunos problemas y les facilitarán al mismo tiempo, ciertos aprendizajes.

Se trata de crear las condiciones de construcción y de apropiación de conocimientos y permitir su transferencia en diferentes campos del conocimiento (pp. XIX-XX).

Cabe destacar que mediante el uso de robótica educativa en el aula no se trabaja solo un concepto determinado, sino que se trabajan y potencian también ciertas actitudes, valores y competencias generales en los alumnos, como son el trabajo en equipo, la socialización, el liderazgo, la creatividad, la iniciativa, el emprendimiento y el aprendizaje a partir de los errores, entre otros.

Además, como indican Aliane, Bemposta, Fernández y Egido (2007), la existencia de robótica dentro del aula no implica exclusivamente enseñar a los alumnos acerca de la robótica en sí, sino, como tiene un carácter multidisciplinar, se pretende también generar ambientes de aprendizaje donde los alumnos se encuentren con problemas, experimenten, imaginen, formulen posibles soluciones... a la vez que aprenden otros contenidos académicos.

Actualmente nos encontramos en una sociedad muy cambiante, lo que supone que la escuela debe promover en los alumnos el desarrollo de habilidades, competencias y destrezas que les permitan adaptarse, dar respuestas eficientes y afrontar los retos de este entorno que evoluciona tan rápidamente; y el uso de la robótica, concebida como una herramienta de aprendizaje, contribuye a este hecho (Bravo Sánchez y Forero Guzmán, 2012).

En relación con las ventajas que puede tener la introducción de herramientas TIC y /o robótica en las aulas, Domingo y Marquès (2011) destacan las siguientes:

- Aumento de la atención, participación y motivación de los estudiantes.
- Facilidad para entender conceptos, el aprendizaje y la consecución de objetivos.
- Metodología refrescada.
- Aumentos en la satisfacción del maestro, en la motivación y la autoestima.

Según un estudio realizado por esos mismos autores, la mayoría de los profesores (91%) y estudiantes (75%) que utilizan esta metodología en el aula indican que aprender así les gusta más que con otras metodologías. Y, si bien los profesores expresan que realizan un mayor trabajo, afirman también que merece la pena por la mejora y aumento del aprendizaje.

A través de la robótica educativa se trabaja el pensamiento computacional, ligado con la parte de resolución de problemas de las matemáticas, mediante la secuencia de instrucciones, por lo que me parece importante explicar este concepto en el siguiente apartado.

2.2.2. Pensamiento computacional y STEAM

El Pensamiento Computacional se popularizó por la teórica informática e ingeniera estadounidense Jeannette Wing a partir del punto de vista que expuso en el apartado de opinión de la revista *Communications of the ACM* en marzo de 2006. En esta afirmó que:

El Pensamiento Computacional se construye sobre el poder y los límites de los procesos computacionales, sean realizados por un humano o por una máquina. Los métodos y

modelos computacionales nos dan el coraje para resolver problemas y diseñar sistemas que ninguno de nosotros sería capaz de abordar solo. [...] El pensamiento computacional es una habilidad fundamental para todos, no sólo para los científicos informáticos. Para leer, escribir y aritmética, debemos agregar pensamiento computacional a la capacidad analítica de cada niño. [...] El pensamiento computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y entender el comportamiento humano, aprovechando los conceptos fundamentales de la informática (p. 33).

A partir de esa afirmación numerosos autores, como Grover y Pea (2013) o Voogt, Fisser, Good, Mishra y Yadav (2015), han aportado diversas opiniones acerca de este término y, a día de hoy, no existe aún un consenso o una definición concreta.

En el Pensamiento Computacional se utilizan los conceptos básicos de las ciencias de la computación para lograr resolver problemas cotidianos, diseñar sistemas o realizar tareas. Además, se utilizan habilidades que favorecen una manera determinada de pensar, de organizar ideas y de representación en ciertos ambientes, y que dan la posibilidad de resolver eficaz y exitosamente problemas que de otra forma no son tratables.

En lo que sí suelen coincidir los autores que estudian el pensamiento computacional es en la importancia de desarrollarlo desde edades tempranas, al igual que se hace con la lectura, la escritura o las habilidades matemáticas; y es que, citando a Papert (1980):

En muchas escuelas de hoy, la frase "instrucción asistida por ordenador" significa hacer que el ordenador enseñe al niño. Uno podría decir que *el ordenador se está utilizando para programar* al niño. En mi visión, *el niño programa el ordenador* y, al hacerlo, ambos adquieren un sentido de maestría sobre una pieza de la más moderna y poderosa tecnología y establece un contacto íntimo con algunas de las ideas más profundas de la ciencia, de las matemáticas y del arte de construcción del modelo intelectual (p.5).

Tanto es así que actualmente hay numerosos países, muchos de ellos europeos (como Francia, Italia o Portugal) que han reformado su currículo educativo para incluir el desarrollo del pensamiento computacional. En el caso de España, la introducción de nuevas materias o contenidos en relación con la programación, robótica y pensamiento computacional depende de las Comunidades Autónomas, según los datos recogidos por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF, 2018, pp. 27-28) como se puede ver en la siguiente imagen:

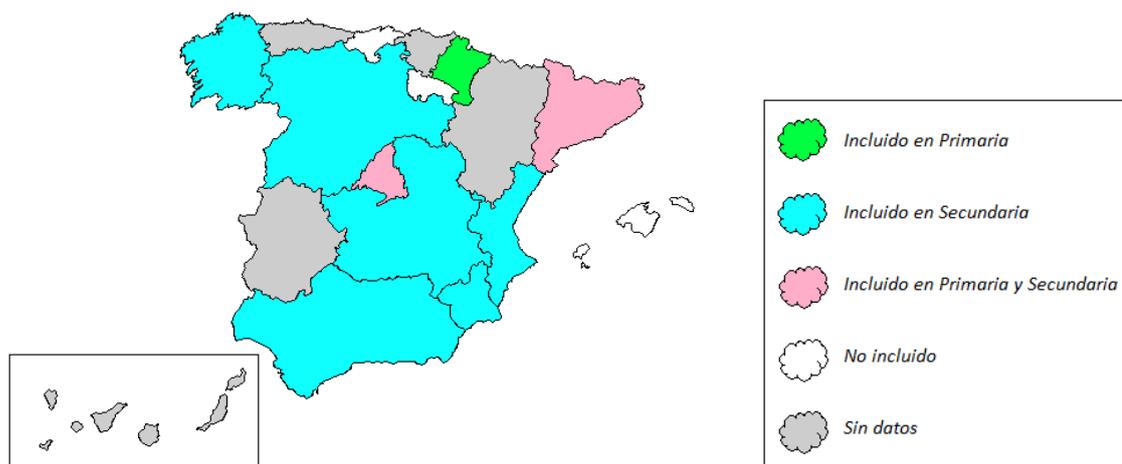


Figura 2. Comunidades Autónomas que han incluido nuevas materias o contenidos en relación con la programación, robótica y pensamiento computacional. (Situación en Enero de 2018).

Con la aparición del STEAM en las escuelas, el pensamiento computacional comienza a tener un papel importante en el aula, tanto en propuestas didácticas de Educación Infantil como de primaria, tal y como afirman Grover & Pea (2013).

El termino STEM es un acrónimo que corresponde a las iniciales de las palabras ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics), acuñado en los años 90 por la National Science Foundation (agencia gubernamental de Estados Unidos que impulsa la investigación y educación en los campos no médicos de la Ciencia y la Ingeniería). (¿De qué hablamos cuando hablamos de STEAM?, 2016)

El STEM se ha convertido en un modelo nuevo de aprendizaje que se basa en la integración de esas áreas de conocimiento con un enfoque interdisciplinar. En la educación tradicional esas áreas siempre se han visto por separado, en asignaturas distintas, centrandó más la atención en la ciencia y en las matemáticas que en la tecnología o ingeniería. A los productos y sistemas que ayudan a las necesidades humanas (tecnología) y al proceso creador usado para diseñar cosas nuevas (ingeniería) no se les ha prestado apenas atención en los colegios.

The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2014) afirman que, para entender bien este concepto, hay que mirar atentamente a la educación integrada STEM, no simplemente a las partes que la integran. Estas están bien ampliamente relacionadas entre sí, ya que la ciencia, por ejemplo, depende de las matemáticas, la tecnología y la ingeniería; y la ingeniería depende de los descubrimientos de la ciencia, la aplicación de las matemáticas y el uso de herramientas tecnológicas. Es probable que, si a los alumnos se les enseña esta relación

entre las disciplinas, opinen que todas ellas tienen más relevancia en su vida y logren aprendizajes más significativos, dependiendo, como en cualquier otro caso, de la metodología y recursos utilizados en la escuela. De esta manera, las investigaciones afirman que se debería hacer un balance entre los libros de textos o clases teóricas, y otras más conectadas en las que puedan participar y poner en práctica más conocimientos.

El método STEM además de lo anteriormente mencionado, busca conectar los conocimientos de clase con el mundo real, enfatizando también la colaboración, comunicación, investigación, resolución de problemas, pensamiento crítico y creatividad. (Ortega, 2016).

En los últimos años ha empezado a transformarse el STEM en STEAM, añadiendo a la anterior palabra la A, relativa al arte y al diseño (Arts en inglés). En el STEAM, de igual manera, se busca el conocimiento transversal, de manera que los contenidos de cada rama se trabajan de forma interdisciplinar para garantizar un aprendizaje significativo y contextualizado (Muñoz, 2015; Ortega, 2016; The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2014).

Ortega (2016) indica que el STEAM ha roto la separación tan marcada que ha habido siempre en la escuela tradicional entre las disciplinas científico-tecnológicas, las sociolingüísticas y las artísticas, e incluye en su planteamiento la idea del aprender haciendo.

Hay bastantes estudios sobre la inclusión de robots educativos en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y su impacto en el desarrollo del pensamiento lógico y en las habilidades de resolución de problemas, pero el uso de robots como recurso en la escuela para tratar disciplinas artísticas es un campo menos estudiado (Moreno-León, Robles y Román-González, 2016).

Por esa razón, y dado que en el centro escolar donde se realiza la propuesta metodológica del presente Trabajo Fin de Grado, se está realizando un proyecto educativo sobre Picasso, no se usará el robot en el aula tratando únicamente conceptos matemáticos sino también artísticos. Tomando como referencia la etapa cubista de Picasso, y en concreto su cuadro “El estudio”, se relacionará la geometría con el arte, y los alumnos podrán comprobar cómo ambos conceptos dependen el uno del otro y se influyen entre sí (Edo, 2008).

2.2.3. Tipos de robots educativos

- KIBO ROBOT

KIBO es un robot con sensores de sonidos, luces y distancia, y un lector de código de barras a través del cual se introducen las instrucciones de programación. Este robot viene con una serie de bloques de madera en los que se aparecen representadas diferentes instrucciones de programación, mediante imágenes y colores, acompañadas de un código de barras.

El niño forma con los bloques la secuencia que quiere que siga el robot, el cual posteriormente lee los códigos de barras de esos bloques y realiza la acción.

Existen varios kits diferentes de este robot, según el número de sensores, módulos y bloques que estos incluyen (da Silva y González, 2017).



Figura 3. Kibo Robot (Steemhunt, 2018)

- BEE BOT Y BLUE BOT

El Bee Bot es muy similar al *Code & Go Robot Mouse*, robot con el que se trabaja en el presente Trabajo Fin de Grado y que se tratará en el siguiente apartado. Es uno de los dispositivos más utilizados en la actualidad en las aulas de Educación Infantil tanto para iniciar a los alumnos en la robótica, como para la adquisición de diversas competencias y ámbitos de contenidos (da Silva y González, 2017).

Este robot con forma de abeja, de color amarillo con rayas negras, se programa mediante las siete teclas que dispone en su parte superior (paso adelante, paso atrás, giro a la derecha, giro a la izquierda, pausa, borrar y ejecutar) (Batteggazzore, 2009).

El Blue Bot es prácticamente igual que el Bee Bot, se diferencian en el color (este es transparente) y en que este además puede ser programado mediante una aplicación descargable en cualquier dispositivo móvil.

Ambos robots se mueven, por lo general, sobre un tapete cuadrado, con cuadrados de 15 x 15 cm, ya que es esta la distancia que se desplazan con cada movimiento.



Figuras 4-6. Bee Bot y Blue Bot (Ro-bótica Global S.L., s.f.)

- ROAMER

Es un robot creado por *Valiant Technology* adecuado para la escuela, desde el primer ciclo de infantil hasta sexto de primaria, ya que se adapta a los distintos niveles, edades y habilidades al cambiar el módulo de teclado que tiene en la parte superior (da Silva y González, 2017).

En la página web de Valiant se ofrece mucha información sobre este robot, su uso, sus posibilidades, su adaptación a los distintos niveles...además de una biblioteca gratis con recursos, actividades, proyectos e ideas educativas (Valiant Technology Ltd., s.f.).



Figuras 7-8. Roamer (Valiant Technology Ltd., 2018)

- PRO BOT

Al igual que el Bee Bot y el Blue Bot, pertenece al grupo de robots de TTS Group. Es un robot con forma de coche, de color amarillo con rayas negras (igual que Bee Bot), que tiene sensores de luz, sonido y contacto y puede desplazarse mediante los botones que tiene en su parte superior o con el software PROBOTIX con el ordenador.

En la parte superior también contiene un agujero, y si en este se coloca un rotulador, el Pro Bot dibuja mientras se desplaza. A diferencia de otros robots, en este hay que indicar la distancia que se quiere que se desplace, así como el ángulo de giro. Incluye también la posibilidad de hacer *loops*, es decir, de repetir las acciones (da Silva y González, 2017).



Figuras 9-10. Pro Bot (Ro-bótica Global S.L., 2017)

- CUBETTO

Es un robot de madera, con forma de cubo, inspirado en el método Montessori y la tortuga LOGO. Este robot consta de varios elementos: el Cubetto en sí, las fichas de programación y el tablero de control (Primo Toys, s.f.).

Cubetto: robot de madera resistente que se desplaza según se le indique.

Fichas de programación: son de diferentes formas y colores, representando cada uno una acción específica (adelante, giro a la derecha, giro a la izquierda y función) y creando secuencias al juntarse.

Tablero de control: sobre este se colocan las fichas de programación, y tras apretar el botón redondo azul, que envía la secuencia al robot por Bluetooth, Cubetto comienza a desplazarse y ejecutar la secuencia creada (da Silva y González, 2017).



Figura 11. Cubetto (Imaginarium, 2018)

- CODI-ORUGA

Es un juguete robótico, que se puede utilizar en el aula, creado por Fisher Price, con la intención de ser un juego STEM o STEAM. Se trata de una oruga a la que se le van añadiendo partes del cuerpo con una secuencia concreta, siendo cada parte del cuerpo en realidad una orden (avanzar, girar o hacer un sonido, entre otros). Según la secuencia de eslabones que coloque el niño, la oruga se desplazara de una manera u otra. Mientras esta se desplaza, va iluminando la pieza de la orden que hace en ese momento, para que el niño pueda ir viendo la secuencia seguida (Sanz, s.f.).

La Codi-oruga incluye también dos discos, uno verde y otro rojo para que el niño fije en el espacio el punto de salida y el de llegada.; así como una aplicación para dispositivos móviles.



Figuras 12-13. Codi-Oruga (Sanz, s.f.)

- ROOT y SQUARE

La mayor peculiaridad de Root, en comparación con los robots mencionados anteriormente, es su capacidad para adherirse y desplazarse por superficies verticales, como las pizarras blancas, debido a que es magnético. Este puede escanear colores, dibujar, responder a estímulos luminosos del entorno, hacer luces y reproducir notas musicales...

Este robot tiene también a Square, una app para aprender a programar (da Silva y González, 2017).



Figuras 14-15. Root (Root Robotics, 2018)

2.2.4. Code & Go Robot Mouse

¿Qué es el Code & Go Robot Mouse? ¿Cómo es?

El Code & Go Robot Mouse, en adelante llamado Jack, es un robot programable de manejo fácil con forma de ratón, diseñado por la empresa *Learning Resources*.

Jack, que es de color morado, mide 11cm de largo y 7'5cm de ancho (en la parte más amplia). En la parte superior tiene 7 botones para facilitar su manejo y en la parte inferior el botón de encendido/apagado y de velocidad.

Botones de la parte superior:

- Hacia delante (flecha azul): el ratón se desplaza 12'5cm hacia delante.
- Hacia atrás (flecha amarilla): el ratón se desplaza 12'5cm hacia atrás.
- Girar a la derecha (flecha morada): el ratón gira a la derecha 90°.
- Girar a la izquierda (flecha naranja): el ratón gira a la izquierda 90°.
- Vamos (círculo verde): Pulsándolo se realiza la secuencia programada.
- Borrar (círculo amarillo): Pulsándolo se borran todos los pasos programados.
- Acción (círculo rojo): Pulsándolo se realiza una acción aleatoria (desplazarse hacia delante y atrás, chillido fuerte, o tres sonidos iluminándose los ojos).

Botón de la parte inferior: Encendido / Velocidad. Desplazando el botón de encendido, el ratón está listo para programar, pudiendo elegir la velocidad *normal* o *hiper*. La velocidad *normal* es la apropiada para utilizar a Jack en un tablero o laberinto; la velocidad *hiper* es ideal para jugar en el suelo u otras superficies.

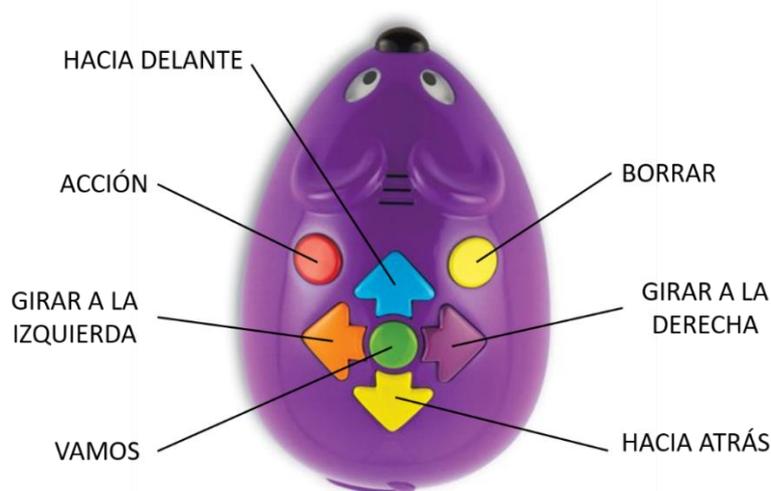


Figura 16. Panel de explicaciones de los botones de Jack. Elaboración propia.

¿Para qué sirve? ¿Cómo funciona?

Como afirma la empresa Learning Resources (2016), Jack, el ratón programable, es adecuado para trabajar y enseñar resolución de problemas, autocorrección de errores, pensamiento crítico y analítico, lógica si...entonces, trabajar en colaboración con otros, destrezas de debate y comunicación, cálculo de distancias, conceptos espaciales, lateralidad...

Este robot fue diseñado para trabajar trayectos sobre unos tableros en los que se marcan recorridos, pero no sirve únicamente para reproducir recorridos y tratar conceptos matemáticos, se pueden trabajar infinidad de contenidos en función del planteamiento de las actividades.

El ratón viene también con 30 tarjetas de codificación, que tienen colores, coincidiendo con los de los botones del ratón. Por un lado muestran la flecha de dirección y por el otro muestran la flecha junto a la posición del ratón. Estas tarjetas ayudan al niño a seguir y recordar la secuencia, ya que se colocan representando cada una un paso de Jack.

Para programar, basta con introducir mediante los comandos de dirección la secuencia de movimientos a reproducir y pulsar el botón verde para que el ratón ejecute la acción. El ratón emite unos sonidos al iniciar la acción; durante el recorrido hace una pequeña pausa tras cada movimiento, y cuando finaliza toda la secuencia ilumina tres veces sus ojos para indicar que ha finalizado todas las instrucciones marcadas. Antes de programar de nuevo, se debe pulsar el botón amarillo para así borrar la secuencia anteriormente programada; si esta no se borra, la nueva se añadirá a la anterior y el ratón reproducirá ambas, pudiendo realizar hasta un máximo de 40 pasos.

¿Qué materiales se necesitan?

Para trabajar con este instrumento se necesita el ratón programable y las tarjetas de codificación para ayudar al niño a ordenar, recordar y seguir la secuencia, ya que, si bien su uso no es necesario, sí es recomendable, sobre todo las primeras veces que se usa el ratón.

Se recomienda también el uso de alfombrillas cuadradas de 12,5 x 12,5 cm para que Jack se desplace por el suelo. Estas alfombrillas o tapetes se unen entre ellas para poder crear tableros más grandes. La empresa *Learning Resources* vende tapetes para utilizar con el ratón, pero estos los puede diseñar también el propio docente para trabajar lo que quiera con ellos, como es el caso de la parte práctica del presente Trabajo Fin de Grado.

En internet hay numerosos artículos y blogs sobre experiencias reales de aula con el robot Bee-Bot (similar al robot programable usado en este trabajo) en clases de infantil y primaria. En ellas los docentes utilizan tableros diseñados por ellos mismos en función del contenido a trabajar con los alumnos en el aula. De esta manera, hay tableros en los que aparecen escenas de cuentos, letras y silabas, señales de tráfico, formas geométricas... Destaca también una propuesta en la que se trabaja “El dormitorio de Arlés”, cuadro de Van Gogh. Todos estos artículos demuestran la amplia gama de posibilidades que ofrecen los robots programables dentro del aula, como muestran Moreno-León, J., Robles, G. y Román-González, M. (2016) o García, M. y Navarro, M. J. (2017), entre otros.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA METODOLÓGICA

3.1. CONTEXTO

La propuesta metodológica se ha desarrollado en el Colegio Nuestra Señora de Lourdes de Valladolid. Se ha realizado en un aula de 2º de Educación Infantil, con 25 alumnos (13 niñas y 12 niños) de entre 4 y 5 años.

En esta clase, las matemáticas se suelen tratar siempre de la misma manera, ya que se trabaja mediante cuadernos de fichas. Más allá de las fichas, o para explicarlas, se suelen usar las regletas de Cuisenaire, los bloques lógicos de Dienes; y en alguna ocasión se utilizan otros materiales como tapones, “las casas de los números”, básculas... En los momentos de juego los alumnos sí que trabajan de otras maneras las matemáticas, con materiales o juegos muy diversos, para conseguir relacionar número con cantidad, realizar seriaciones o reconocer el número anterior y posterior a otro, por ejemplo.

En este centro educativo existe una actividad extraescolar llamada *Robotix*, en la que en ocasiones trabajan con el robot Bee-Bot, cuyo funcionamiento es muy similar al del ratón utilizado en esta propuesta metodológica. A esa actividad extraescolar, de frecuencia semanal, acuden 9 alumnos del grupo-clase, pero este hecho no ha influido en el desarrollo de las actividades, ya que en el momento de la intervención en el aula ellos no tenían aun un gran conocimiento del funcionamiento del robot educativo.

Ninguno de los alumnos tiene gran dificultad para comprender la información o explicaciones que proporciona la docente, no obstante, como en todas las clases, hay algunos a los que les cuesta más trabajo que a otros.

Cabe destacar también la presencia en el aula de un alumno con retraso madurativo, aunque en cuanto a conceptos matemáticos no muestra una gran diferencia respecto a sus compañeros.

3.2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Para planificar y poner en práctica la propuesta metodológica se han tenido en cuenta los aspectos estudiados en la fundamentación teórica del presente Trabajo Fin de Grado: el cómo enseñar conceptos matemáticos, los principios del enfoque de la Educación Matemática Realista de Freudenthal o la importancia de los materiales seleccionados, entre otros.

Se ha seguido una metodología activa y participativa por parte de los alumnos, buscando que ellos sean los protagonistas de su propio aprendizaje, siendo el docente un observador, orientador y mediador de este. El profesor fomenta el descubrir y trabajar las matemáticas dentro de ambientes más innovadores y motivadores para los alumnos, encontrándolas además en lugares donde ellos no se esperan, como son las obras de arte.

En el aula donde se ha puesto en práctica la propuesta didáctica se está realizando un proyecto sobre Pablo Picasso. A lo largo de ese proyecto los alumnos buscan información junto a sus familias, trabajan en equipo, mejoran su expresión oral... trabajando la resolución de problemas, siendo todo esto desde una perspectiva globalizadora. Por ese motivo se ha elegido relacionar el aprendizaje de las matemáticas con el arte, en concreto con Picasso, su vida y cuadros, centrándonos más en la etapa cubista debido a la amplia presencia de formas geométricas.

Algunas de las principales estrategias metodológicas seguidas son:

- El profesor es un guía en el aprendizaje. Planifica y prepara todo con anterioridad, y, durante la práctica observa, orienta e interviene en ciertas ocasiones con el fin de los alumnos reflexionen sobre ciertos conceptos o procesos.
- Se parte de los conocimientos previos del alumnado, así como de sus intereses, buscando que las actividades sean motivadoras para ellos.
- No se castiga el error, se aprende sobre él.
- El juego se convierte en un instrumento de aprendizaje.
- Se trabaja mediante el aprendizaje basado en problemas (método ABP).
- Se tienen en cuenta las capacidades de cada alumno, atendiendo la diversidad.
- Se busca que el alumno se sienta protagonista y valorado dentro del aula.

3.3. PROPUESTA DE ACTIVIDADES

En lo que se refiere a la organización del aula en la presente propuesta metodológica la mayoría de las actividades se desarrollan en la zona de la asamblea. En cuanto a la temporalización, las tareas tienen una duración aproximada de entre 20 y 30 minutos.

3.3.1. Actividad 1: ¡Tenemos visita!

Tipo de actividad: Actividad de iniciación, de motivación hacia el aprendizaje.

Objetivos:

- Mostrar atención e interés por la historia escuchada.
- Conocer las características y las posibilidades de acción del “*Code & Go Robot Mouse*”.

Contenidos:

- Características y posibilidades de acción del “*Code & Go Robot Mouse*”.

Recursos didácticos:

- Historia sobre el ratón robótico. Escrita por la docente.
- Ratón robótico “*Code & Go Robot Mouse*”.
- Tarjetas de codificación.
- Panel con la explicación de los botones del ratón.

Descripción:

Con el fin de motivar a los alumnos hacia el aprendizaje, se presenta el material como algo misterioso.

La maestra en prácticas propone a los alumnos un problema, de la siguiente manera:

Maestra en prácticas: “Chicos, me han dicho antes en recepción que hoy por la tarde iba a haber alguien nuevo en clase, y me han dejado una bolsa con cosas tuyas, pero no la puedo abrir sin su permiso. No logro ver quién o qué hay nuevo en clase, ¿me ayudáis a encontrarlo? ¡Vamos a buscar entre todos!”.

Ante esta propuesta, los alumnos rápidamente se muestran participativos. Tras encontrar la novedad, cada uno vuelve a su sitio de la asamblea. Ante esta situación los alumnos no saben qué hacer hasta que, gracias a los comentarios, sugeridos por la maestra en prácticas, un alumno propone mirar en la bolsa que había traído.

Allí se encuentran unos papeles, dirigidos al alumnado, por lo que la maestra comienza a leerlos, intentando generar expectación mediante la modulación de la voz, las pausas... Parece que todo ha sido escrito por el ratón ya que está en primera persona, lo cual llama mucho la atención de los alumnos.

En dichos papeles, el ratón explica cómo es él, sus principales características, cómo se desplaza... Además, menciona que está muy interesado en aprender cuestiones sobre las matemáticas y sobre el arte (principalmente sobre Picasso), así se genera una gran ilusión entre los niños por enseñarle lo que saben y aprender junto a él.



Figura 17. Maestra en prácticas contando la historia del ratón

La historia contada, apoyada con imágenes, fue la siguiente² :

Maestra en prácticas, personificando a Jack (en adelante, Jack): *“¡Hola! ¡Buenos días! Me presento; me llamo Jack, soy un robot con forma de ratón. Me he cansado de estar en el campo y he decidido que quiero ir al cole para así aprender muchas cosas. Llevo mucho tiempo de camino... ¿estoy ya en el colegio Nuestra Señora de Lourdes?”*

Alumnos: *“Sí”*.

Jack: *“¿Sí? ¿He conseguido llegar? ¡Qué bien! Pues ahora... en este colegio... quiero ir a una clase de la que me han habado muy bien, la clase 4 años A... He traído un mapa, ¿me podríais ayudar a llegar?”*

Alumnos: -al principio un poco contrariados- *“¡Es esta! ¡Es esta! ¡Ya has llegado!”*

Jack: *“¿Es esta? ¿De verdad? ¡Qué alegría! Me han dicho que los niños y niñas de esta clase sabéis ya muchas cosas... A mí me interesan mucho mucho las matemáticas, el arte... ¿De esos temas vosotros sabéis algo? ¿Y podríais enseñarme?”*

² Fue escrita con letra caligráfica escolar, para que los alumnos pudieran también leerla

Alumnos: “¡Sí, sabemos mucho! ¡Por supuesto que te podemos enseñar, Jack!”

Maestra: “*Anda chicos, pero en estas fotos (señalando las imágenes que venían en la ‘carta’ de Jack)... ¡Aparecen muchos números y formas geométricas! ¿Sabemos nosotros algo de esto?*”

Alumnos: -muy contentos- “¡Síííí, mucho!”

Maestra: “*¡Qué bien, pues podremos enseñarle muchas cosas! Pero... también viene una imagen de un señor con una paleta y unos pinceles... Y lleva una camiseta blanca con rayas azules... Si nos pone una foto suya será que quiere aprender sobre él... Pero ¿quién será ese pintor?*”

Alumno 1: “*¡Pues a lo mejor es Picasso!*”

Alumnos: “*¡Claro! ¡Es Picasso! ¡Va vestido como Picasso!*”

Maestra: “*¡Picasso! ¡Pues seguramente sea él, qué casualidad! ¡Y nosotros justo estamos aprendiendo muchas cosas sobre ese pintor! ¿Creéis que podremos enseñarle algo?*”

Alumnos: “*¡Síí! ¡Mucho! ¡Qué bien! ¡Qué suerte!*”

Maestra: “*¿Seguimos leyendo la carta a ver que más nos cuenta Jack?*”

Alumnos: “*¡Sí! ¡A ver qué más nos dice!*”

Jack: “*Yo estoy preparado para aprender, para escucharos... ¡tengo muchas ganas de empezar a trabajar! Pero antes, tenemos que conocernos un poco. Yo ya se muchas cosas sobre vosotros. En clase sois 25 niños y niñas, algunos tenéis 4 años y otros ya habéis cumplido 5... Vuestra profe se llama Isi, y desde hace unos meses también tenéis a otra profe que se llama Marta. ¿Verdad?*”

Alumnos: “*¡Sí!*” - muy sorprendidos e ilusionados - “*¡Sabe mucho sobre nosotros!*”

Maestra: “*Parece que sí que nos conoce bien.*”

Jack: “*Pues ahora, me presento yo. Soy un ratón un poco especial, y como soy un robot, en lugar de moverme como vosotros o como los ratones normales, me muevo solo hacia ADELANTE, ATRÁS, IZQUIERDA y DERECHA; no puedo ir en diagonal, no puedo saltar... Además, cada paso que doy tengo que pensarlo antes, todo tengo que planearlo muy bien. Para que me sea más fácil moverme, muchas veces me muevo por*

una cuadrícula, mientras además repaso los números; por ejemplo, voy diciendo: Tres pasos para adelante... 1... 2... y 3. Ahora dos a la derecha: 1... y 2. Como ya os he dicho, pienso todos los movimientos y, para que no se me olviden, siempre necesito que alguien me los escriba en la espalda, así los memorizo y puedo hacerlos bien. Normalmente llevo unas tarjetitas pequeñas con flechas para que a la persona que me escribe en la espalda le resulte también más fácil recordar los pasos. He traído una hoja con la explicación de los botones de mi espalda, la dejaré en clase para que podamos verla y acordarnos.”

- *Flecha azul: Adelante*
- *Flecha amarilla: Atrás*
- *Flecha naranja: Izquierda*
- *Flecha morada: Derecha*
- *Círculo amarillo: Borrar*
- *Círculo verde: ¡Vamos!*
- *Círculo rojo: Movimiento al azar*

Jack: *“¡Tengo muchas ganas de trabajar y aprender junto a vosotros! ¿EMPEZAMOS?”*

Alumnos: *“¡Sí!”*

3.3.2. Actividad 2: ¿A dónde querrá ir?

Tipo de actividad: Actividad de iniciación, de introducción o exploración.

Objetivos:

- Iniciarse en la programación y pensamiento computacional.
- Adquirir consciencia de los conceptos adelante, atrás, izquierda y derecha.
- Planificar y programar una secuencia de acciones.

Contenidos:

- Conceptos: adelante, atrás, izquierda y derecha.

Recursos didácticos:

- Ratón robótico “Code & Go Robot Mouse”.
- Tarjetas de codificación.
- Panel con la explicación de los botones del ratón.

3.3.3. Actividad 3: ¿Cuál es mayor?

Tipo de actividad: Actividad de desarrollo.

Objetivos:

- Iniciarse en la programación y pensamiento computacional.
- Conocer y ser capaz de descomponer números del 1 al 6.
- Relacionar número con cantidad.

Contenidos:

- Números del 0 al 6 y su descomposición.
- Conceptos adelante y atrás.

Recursos didácticos:

- Tapete diseñado por la docente. Se trata de una cuadrícula con la recta numérica, con números del 0 al 6.
- Recta numérica de mayor tamaño que el tapete para Jack, con números del 0 al 6.
- Regletas de Cuisenaire.
- Ratón robótico “Code & Go Robot Mouse”.
- Tarjetas de codificación.
- Panel con la explicación de los botones del ratón.

Descripción:

FASE 1:

Para comenzar, el alumno encargado del día coloca en el suelo la recta numérica, ordenando él mismo las tarjetas del 0 al 6. Tras colocarlo, se sitúa de pie al lado de alguno de los números.

La actividad consiste en que los alumnos consigan componer y descomponer números, iniciándose inconscientemente en las sumas y restas. Para ello, los alumnos han de pensar cuantos saltos hacia delante o hacia atrás tienen que dar para llegar a otro número dado.

Participa un alumno en cada ocasión; mientras, el resto de los alumnos lo observan atentamente, pudiendo dar su opinión ante la acción de su compañero, o intentando ayudarle si él no lo consigue realizar correctamente, lo que supone que siempre han de estar concentrados en la actividad. Resaltamos la importancia de la verbalización de las experiencias y la interacción entre los propios niños.

Ejemplo:

Maestra: “*Alumno 1, ¿en qué número estás?*”

Alumno 1: “*En el 2*”

Maestra: “*En el 2, vale. Y ¿a qué número quieres llegar?*”

Alumno 1: “*Al 6*”

Maestra: “*¿Y cómo puedes llegar al 6 estando en el 2? ¿Cuántos saltos tienes que dar?*”

Alumno 1: “*Tengo que dar 4 saltos*”

Maestra: “*¿Hacia dónde? ¿Hacia delante o hacia atrás?*”

Alumno 1: “*Hacia delante*”

Maestra: “*¿Estás seguro? ¿Estáis todos de acuerdo? ¿Lo comprobamos?*”

Alumnos: “*¡Sí!*”

Alumnos: “*1... 2... 3... 4*” (A la vez que el Alumno 1 da los 4 saltos)

Maestra: “*¡Muy bien! Entonces... ¿Qué pasa si al 2 le añadimos 4?*”

Alumnos: “*¡Que se convierte en un 6!*”

Maestra: “*Anda, entonces eso significa que $2+4$ son 6!*”

Estas acciones se repiten en varias ocasiones, participando otros alumnos, moviéndose desde y hacia números diferentes, tanto hacia delante (realizando sumas) como hacia atrás (efectuando restas). Cuando ya se ha practicado varias veces, son los alumnos los que dicen la conclusión de la operación matemática y no la profesora, es decir, comentan “*3-2 es 1*” o “*3+3 son 6*”, por ejemplo.

FASE 2:

En esta segunda fase además de recta numérica utilizada anteriormente, se coloca el tapete por el que se mueve el ratón Jack, que también tiene formato de recta numérica. En este, el color de cada número se corresponde con el color de las regletas de Cuisenaire.

Se colocan las dos rectas numéricas una al lado de la otra y salen a realizar la actividad dos alumnos. Se propone de la misma manera, hay que pensar la cantidad de saltos a dar para llegar de un número a otro pensado y si se dan hacia delante o hacia atrás, pero además, hay que pensar la cantidad de pasos que ha de dar el ratón para realizar el mismo trayecto, ya que ambos salen y llegan al mismo número.

Un alumno piensa los saltos a dar, mientras que otro, a la vez, piensa los pasos a dar por el ratón Jack y cómo programarlo. Pasando a realizar la tarea se comprueba si el alumno y el ratón han tenido que hacer el mismo número de movimientos para llegar de un número a otro.

Como una recta numérica es más grande que la otra, los alumnos al principio piensan que el alumno que realiza la actividad va a tener que dar más saltos que pasos el ratón, ya que ha de llegar más lejos, sin darse cuenta de que como parten y llegan al mismo número, la cantidad de movimientos o saltos serán los mismos. Se debe reflexionar sobre el hecho que el paso de Jack es de 12,5 centímetros y, en cambio, cada número en la representación de la recta numérica ocupa 20 centímetros. Mediante la utilización de dos rectas numéricas de distinto tamaño, los alumnos pueden además comprobar y aprender que un número está asociado a la cantidad de elementos que representa; y que no depende del tamaño de su grafía. La representación de los números en la recta numérica siempre es la misma aunque la distancia entre la grafía de un número y el siguiente sobre material impreso sea variable.

Este proceso se realiza en varias ocasiones, participando alumnos diferentes; después, se quita la recta numérica grande y los alumnos realizan la actividad únicamente con el ratón *Jack* y su tapete.

FASE 3:

En esta tercera fase se utilizan las regletas de Cuisenaire a la vez que el ratón. Con su uso se busca representar visualmente lo que se realiza con *Jack*, para que los alumnos puedan percibir de una forma distinta lo que supone hacer sumas o restas.

Por ejemplo, si se quiere llegar al 6 partiendo del número 1, se coloca la regleta del 6 y encima la del 1, y a Jack se le coloca en ese mismo número. Después se piensan los pasos que ha de dar el ratón, en este caso 5, para llegar al número 6. Se programa a Jack para ver si efectivamente tiene que dar 5 pasos hacia delante para llegar a la cuadrícula del 6 y, a continuación, se coloca la regleta del 5 junto a la del 1, para comprobar gráficamente si ambas

regletas juntas ocupan lo mismo que la del 6, llegando como consecuencia a la conclusión de que 1 y 5 son 6 o que $1+5=6$. En esta actividad se integra además el material manipulativo.



Figuras 21-22. Alumnos realizando la segunda fase de la actividad

3.3.4. Actividad 4: ¿Qué hay en el estudio?

Tipo de actividad: Actividad de desarrollo.

Objetivos:

- Apreciar y valorar las representaciones artísticas.
- Adquirir una mayor competencia en la programación y pensamiento computacional.
- Adquirir consciencia de los conceptos adelante, atrás, izquierda y derecha.
- Reconocer y diferenciar las figuras geométricas.

Contenidos:

- Valoración y apreciación de las obras artísticas, en concreto del cuadro “El Estudio” de Pablo Picasso.
- Reconocimiento y diferenciación de figuras geométricas y tamaños.

Recursos didácticos:

- Ratón robótico “Code & Go Robot Mouse”.
- Tapete diseñado por la docente. Se trata de una cuadrícula con la imagen del cuadro “El Estudio” de Picasso.

- Tarjetas de codificación.
- Panel con la explicación de los botones del ratón.

Descripción:

Previo al comienzo de la actividad, la maestra en prácticas pasa bits de inteligencia que contienen imágenes de figuras geométricas.

Se coloca el tapete que contiene la imagen del cuadro “El Estudio” de Picasso, en el centro de la zona de la asamblea, junto al ratón robótico; colocándose todo el alumnado alrededor.

Al comenzar, se deja a los alumnos que sean ellos los que intenten adivinar qué es lo que aparece en el tapete; la maestra orienta sus pensamientos mediante preguntas abiertas, como:

Maestra: “*¿Será un cuadro?*”

Alumnos: “*Sí*”

Maestra: “*Parece que sí, pero... ¿de quién será? ¿Quién lo habrá pintado?*”

Alumno 1: “*¿Puede que sea de Picasso?*”

Alumno 2: “*¡Sí! ¡A lo mejor es de Picasso! Jack quería aprender cosas sobre Picasso, nos lo dijo el primer día en la carta*”.

Alumnos: “*¡Sí, es verdad! Tiene que ser de Picasso.*”

Maestra: “*¡Claro! Nos lo contó en la carta, es verdad. Pero... ¿sabemos de qué etapa de Picasso puede ser? Conocemos la etapa rosa, la etapa azul, la etapa cubista... ¿de cuál será?*”

Alumnos: “*¡De la etapa cubista!*”

Maestra: “*¿De la cubista? ¿Cómo estáis tan seguros? ¿Cómo pintaba Picasso en esa etapa?*”

Alumnos: “*Pintaba con formas geométricas*”

Maestra: “*Y en este cuadro aparece alguna forma geométrica?*”

Alumnos: “*¡Sí! ¡Muchas!*”

Alumno 3: “*Yo veo un cuadrado y un triángulo.*”

Maestra: “¿Solo hay un cuadrado y un triángulo?”

Alumnos: “Noooo, ¡hay muchas más!”

Alumno 4: “Círculos y rectángulos también hay.”

Tras esta introducción, la maestra en prácticas explica que, efectivamente, es una imagen de un cuadro cubista de Picasso, llamado “*El Estudio*”.

A continuación, va llamando alumnos para que salgan al centro y realicen la actividad. Tienen que buscar, dentro del cuadro “*El Estudio*”, formas geométricas que reconozcan. Una vez han encontrado alguna, programan a *Jack* para llegar hasta la forma escogida, explicando primero el recorrido que quieren seguir y después todos los pasos a realizar hasta llegar hasta allí. Para planificar el recorrido tienen a su disposición las tarjetas de codificación, que les ayudan a visualizar los pasos que van a seguir. Como en algunas ocasiones es necesario programar muchos pasos y les resulta difícil pensar todos desde el principio, se les permite que lo hagan por tramos.

Maestra: “¿A dónde queréis llevar a *Jack*? ¿Qué figura geométrica nueva le queréis enseñar?”

Alumnos 5 y 6: “A este triángulo.” -lo señalan con el dedo-

Maestra: “Y para eso, ¿qué recorrido hay que hacer?”

Alumnos 5 y 6: “Hay que hacer así” -lo señalan con el dedo-

Maestra: “Muy bien, pues, ¿hacia dónde tiene que ir *Jack* primero?”

Alumno 5: “Recto”

Alumno 6: “Hacia delante”

Maestra: “¿Cuántos pasos?”

Alumnos 5 y 6: “Tres” -programan a *Jack* para que realice 3 pasos-

Maestra: “¡Muy bien! Y ahora, ¿qué tiene que más hacer?”

Alumno 5: “Girar con la flecha naranja y dar un paso.”

Alumno 6: “¡Sí! Girar y dar un paso hacia delante.”

Maestra: “¿Girar hacia la izquierda y dar un paso hacia delante? ¿Estáis todos de acuerdo?”

Alumnos: “¡Sí!”

Maestra: “¿Y después habría que dar más pasos o con esos Jack ya llega al triángulo que queríamos?”

Alumnos 5 y 6: “Ya llega al triángulo.”

Maestra: “¿Lo comprobamos? ¿Queréis?”

Alumnos: “¡Sí!” - Alumnos 5 y 6 programan a Jack para que realice los movimientos -

Maestra: “¡Muy bien! ¡Ha llegado al triángulo que queríamos!”

Esto lo realizan varios alumnos, muchos de ellos organizados por parejas para ayudarse entre sí. Han de buscar siempre figuras distintas a las encontradas anteriormente; una vez se han descubierto todas las figuras diferentes, y han hecho que el ratón se desplace hasta ellas, se busca localizar esas mismas formas pero de tamaños distintos, indicando si son más grandes o más pequeñas que la anterior.

De esta manera, los alumnos aprenden a reconocer formas geométricas sin estar aisladas unas de otras, pudiendo estar “giradas”, “torcidas” o “del revés” (como dicen ellos). Además, pueden comparar figuras y clasificarlas según su tamaño, trabajando así conceptos de medida, no solo de geometría.

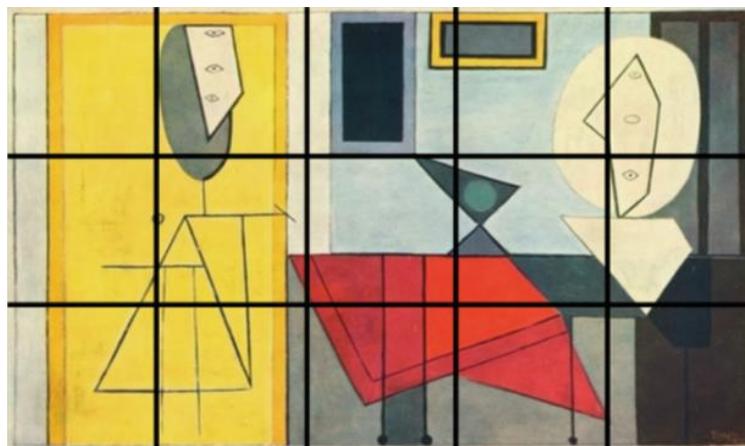


Figura 23. Imagen del cuadro 'El Estudio', con una cuadrícula



Figuras 24-26. Alumnos realizando la actividad.

3.3.5. Actividad 5: ¡Entramos en el taller de Picasso!

Tipo de actividad: Actividad de síntesis.

Objetivos:

- Apreciar y valorar las representaciones artísticas.
- Adquirir conciencia de los conceptos adelante, atrás, izquierda y derecha.
- Reconocer y diferenciar las figuras geométricas en el entorno.
- Ser capaz de diseñar el trayecto más corto para llegar de un punto a otro.

Contenidos:

- Reconocimiento de figuras geométricas en el entorno.
- Números ordinales y cardinales.
- Valoración y apreciación de las obras artísticas.

Recursos didácticos:

- Ratón robótico “Code & Go Robot Mouse”.
- Tapete diseñado por la docente. Se trata de una cuadrícula con diferentes conceptos matemáticos (números ordinales, números cardinales y figuras geométricas).
- Tarjetas de codificación.

- Panel con la explicación de los botones del ratón.
- Imagen del cuadro “Guernica”, de Pablo Picasso.
- Cuento realizado por la docente, que cuenta una pequeña historia donde el ratón robótico es el protagonista.

Organización del aula: En este caso la actividad se desarrolla en el aula de psicomotricidad.

Descripción:

En esta última actividad, diseñada a modo de evaluación final, se busca comprobar cuáles son los aprendizajes realizados por los alumnos tras la secuencia de actividades. Para ello se propone un repaso de los conceptos y contenidos trabajados anteriormente en el aula en relación a las matemáticas, a la robótica educativa y al arte y la Educación Infantil.

Todos los alumnos se sientan en el suelo, alrededor del tapete colocado en el centro y diseñado por la maestra en prácticas, junto a *Jack*. Los alumnos que se distraen con más facilidad o tienen menos capacidad para aguantar bastante tiempo concentrados, como puede ser el alumno con retraso madurativo, se colocan al lado de la docente y cerca de otros alumnos tranquilos.

La imagen del cuadro “Guernica”, de Picasso, se coloca en la pared, detrás de la docente, visible para todos los alumnos.

La maestra en prácticas comienza a leer la historia mientras los alumnos escuchan atentamente; aquí ella realiza modulaciones con la voz para ir mostrando las emociones que tiene el ratón, como sorpresa, alegría, duda..., a lo largo del cuento.

En ciertas partes de la narración a *Jack* le surgen dudas, no se acuerda de alguna información importante, de algún dato, etc. y son los alumnos los que tienen que participar y ayudarlo. Para ayudarlo no vale con dar la información o solución de forma verbal, sino que hay que programar al ratón robótico para hacer que él mismo llegue hasta ella.

Cada vez que los alumnos tienen que participar, se busca que todos piensen la solución al problema planteado por el ratón y es la maestra en prácticas quien elige al niño encargado de realizar la actividad. Si ese alumno no consigue llevar al ratón hasta la solución, sale otro alumno para ayudarlo y lograr conseguirlo entre los dos.

En primer lugar, se busca si la respuesta o solución al problema planteado se encuentra disponible en el tapete situado en el suelo, si es así, se piensa el recorrido a realizar (el más

corto y directo posible), después se colocan las tarjetas de codificación y, por último, se programa al ratón para llegar hasta el lugar seleccionado.

Si hay un fallo en el planteamiento de los alumnos no pasa nada, se habla sobre ello y ellos mismos, o con ayuda de otros compañeros, tratan de solucionarlo, ya que suelen darse cuenta rápidamente del problema ocurrido. Los errores sirven para aprender.

Una vez finalizada la historia, cuando ya se han solucionado todas las dudas o problemas del ratón robótico, se termina la actividad.



Figuras 27-29. Alumnos programando a Jack.



Figura 30. Tapete por el que se desplaza Jack.

La historia contada, apoyada con imágenes, fue la siguiente³:

Maestra en prácticas, personificando a Jack (en adelante, Jack): *“¡Hola chicos! ¿Qué tal estáis? Hace unos días estuvisteis enseñándome las formas geométricas que había en el cuadro “El estudio”, de Picasso. ¿Os acordáis?”*

Alumnos: *“¡Sí!”*

Jack: *“Estos días, mientras descansaba, he estado haciendo memoria y he recordado un día en el que decidí ir a su taller para allí aprender mientras observaba todo con mucha atención. ¿Queréis que os cuente un poco mi experiencia allí?”*

Alumnos: *“Sííí.”*

Jack: *“¡Genial! Pero necesitaré que me ayudéis a recordar algunas cosas.”*

Alumno 1: *“¡Claro! ¡Eso está hecho!”*

Jack: *“En el estudio observé a Picasso un tiempo mientras él pintaba. Había muchísimos cuadros, pero hubo uno que me llamó especialmente la atención, parecía muy triste, era todo blanco y negro, parecía que trataba sobre una guerra... Me dijo que se llamaba... mmm... no me acuerdo mucho... ¿vosotros sabéis el nombre?”*

Alumnos: *¡Guernica!*

Jack: *“¡Guernica! ¡Eso era! ¡Muchas gracias! Ahhh y ahora que lo pienso... la forma de ese cuadro es una figura geométrica que vosotros me enseñasteis el otro día, que tiene 4 esquinas y 4 lados, pero 2 son más cortos y 2 son más largos ¿Cuál es?”*

Alumnos: *“¡Un rectángulo!”*

Jack: *“¡Sííí! ¡Es un rectángulo!”*

Maestra: *“Es verdad, el Guernica tiene forma de rectángulo... ¿Hay algún rectángulo en este tapete que nos ha traído Jack hoy?”*

Alumnos: *“¡Sí! ¡Ahí!”*

³ Fue escrita con letra caligráfica escolar, para que los alumnos pudieran también leerla

Maestra: “¿Dónde está? Alumno 2, ven a señalarlo.”

Alumno 2: “Aquí” - lo señala -.

El alumno 2 piensa el recorrido que tiene que realizar Jack para llegar hasta el rectángulo, lo indica con las tarjetas de codificación y, posteriormente, lo programa y Jack realiza los movimientos.

Jack: “Pablo decidió enseñarme su taller y vi que tenía muchísimos tubos de pintura, había tubos de todos los colores. Me vio tan interesado en ellos que me propuso llevarme uno de recuerdo, decidí coger el morado, ya que es mi color. Tenía 17, pero al llevarme uno, Picasso se quedó con...”

Alumnos: “¡16!”

Maestra: “Si al 17 le restamos 1 es 16, muy bien. Alumno 3, ven, ¿hay algún 16 en el tapete?”

Alumnos: “¡Sí!”

Alumno 3: “Sí, aquí.” - lo señala -

El alumno 3 piensa el recorrido que tiene que realizar Jack para llegar hasta el número 16, lo indica con las tarjetas de codificación y, posteriormente, lo programa y Jack realiza los movimientos.

Jack: “Miré con atención el tubo de pintura y vi que la parte por donde salía la pintura también tenía la forma de una figura geométrica, tenía forma de...”

Alumnos: “¡Círculo!”

Maestra: “¿Hay algún círculo aquí? Alumno 4, ven a señalarlo.”

El alumno 4 piensa el recorrido que tiene que realizar Jack para llegar hasta el círculo, lo indica con las tarjetas de codificación y, posteriormente, lo programa y Jack realiza los movimientos.

Jack: “Vi que en el taller había un cuadro que me parecía haber visto un día en el Museo del Prado. Decidí comentárselo a Pablo, y él me dijo que era una versión cubista de Las Meninas, un cuadro de Velázquez. En el cuadro me dijo que salía gente muy importante, además de las Meninas, salían también los reyes de aquel momento, Mariana de Austria y Felipe IV.”

Maestra: *“Mariana de Austria y Felipe IV eran los reyes... ¿Alguien ve algo relacionado con esto en el tapete?”*

Alumno 5: *“¡Sí, el 4º!”*

El alumno 5 piensa el recorrido que tiene que realizar Jack para llegar hasta el 4º, lo indica con las tarjetas de codificación y, posteriormente, lo programa y Jack realiza los movimientos.

Jack: *“Vi que Picasso tenía mucho que hacer, tenía cuadros, esculturas, diseños de vestuario... Así que decidí despedirme y marcharme a casa para no molestarle y que él pudiese trabajar tranquilo. Justo antes de irme le pregunté en qué portal vivía, para así poder volver a visitarle otro día; él me dijo el número, pero añadió “si lo olvidas, acuérdate de que, para ponerlo con las dos manos, saco 2 dedos de una y 4 de la otra”. Yo no recuerdo el número, pero... ¿vosotros sabéis cuál es?”*

Maestra: *“A ver, a ver... sacamos todos 2 dedos de una mano y 4 de la otra... ¿Qué número es?”*

Alumnos: - *sacan los dedos indicados de cada mano – “¡El 6!”*

Maestra: *“¿Y hay algún 6 aquí? Alumno 6, ven a ver.”*

El alumno 6 piensa el recorrido que tiene que realizar Jack para llegar hasta el 6, lo indica con las tarjetas de codificación y, posteriormente, lo programa y Jack realiza los movimientos.

Jack: *“¡El 6, ese era! ¡Muchas gracias por ayudarme a recordar ese maravilloso día! ¡Hasta pronto!”*

3.4. EVALUACIÓN

Tomando como referencia lo marcado en el DECRETO 122/2007, de 27 de diciembre, por el que se establece el currículo del segundo ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad de Castilla y León, la evaluación pretende tanto identificar los aprendizajes realizados por los alumnos, como valorar el desarrollo o evolución alcanzada por los mismos; lo cual sirve de referencia a la hora de orientar la práctica educativa.

La evaluación llevada a cabo durante dentro de la propuesta metodológica ha sido global, continua y formativa. La principal técnica utilizada ha sido la observación sistemática y directa de los alumnos durante el desarrollo de las actividades realizadas, así como después de las

mismas y en la realización de las fichas con contenidos relacionados; con el fin de comprobar si se habían producido aprendizajes significativos.

Con el objetivo de recoger por escrito las observaciones realizadas durante la puesta en práctica de las actividades, y poder realizar así un seguimiento de los aprendizajes y desarrollo del alumnado, se ha realizado una rúbrica de evaluación en la que a través de varios ítems se evalúa el nivel de consecución de los objetivos marcados. Esta rúbrica se puede encontrar en el ANEXO I.

En este nivel educativo es importante también que los maestros evalúen, además de los procesos de aprendizaje, su propia práctica docente. Para esto se ha realizado una rúbrica que el docente, siendo objetivo, ha de completar marcando ciertos ítems con el fin de identificar sus puntos fuertes, sus debilidades, su nivel de adaptación a los imprevistos y a las características de los alumnos... La realización de una autoevaluación ayuda al propio maestro a reflexionar sobre su actuación en el aula, pudiendo así buscar otros métodos o estrategias educativas más adecuadas para el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del aula. La rúbrica destinada a la autoevaluación puede encontrarse en el ANEXO II.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES

En este cuarto y último capítulo del Trabajo Fin de Grado se exponen las conclusiones a las que se ha llegado tras estudiar todo lo expuesto anteriormente y obtener numerosos aprendizajes tanto con la realización de la fundamentación teórica como con la puesta en práctica de la propuesta metodológica.

Gracias a la realización de la fundamentación teórica, junto a todos los libros, artículos y páginas web que he leído, he podido conocer mejor cómo enseñar las matemáticas en la etapa de Educación Infantil, las etapas que según diversos autores hay que seguir o cómo lograr aprendizajes significativos dentro de este ámbito educativo.

He reafirmado la opinión que tenía, basada en diversas teorías, de que los niños de estas edades aprenden mejor los conceptos cuando son ellos los protagonistas de su propio aprendizaje, son quienes toman las decisiones, observan y experimentan con el material, creando ellos mismos los conceptos a partir de las percepciones sensoriales. Aun así, en la puesta en práctica de la propuesta metodológica he podido evidenciar que la mediación del profesor es muy necesaria en cuanto que los alumnos en muchas ocasiones requieren de alguien que les oriente y, mediante sugerencias, les haga observar y ser conscientes de los procesos, creando nexos entre las experiencias para que los aprendizajes sean más significativos.

Respecto a los materiales a utilizar he podido descubrir que son un factor de gran relevancia en las aulas de Educación Infantil, son un gran apoyo en la enseñanza-aprendizaje de los contenidos ya que pueden crear un gran interés y motivación en el alumnado hacia la realización de actividades y el propio aprendizaje. He comprobado de manera práctica, tras considerar teorías que lo afirmaban, que es posible enseñar las matemáticas, o cualquier otra área de conocimiento, de una manera atractiva y lúdica para los alumnos, aspecto clave dentro de la escuela. Y que el juego puede ser un buen recurso didáctico que además fomenta la autonomía, la iniciativa, la ayuda entre compañeros, el respeto mutuo, las relaciones de igualdad dentro del aula, la aceptación de la diversidad... (Garaigordobil, 2005; Mato Vázquez, 2018).

He constatado también que es posible trabajar el desarrollo del pensamiento computacional en la Educación Infantil, así como la orientación espacial. Ambos son aspectos que no se suelen tratar en las aulas, el primero debido a que no se menciona nada aún al respecto en el currículo educativo de la etapa y el segundo, en numerosas ocasiones, por no aparecer dentro de los proyectos editoriales, tan usados en las escuelas. Sin embargo, considero que su aparición

dentro del aula puede conllevar numerosos beneficios para los alumnos, no solo en el ámbito más académico sino también en su día a día, con la resolución de problemas, la orientación en la escuela o la calle, etc.

Debido al interés mostrado por parte de los niños para repetir la experiencia y volver a trabajar con el ratón con frases como “*Marta, ¿viene hoy Jack? Dile que venga, porfa*” y la alegría mostrada cuando lo veían, se puede considerar que la inclusión de este elemento robótico en el aula es un elemento motivador del aprendizaje y además aumenta su interés por el trabajo de las matemáticas. En relación con esto, cabe destacar que la innovación en la etapa de Educación Infantil puede ser muy positiva, ya que los alumnos adquieren aprendizajes más significativos que mediante otros métodos más tradicionales como es la realización de fichas que, como ellos mismos afirman, les resulta aburrido, pero se sigue usando en la mayoría de las aulas. Además, los cuadernos de fichas los realizan las editoriales de manera general sin tener en cuenta las adaptaciones curriculares; sin embargo, mediante la utilización de otros recursos como puede ser el *Code & Go Robot Mouse* se pueden adecuar los contenidos a tratar según el nivel de conocimientos de los alumnos, sus intereses y sus características.

Con este tipo de material se puede llevar a cabo una enseñanza globalizada, lo cual, como sugieren Carbó y Gràcia (2004), es una necesidad irrenunciable y algo que han de lograr los maestros buscando metodologías y estrategias que lo potencien. Esto ha sido considerado y, en el caso de la propuesta metodológica desarrollada en el presente Trabajo Fin de Grado, no se ha buscado trabajar las matemáticas de manera aislada sino en relación con ciertos contenidos artísticos. Este hecho ayuda a que el alumnado pueda descubrir matemáticas dentro de otros ámbitos y no crean que aparecen únicamente en los libros, los cuales además, según Alsina (2010) y su pirámide de la educación matemática, no deben usarse con mucha frecuencia dentro del aula de Educación Infantil.

Una vez terminada la realización del trabajo, afirmo que he logrado alcanzar todos los objetivos que me planteé con la elaboración del mismo, mencionados en el capítulo 1.

Este trabajo ha supuesto un gran reto, he tenido que hacer uso de todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y todo ello me ha ayudado a reafirmar mi gusto por esta profesión y las ganas de seguir aprendiendo cosas nuevas. Como futura maestra, considero que nunca debemos parar en nuestros aprendizajes para seguir evolucionando profesionalmente. Teniendo en cuenta que el primer contacto que tienen los niños con el aprendizaje se produce en la escuela infantil, siempre me plantearé mi trabajo con profunda responsabilidad y seriedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliane, N.; Bemposta, S.; Fernández, J. & Egidio V. (2007). *Una experiencia práctica de aprendizaje basado en proyecto en una asignatura de robótica*. Recuperado el 25 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2Jwxh4p>
- Alsina, À. (2006). *Cómo desarrollar el pensamiento matemático de los 0 a los 6 años*. Barcelona: Octaedro-Eumo.
- Alsina, À. (2009). El aprendizaje realista: una contribución de la investigación en Educación Matemática a la formación del profesorado. En M.J. González, M.T. González y J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 119-127). Santander: SEIEM.
- Alsina, A. (2010). La “pirámide de la educación matemática”: una herramienta para ayudar a desarrollar la competencia matemática. *Aula de innovación educativa*, 189, 12-16.
- Alsina, À. (2011). *Educación matemática en contexto: de 3 a 6 años*. Barcelona: I.C.E. Universitat de Barcelona.
- Alsina, A., y Acosta Inchaustegui, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional: una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática*, 52, 218-235. Recuperado el 8 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/2KiFE5x>
- Arteaga Martínez, B., y Macías Sánchez, J. (2016). *Didáctica de las matemáticas en Educación Infantil* (1ª ed., pp. 199-227). Logroño: UNIR Editorial.
- Battegazzore, P. (2009). *Bee-bot, fare robotica con un giocattolo programmabile a banalità limitata*. Recuperado el 18 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2XqaCL1>
- Berciano Alcaraz, A., Jiménez-Gestal, C., Salgado Somoza, M. (2016). Tratamiento de la orientación espacial en el aula de Educación Infantil desde la perspectiva de la Educación Matemática Realista. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 93, pp. 31-43.
- Berdonneau, C. (2008). *Matemáticas activas (2-6 años)*. Barcelona: GRAÓ.
- Bishop, A. (1998). El papel de los juegos en educación matemática. En *El juego como estrategia didáctica* (pp. 23-34). Barcelona: Graó.
- Boule, F. (1995). *Manipular, organizar, representar*. Madrid: Narcea.

- Bravo Sánchez, F., y Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13 (2), 120-136.
- Bressan, A. (2017). *Los principios de la educación matemática realista*. Recuperado el 12 de abril de 2019 de <https://bit.ly/2HdQ2b6>
- Bressan, A. M., Gallego, M. F., Pérez, S., y Zolkower, B. (2016). *Educación Matemática Realista Bases teóricas*. Recuperado el 12 de abril de 2019 de <https://bit.ly/2TBkCiV>
- Canals, M. A. (2001). *Vivir las matemáticas*. Barcelona: Octaedro.
- Carbó, L. y Gràcia, V. (2004). *El mundo a través de los números*. Lleida: Editorial Milenio.
- Castro, E., y Castro, E. (2016). *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Educación Infantil* (pp. 19-42). Madrid: Pirámide.
- Chamorro, M. C. (2005). *Didáctica de las matemáticas para Educación infantil* (pp. 383-407). Madrid: Pearson Educación.
- da Silva, M., y González, C. (2017). *PequeBot: Propuesta de un Sistema Ludificado de Robótica Educativa para la Educación Infantil*. Universidad de La Laguna.
- de Guzmán, M. (2003). *Cuentos con cuentas* (1ª ed., p. 7). Madrid: NIVOLA.
- Decreto 122/2007, de 27 de diciembre, por el que se establece el currículo del segundo ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad de Castilla y León. *B. O. C. y L. – núm. 1*, pp.6-16. Recuperado el 25 de febrero de 2019, de: <https://bit.ly/2pWRzeH>
- Dienes, Z. P. (1986): *Las seis etapas del aprendizaje en matemática*. Barcelona. Teide.
- Domingo, M. y Marquès, P. (2011). Classroom 2.0 Experiences and Building on the Use of ICT in Teaching. *Revista Comunicar*, 19(37), 169-175. Recuperado el 9 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/2XZRd3C>
- Edo, M. (2008). Matemáticas y arte en educación infantil. *UNO. Revista Didáctica de las Matemáticas*, 47, 37-53.
- Ferrándiz, I. M. (2014). La inclusión del juego. *Revista nacional e internacional de educación inclusiva*. 7 (1), 96-109.

- Garaigordobil, M. (2005). Importancia del juego infantil en el desarrollo humano. En *El juego como estrategia didáctica* (pp. 13-21). Barcelona: Graó.
- García, M., y Navarro, M. (Enero 2017). Robótica para todos en Educación Infantil. *Paideia*, (60), 81-104. Recuperado el 8 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/2VdVJ1C>
- Ghitis, T., & Vásquez, J. A. A. (2014). Los robots llegan a las aulas. *Infancias imágenes*, 13(1), 143-147.
- Gonzato, M., Fernández Blanco, T., y Díaz Godino, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 99-117.
- Grover, S., & Pea, R. (Febrero 2013). Computational Thinking in K–12 A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. Recuperado el 8 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/2XZYsIC>
- Imaginarium (2018). Cubetto [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2QZKCDQ>
- INTEF. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno de España.
- Learning Resources (2016). *Programmable Robot Mouse. Activity Guide*. Recuperado el 18 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2WofN1P>
- Mato Vázquez, M. D. (2018). *Aprender para enseñar Matemáticas en Educación Infantil*. Madrid: Pearson Educación.
- Missant, B. (2001). *Des ateliers Montessori à l'école, une expérience en maternelle*. Paris. ESF, p.42.
- Moreno-León, J., Robles, G. y Román-González, M. (2016). *Conociendo a Van Gogh a través de la programación de robots en infantil. Validación de un instrumento de evaluación del aprendizaje*. Recuperado el 18 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2ISsECj>
- Muñoz, J. (2015). *STEM, STEAM... ¿pero eso qué es?* ODITE: Observatorio de Innovación Tecnológica y Educativa. Recuperado el 28 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/1IfTuWw>

- ORDEN ECI/3960/2007, de 19 de diciembre, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Infantil. Recuperado el 25 de febrero de 2019, de: <https://bit.ly/1pXR4Mh>
- Ortega, B. (2016). *¿Qué es STEAM?* DIWO. Recuperado el 28 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2HFm0h1>
- OXFORD. (s.f.). Juego. En *Spanish Oxford Living Dictionaries*. Recuperado el 5 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/2gTKWDj>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas* (1ª ed.). New York: Basic Books Inc, p.5. Recuperado el 7 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/2ArfEA2>
- Planas, N. y Alsina, A. (2009). *Educación matemática y buenas prácticas*. Barcelona: Graó.
- Polya, G. (1990). *Cómo plantear y resolver problemas*. Mexico, D.F.: Trillas.
- Primo Toys (s.f.). *Conoce a Cubetto*. Recuperado el 18 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2yECxeU>
- Puig Adam, P. (1964): *El material para la enseñanza de las matemáticas: Comisión internacional para el estudio y mejora de la enseñanza de la Matemática*. Aguilar. Madrid.
- Real Academia Española. (s.f.). Juego. En *Diccionario de la lengua española* (23.ª ed.). Recuperado el 5 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/2V3KEuV>
- Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil. Recuperado el 25 de febrero de 2019, de: <https://bit.ly/2GaiXcs>
- Resolución de 11 de abril de 2013, del Rector de la Universidad de Valladolid, por la que se acuerda la publicación del reglamento sobre la elaboración y evaluación del Trabajo de Fin de Grado. B. O. C. y L. núm. 78 de 25/04/2013, pp.27266-27273. Recuperado el 25 de febrero de 2019 de: <https://bit.ly/2JoZD21>
- Ro-bótica Global S.L. (s.f.). Bee-Bot y Blue-Bot [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2XDnm0T>
- Ro-bótica Global S.L. (2017). Pro Bot [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2IKxvTB>
- Root Robotics. (2018). Root [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2I6N1di>

- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Sanz, D. (s.f.). *Codi Oruga. Descubre todo lo que hay que saber del robot más infantil*. Recuperado el 15 de marzo de: <https://bit.ly/30Lsy4O>
- Sanz, D. (s.f.) Codi Oruga [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/30Lsy4O>
- The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2014, marzo 6). *STEM Integration in K-12 Education* [Video]. Recuperado el 2 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/XoACXN>
- Universidad de Valladolid. (2011). *Plan de Estudios del título de Graduado/a en Educación Infantil*. Versión 5 (13/06/2011). Recuperado el 5 de marzo de 2019 de <https://bit.ly/2vYBcPv>
- Valiant Technology Ltd. (s.f.). Recuperado el 25 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2w6rXMV>
- Van Reeuwijk, M. (1997). Las matemáticas en la vida cotidiana y la vida cotidiana en las matemáticas. *UNO: Revista de didáctica de las matemáticas*, 12, 9-16.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. Recuperado el 29 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2J8RWeo>
- Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*/Vol. 49, No. 3. pp. 33-35. Recuperado el 8 de abril de 2019 de: <https://bit.ly/1r4smq0>
- ¿De qué hablamos cuando hablamos de STEAM? (2016). Recuperado el 28 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2OWZwts>
- ¿Qué es la robótica educativa? (2019). Recuperado el 25 de marzo de 2019 de: <https://bit.ly/2VCkswN>

ANEXOS

ANEXO I: RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL ALUMNADO

Después de la realización de cada actividad, se completarán los ítems relacionados con la actividad. Se valorará el grado de consecución, escribiendo una X en la casilla correspondiente.

Alumno:				
ÍTEMS		Conseguido	En proceso	No conseguido
ACT.1	Muestra atención e interés por la historia escuchada.			
	Se interesa por las características y posibilidades de acción de Jack.			
ACT.2	Adquiere consciencia de los conceptos adelante, atrás, izquierda y derecha.			
	Planifica y programa una secuencia de acciones.			
ACT.3	Se inicia en la programación y pensamiento computacional.			
	Conoce y es capaz de descomponer números del 1 al 6.			
	Relaciona número con cantidad.			
ACT.4	Aprecia y valora las representaciones artísticas.			
	Adquiere consciencia de los conceptos: adelante, atrás, izquierda y derecha.			
	Reconoce y diferencia las figuras geométricas.			
	Reconoce los elementos existentes dentro del cuadro “El Estudio”.			

ACT. 5	Aprécia y valora las representaciones artísticas.			
	Adquiere consciencia de los conceptos adelante, atrás, izquierda y derecha.			
	Reconoce y diferencia las figuras geométricas en el entorno.			
	Es capaz de diseñar el trayecto más corto para llegar de un punto a otro.			
GENERALES	Expresa verbalmente, con un lenguaje matemático apropiado, lo que va a realizar.			
	Aplica lo aprendido en situaciones ajenas a la sesión de matemáticas.			
	Muestra una buena predisposición ante el aprendizaje, e interés por las actividades.			
	Respeto a sus compañeros y colabora con ellos en la realización de las actividades.			
OBSERVACIONES				

ANEXO II: RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN

Se evaluará la práctica docente completando la siguiente tabla tras la realización de cada actividad, marcando una X en la casilla correspondiente.

RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN PARA LA PRÁCTICA DOCENTE				
	ÍTEMS	SÍ	NO	OBSERVACIONES
ACTIVIDAD:	¿Han comprendido los alumnos el sentido de la actividad?			
	¿Han quedado claros los conceptos matemáticos trabajados?			
	¿Mostraban los alumnos interés y motivación hacia la actividad y el aprendizaje?			
	¿La agrupación del alumnado era la más idónea para la actividad?			
	¿Era la actividad adecuada al nivel de los alumnos?			
	¿Ha sido adecuada la duración de la actividad en relación con las necesidades de los alumnos?			
	¿Ha sido la metodología utilizada la más conveniente?			
	¿Se han alcanzado los objetivos marcados?			
	VALORACIÓN FINAL			
PROPUESTAS DE MEJORA				