

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

La programación gráfica como método para adquirir contenidos del área de matemáticas

Trabajo fin de grado presentado por:	Diego Gómez Díaz
Titulación:	Grado en Maestro en Educación Primaria
Línea de investigación:	Propuesta de Intervención
Director/a:	Elena Almaraz Luengo

Madrid
17/05/2014
Firmado por:

CATEGORÍA TESAURO: Métodos pedagógicos

1 RESUMEN

En este trabajo fin de grado se analiza una estrategia metodológica que pretende por un lado alcanzar los objetivos de la educación primaria en el área de las matemáticas y por el otro reducir las barreras que motivan el fracaso escolar en algunos niños dentro de esta área. Esta línea se fundamenta en los principios del constructivismo y el uso de herramientas de programación gráfica como método de aplicación. Por medio del constructivismo el niño toma un mayor protagonismo en su proceso de aprendizaje. El uso de las herramientas propuestas contribuye a desarrollar la motivación, la autonomía y la indagación, mientras que ofrece un entorno que permite la autorregulación y aprendizaje por medio de la experimentación y del error.

Este método pretende complementar los ya existentes en el aula. Como ejemplo de aplicación se expone un caso de intervención en una escuela donde predominan los sistemas tradicionales de formación.

Palabras clave: Matemáticas, Constructivismo, Programación, TIC, Scratch

ÍNDICE

1	Resumen	1
2	Introducción	5
2.1	Justificación	5
2.2	Objetivos.....	5
2.2.1	Objetivo general	5
2.2.2	Objetivos específicos.....	5
2.3	Metodología	6
3	Marco teórico.....	7
3.1	Currículo de matemáticas en educación primaria.....	7
3.2	Dificultades de aprendizaje.....	9
3.3	Constructivismo.....	13
3.4	La programación como método constructivista.....	15
3.4.1	Las herramientas.....	17
3.5	Potencial de la herramienta scratch.....	20
3.5.1	Motivación intrínseca	20
3.5.2	Una herramienta interdisciplinar	21
3.5.3	Fácil de aprender.....	21
3.5.4	Scratch como medio para elaborar contenido de aprendizaje.....	22
3.5.5	Scratch para resolver problemas concretos	23
3.5.6	Scratch como entorno de aprendizaje	24
3.5.7	Un proyecto social para aprender	25
3.5.8	Un proyecto de código abierto	26
3.5.9	Limitaciones de la herramienta	27
4	Marco metodológico.....	29
4.1	Principios de aplicación metodológica.....	29
4.1.1	Formación del profesorado	30
4.2	Análisis del contexto.....	30
4.3	Propuesta de aplicación sobre el currículo de matemáticas.....	32

4.3.1	Operaciones con números naturales (Tema 1).....	32
4.3.2	Operaciones con números decimales (Tema 2 y tema 3).....	33
4.3.3	Múltiplos y divisores (Tema 4).....	33
4.3.4	Potencias y raíces (Tema 5).....	34
4.3.5	Las fracciones y sus operaciones (Tema 6 y 7).....	34
4.3.6	Porcentaje y proporcionalidad (Tema 8).....	35
4.3.7	Medidas de magnitudes. Sistema métrico decimal (Tema 9).....	35
4.3.8	Números enteros (Tema 10).....	36
4.3.9	Los ángulos y sus medidas (Tema 11).....	36
4.3.10	Los polígonos y su superficie (Tema 12).....	37
4.3.11	La circunferencia y el círculo (Tema 13).....	37
4.3.12	Los cuerpos geométricos (Tema 14).....	38
4.3.13	Probabilidad y estadística (Tema 15).....	38
4.4	Caso de intervención.....	39
4.4.1	Presentación del proyecto al equipo docente.....	39
4.4.2	Sesiones.....	39
4.4.3	Evaluación.....	43
5	Conclusiones.....	44
6	Prospectiva.....	46
7	Referencias bibliográficas.....	47
8	Anexos.....	49
8.1	Anexo 1. El constructivismo de las matemáticas a través de la programación gráfica.....	49
8.1.1	Claves del constructivismo en las matemáticas:.....	49
8.1.2	Propuesta:.....	49
8.1.3	Pautas:.....	49
8.1.4	Sesión tipo: 50 min.....	50
8.1.5	Propuesta de estrategias por temas.....	50
8.1.6	Proyecto interdisciplinar.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Objetivos específicos del área de matemáticas en educación primaria	8
Tabla 2: Competencias básicas en educación primaria.....	8
Tabla 3: Tipología clásica de dificultades de aprendizaje (Bermejo, 2012)	10
Tabla 4: Componentes de aprendizaje afectadas según la tipología actual (Bermejo, 2012).....	10
Tabla 5: Tipología actual de los problemas de aprendizaje (Bermejo, 2012)	11
Tabla 6: Estrategias de intervención para reducir los problemas de aprendizaje (Bermejo, 2012) ..	12
Tabla 7: Claves para el trabajo constructivista en el aula (Gregorio Guirles, 2002)	14
Tabla 8: Interrelación de estrategias para reducir las dificultades de aprendizaje.....	16

ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1: Interfaz del entorno de programación gráfica Alice 3.1	18
Ilustración 2: Interfaz del entorno de programación gráfica Scratch 2.0.....	19
Ilustración 3: Interfaz del entorno de programación gráfica Scratch Jr.....	20
Ilustración 4: Piezas de instrucciones de programación de Scratch	22
Ilustración 5: Sistema de coordenadas de Scratch	23
Ilustración 6: Ejemplo de problema de coordenadas con Scratch	24
Ilustración 7: Tarjeta con descripción de una actividad en Scratch.....	26
Ilustración 8: Juego de construcción Lego WeDo	27
Ilustración 9: Características generales de rendimiento del grupo clase.....	31
Ilustración 10: Captura de juego de code.org.....	32
Ilustración 11: Cálculo de máximo común divisor	33
Ilustración 12: Algoritmo de potencia	34
Ilustración 13: Ejercicio con fracciones	34
Ilustración 14: Proporciones de asteroides	35
Ilustración 15: Captura de Gem Game.....	36
Ilustración 16: Laberinto con ángulos	36
Ilustración 17: Dibujo de circunferencia	37
Ilustración 18: Captura de Blockly Threex.....	38
Ilustración 19: Captura juego de simulación.....	38
Ilustración 20: Detalle de construcción de polígonos en Scratch	42
Ilustración 21: Ejemplo de construcción de ejercicio de polígonos regulares	43

2 INTRODUCCIÓN

2.1 JUSTIFICACIÓN

Los objetivos y los procesos metodológicos descritos en la legislación vigente de educación (LOE 2006) a menudo distan de las realidades se pueden encontrar en las aulas de un centro escolar. Se siguen teniendo modelos formativos obsoletos, unidireccionales, donde el alumno es un elemento pasivo y el maestro es un transmisor de información. Pese a la importancia que se da al desarrollo de las competencias, muchos maestros siguen priorizando la adquisición de conocimientos frente al desarrollo de la habilidad de aprender a aprender. Los alumnos se sienten simples receptores y no protagonistas del proceso, lo que deriva en la pérdida de motivación y en dificultades para dar atención a la diversidad de las aulas.

La realidad es cada vez más cambiante. Este hecho lo recoge muy bien Ken Robinson (2009) con la afirmación de que *“los niños de ahora harán trabajos que aún no están inventados”*. Y por tanto la formación debe orientarse hacia desarrollar las competencias que les permitan formarse durante toda su vida y amar cada tarea que hagan.

Las matemáticas es una de las áreas con mayor potencial y que forma parte del cambio social y tecnológico. A lo largo del trabajo se recogen diferentes enfoques para trabajar la materia de una forma novedosa, adaptada a los cambios y las motivaciones de los alumnos y con un enfoque metodológico más acorde con las necesidades educativas.

2.2 OBJETIVOS

A continuación se detallan los objetivos que marcan la elaboración de este trabajo fin de grado.

2.2.1 Objetivo general

Fundamentar el uso de un lenguaje de programación gráfica para niños, como método para trabajar contenidos y competencias del área de matemáticas.

2.2.2 Objetivos específicos

Analizar las principales dificultades con las que se encuentran los alumnos al adquirir algunos conocimientos del área de matemáticas.

Analizar un planteamiento metodológico que dé respuesta a estas problemáticas, atendiendo la diversidad y realidad de las aulas.

Elaborar propuestas de trabajo para desarrollar los contenidos y competencias del área de matemáticas con ayuda de la herramienta gráfica de programación Scratch.

2.3 METODOLOGÍA

Los diferentes objetivos del trabajo se cubren a lo largo de los siguientes capítulos por medio de la realización de las siguientes actividades:

- Analizar en profundidad la legislación vigente para destacar los requisitos que se deben cubrir al planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de las matemáticas.
- Identificar las principales dificultades que presentan en la materia.
- Estudiar algún planteamiento metodológico apto para trabajar con la materia para incrementar el rendimiento de los alumnos.
- Analizar estudios y casos de éxito de la utilización de la herramienta Scratch, o lenguajes de programación similares, en escuelas para abordar conocimientos matemáticos o de otras áreas.
- Seleccionar un conjunto de contenidos y competencias del área de matemáticas, centrados en el tercer ciclo, que presenten dificultades evidentes en los estudiantes y que puedan desarrollarse por medio de la programación gráfica.
- Diseñar actividades con las que trabajar estos contenidos y competencias por medio de la herramienta Scratch.

El alcance del trabajo no permite realizar un estudio en profundidad de los resultados alcanzados en un proceso de intervención, no obstante se propone una serie de sesiones en un centro educativo para evaluar la aceptación por parte de docentes y alumnos.

3 MARCO TEÓRICO

A lo largo de este capítulo se analizan las bases teóricas que justifican el enfoque de la propuesta curricular. Desde las exigencias legislativas actuales, pasando por diversas teorías y experiencias educativas, se desarrollan los fundamentos para canalizar los esfuerzos y las pautas de construcción de la metodología utilizada en el siguiente capítulo.

3.1 CURRÍCULO DE MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA

En la legislación vigente referida al currículo de educación primaria (*Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación*.2006) , se recogen los objetivos que se persiguen alcanzar en esta etapa. Entre ellos, el que se centra en el área de las matemáticas dice que se ha de “*desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.*” (LOE 2006. Artículo 3.g.)

Este objetivo se concreta con los objetivos específicos del área que se enumeran a continuación:

1. Utilizar el conocimiento matemático para comprender, valorar y producir informaciones y mensajes sobre hechos y situaciones de la vida cotidiana y reconocer su carácter instrumental para otros campos de conocimiento.
2. Reconocer **situaciones de su medio habitual** para cuya comprensión o tratamiento se **requieran operaciones elementales de cálculo**, formularlas mediante formas sencillas de expresión matemática o resolverlas utilizando los algoritmos correspondientes, valorar el sentido de los resultados y explicar oralmente y por escrito los procesos seguidos.
3. **Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso** y reconocer el valor de actitudes como la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión o la perseverancia en la búsqueda de soluciones.
4. Conocer, valorar y adquirir seguridad en las propias **habilidades matemáticas** para afrontar situaciones diversas, que permitan disfrutar de los **aspectos creativos, estéticos o utilitarios** y confiar en sus posibilidades de uso.
5. Elaborar y **utilizar instrumentos** y estrategias personales de cálculo mental y medida, así como procedimientos de **orientación espacial**, en contextos de resolución de problemas, decidiendo, en cada caso, las ventajas de su uso y valorando la coherencia de los resultados.
6. Utilizar de forma adecuada los medios tecnológicos tanto en el cálculo como en la búsqueda, tratamiento y representación de informaciones diversas.
7. Identificar formas geométricas del entorno natural y cultural, utilizando el conocimiento de sus elementos y propiedades para describir la realidad y desarrollar nuevas posibilidades de acción. Utilizar técnicas elementales de recogida de datos para obtener

información sobre fenómenos y situaciones de su entorno; representarla de forma gráfica y numérica y formarse un juicio sobre la misma.

(LOE 2006. Anexo II)

Tabla 1: Objetivos específicos del área de matemáticas en educación primaria

En los objetivos se trata de identificar a las matemáticas como una asignatura instrumental, que es necesaria para el resto de asignaturas y para diferentes aspectos de la vida cotidiana. Su dominio es esencial para construir e interpretar la información en múltiples áreas del conocimiento.

Además se busca otorgar a la materia una consideración positiva por parte de los alumnos, tomando consciencia de que está presente en todos los elementos que les rodean y su utilización puede ayudarles a conocer e interpretar mejor el mundo.

Más allá del valor instrumental, las matemáticas promueven actitudes de la resolución activa de problemas y el pensamiento racional. Su buen manejo permite potenciar capacidades resolutivas y creativas.

Es esencial para alcanzar estos objetivos acercar las matemáticas a la realidad próxima de los niños y orientar su utilización en sus focos de interés.

Además de estos objetivos, en la legislación vigente ha tomado mayor importancia la evaluación por competencias. Al finalizar la etapa se deben haber adquirido las que se consideran las ocho competencias básicas. Estas competencias se trabajan de forma interdisciplinar en todas las áreas, aunque según la asignatura algunas pueden tomar más protagonismo.

1. Competencia en comunicación lingüística
2. Competencia matemática
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico
4. Tratamiento de la información y competencia digital
5. Competencia social y ciudadana
6. Competencia cultural y artística
7. Competencia para aprender a aprender
8. Autonomía e iniciativa personal

(LOE 2006. Anexo I)

Tabla 2: Competencias básicas en educación primaria

La asignatura de matemática se considera una de las materias instrumentales, cuya adquisición influye en el resto de materias, por ello adquiere una alta carga lectiva y del mismo modo se trabaja en otras asignaturas por medio del desarrollo de la competencia matemática.

La **competencia matemática** “consiste en la habilidad para **utilizar y relacionar** los **números**, sus operaciones básicas, los símbolos y las formas de expresión y **razonamiento matemático**, tanto para producir e interpretar **distintos tipos de información**, como para

ampliar el conocimiento sobre aspectos cuantitativos y espaciales de la realidad, y para resolver problemas relacionados con la vida cotidiana y con el mundo laboral” (LOE 2006).

La competencia en la comunicación lingüística es otra a la que se presta bastante atención en todas las asignaturas y no lo es menos en matemáticas. Esta competencia es fundamental para adquirir los nuevos contenidos y ser capaz de darle significado. Por otro lado, el área de las matemáticas aporta nuevos símbolos y formas de representar la información y comunicarse.

La competencia en el conocimiento y la interrelación con el mundo físico, adquiere una gran importancia en el sentido de hacer el conocimiento significativo. Al interrelacionar los conocimientos con la realidad próxima de los niños, éstos adquieren un mayor grado de significatividad. En la naturaleza en particular se pueden encontrar diversos patrones matemáticos que pueden ser utilizados en el aula.

La competencia en el tratamiento de la información y competencia digital, trae una nueva forma de entender y modelar el mundo a través de información digital. Este nuevo ámbito tiene una gran influencia del mundo matemático, por basarse en hechos numéricos. Esta interrelación puede ser aprovechada para trabajar de forma conjunta las matemáticas y las nuevas tecnologías.

En este sentido aparece una nueva competencia, que no se recoge en la legislación vigente, pero que está comenzando a valorarse en algunos currículos como el de Reino Unido (England, 2013). Dicha competencia trata de mejorar el pensamiento computacional, que tiene que ver con el desarrollo de la lógica y la resolución de problemas. Este aspecto, aunque se podría valorar que forma parte de la competencia matemática, puede adquirir relevancia de forma independiente, y esta distinción se está haciendo para que se tenga más en cuenta para ser capaces de responder mejor a los cambios del mundo en el que vivimos.

La sociedad actual ha evolucionado su tecnología y la forma de vida en las últimas décadas, gracias al uso de ordenadores y redes como Internet, que permiten producir y consumir información de una forma más rápida y selectiva. Entender cómo funcionan estos sistemas permite sacar mayor partido, convirtiéndose en una parte activa del cambio.

3.2 DIFICULTADES DE APRENDIZAJE

La buena valoración de las matemáticas y el desarrollo de buenas estrategias de meta aprendizaje de la materia es esencial para superar el reto que supone a algunos alumnos enfrentarse a su aprendizaje. Sin embargo hay que ser conscientes de la diversidad de los alumnos del aula, con diferentes formas y ritmos de aprendizaje, se deben dar oportunidades de aprendizaje a todos ellos.

Según la teoría de las inteligencias múltiples (Howard Gardner, 2005), las personas responden mejor a ciertos estilos de aprendizaje en función de cómo está constituido su cerebro. La conclusión de esta teoría es que no se puede utilizar una única vía para diseñar las unidades didácticas, se ha de pensar en la diversidad de los alumnos e intentar diferentes aproximaciones a

Gómez Díaz, Diego

los contenidos en las explicaciones, con el fin de facilitar el aprendizaje al mayor número de alumnos.

Además de esta consideración, pueden darse otras dificultades de aprendizaje más concretas. Bermejo (Bermejo, 2012) presenta dos tipologías de dificultades de aprendizaje en el área de matemáticas:

La tipología clásica, planteada por Kosci (Kosci, 1974), se refiere a un desorden estructural que afecta a la evolución de las capacidades matemáticas. Esta tipología se resume en la Tabla 3.

Discalculia verbal	Dificultades para nombrar términos y relaciones matemáticas.
Discalculia léxica	Dificultades para leer símbolos matemáticos
Discalculia gráfica	Dificultades para escribir números y símbolos de operaciones
Discalculia operacional	Dificultad para realizar operaciones matemáticas
Discalculia practognósica	Dificultad para manipular objetos reales o dibujados con fines matemáticos
Discalculia ideognósica	Dificultad para comprender ideas y relaciones matemáticas necesarias para los cálculos mentales

Tabla 3: Tipología clásica de dificultades de aprendizaje (Bermejo, 2012)

Por otro lado la tipología actual (Geary, 1994), concluye que las dificultades de aprendizaje pueden deberse a más causas de las ya mencionadas, tales como la ansiedad o dificultades de lectura.

Antes de enumerar la tipología actual, conviene conocer cuáles son las componentes que influyen en estas dificultades (Tabla 4).

Conteo u otros tipos de procedimientos aritméticos.	Componentes funcionales que se manifiestan en el proceso de resolución de problemas.
Recuperación de hechos numéricos.	
Conocimiento conceptual.	Referente a tareas necesarias para el desarrollo de las tareas procedimentales.
Memoria de trabajo.	
Velocidad de procesamiento	

Tabla 4: Componentes de aprendizaje afectadas según la tipología actual (Bermejo, 2012)

La tipología actual de dificultades de aprendizaje en el área de matemáticas (Geary, 1994) se muestra resumida en la siguiente tabla (Tabla 5).

Tipo semántico	Ocurre cuando se emplea pocos recuerdos de hechos numéricos. Lo que lleva a cometer muchos errores de cálculo. Esta dificultad está asociada con dificultades de lectura. La mejoría de un curso a otros es mínima.
Tipo procedimental	Son frecuentes los errores en la ejecución de procedimientos algorítmicos, y la utilización de procedimientos inmaduros. La mejoría de un curso a otro es positiva.
Tipo visio-espacial	Presentan dificultades de representación espacial de la información numérica.

Tabla 5: Tipología actual de los problemas de aprendizaje (Bermejo, 2012)

Estos problemas de aprendizaje suelen estar relacionados con otros déficits asociados, como dificultades de lenguaje escrito, de aprendizaje no verbal y en funciones ejecutivas.

Una vez identificadas las dificultades, teniendo en cuenta el modelo clásico y actual, se plantean las siguientes estrategias para reducirlas (Tabla 6).

Estrategia	Detalle
Partir de la matemática informal y de lo que conoce el niño	Es conveniente establecer el punto de partida en los conocimientos que ya tienen los alumnos y evolucionar desde ahí. Incorporando otros contenidos a partir de los que ya saben ayuda a hacer el conocimiento más significativo.
Uso de lo manipulativo y concreto	El uso de elementos tales como los dedos, gráficos, ábacos o cubos, establecen un vínculo entre lo manipulativo y lo visual con lo conceptual, que ayuda a romper algunos bloqueos que se producen al introducir nuevos conceptos matemáticos.
Aprendizaje cooperativo	En contra del enfoque tradicional, donde los alumnos se muestran competitivos, lo que genera ansiedad en algunos alumnos y perjudica a la percepción que tienen de la asignatura, se ha de fomentar el trabajo cooperativo. Para aplicar esta estrategia se requiere de algunos condicionantes, como una predisposición positiva al trabajo en grupo (tanto de los alumnos como del profesorado), una disposición del aula adecuada (que contribuya al diálogo y evite

	una observación unidireccional) y una asignación adecuada de responsabilidades.
Ritmo de aprendizaje: práctica intensiva versus compensación	Se ha de adaptar el currículo y los objetivos a las capacidades de los alumnos y establecer estrategias de práctica intensiva (reforzar los contenidos), que sea motivadora, y estrategias de compensación. Esta última se refiere a permitir a alumnos con dificultades utilizar herramientas (tablas, calculadoras, etc.) que les permita superar sus dificultades y poder continuar progresando con los contenidos.
Adaptarse a los puntos fuertes y débiles de los alumnos	Algunos alumnos presentan dificultades lingüísticas y otros de comprensión simbólica. En los dos casos conviene usar estrategias diferentes. En el primero apoyar los problemas con fichas con explicaciones simbólicas o definiendo los pasos para la resolución del problema. Con los segundos se ha de usar explicaciones verbales más claras.
Motivación	<p>La motivación es el factor esencial en todas las asignaturas para que los alumnos afronten de forma positiva los nuevos contenidos. Una de las herramientas con la que mejor se puede trabajar la motivación es el juego. Si se presentan los contenidos a través del juego, la predisposición receptiva de los alumnos será más positiva.</p> <p>La asignatura de las matemáticas queda a veces fuera de las posibilidades creativas e imaginativas de las que se valen muchos juegos. Sin embargo, existe un potencial enorme de acercar los contenidos del área por medio de esta estrategia.</p> <p>Antes de introducir un nuevo contenido es conveniente crear la necesidad de su aprendizaje, por ejemplo describiendo problemas que puedan reproducir en su vida y posteriormente discutirlos en el aula.</p>
Autorregulación y autoestima	Es necesario ofrecer indicaciones claras de cómo se ha de llevar a cabo el proceso de trabajo, dando importancia a todo el proceso y no sólo al resultado. De esta forma, los alumnos toman una mayor consciencia de todo el proceso, siendo más capaces de identificar los errores y planificar variaciones cuando sean necesarias.

Tabla 6: Estrategias de intervención para reducir los problemas de aprendizaje (Bermejo, 2012)

En resumen, se trata de potenciar la educación personalizada y cooperativa, haciéndola participativa y activa, y centrando el conocimiento a los puntos de interés de los alumnos. Este enfoque es altamente constructivista, concepto en el que se profundiza en el siguiente apartado.

A lo largo de los siguientes capítulos se presentan experiencias en las que el uso de una nueva metodología, centrada en proyectos de elaboración de actividades con ayuda de la herramienta Scratch, consiguen mejorar la evolución de algunos alumnos en la asignatura, así como lograr mejorar la percepción de la misma (Amanda Wilson, Thomas Connolly, Thomas Hainey, & David Moffat, 2011; Calder & Taylor, 2010; Giannakos, Chorianopoulos, & Jaccheri, 2012; Ke, 2014).

3.3 CONSTRUCTIVISMO

El constructivismo plantea una forma diferente de hacer las cosas, no se trata solamente de transmitir nuevos contenidos o aplicar nuevos métodos, sino se ha de entender como un enfoque completamente radical respecto a la enseñanza tradicional, donde se modifica el papel del alumno y del profesor.

Las pautas planteadas por Bermejo (2012) para reducir las dificultades en el trabajo en el área, coinciden con las establecidas por Gregorio (2002), quien además indica la necesidad de aplicar los siguientes cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Clave	Detalle
La racionalidad, ajuste y renovación de contenidos matemáticos	<p>Se hace necesario realizar algunos cambios en la estructura de contenidos y métodos que se aprenden en la asignatura, para adaptarse mejor a los cambios y permitir un enfoque más constructivista, donde el alumno gane protagonismo en su propio proceso de aprendizaje. Se plantea:</p> <ul style="list-style-type: none">- Disminuir la carga de algoritmos en el aula.- Potenciar el cálculo mental, la aproximación y el tanteo.- Fomentar el uso de la calculadora en algunos momentos donde el cálculo operacional esté en un segundo plano y pueda restar importancia a otros procesos.- Consensuar la utilización del cálculo mental, calculadora y cálculo con lápiz y papel, en cada ciclo y para contenido.- Priorizar el trabajo práctico, oral y la comprensión.- Basar el trabajo de medida de las diferentes magnitudes en la utilización de herramientas que puedan ser construidas en el aula.- Unir el trabajo numérico y la práctica de medidas, reduciendo la transformación de unidades.- Trabajar la matemática del espacio frente a la geometría formal y

	<p>analítica, dedicando más tiempo al desarrollo de la visión espacial y la intuición geométrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudiar los objetos de la vida cotidiana como base para el trabajo geométrico. <p>Todo esto va ligado a hacer más significativos los contenidos y entender la presencia y el valor de las matemáticas en la vida cotidiana.</p>
La alfabetización matemática y el sentido numérico	<p>Es prioritario centrarse en los procesos de construcción y reconstrucción de los contenidos a partir de los conocimientos que tiene el grupo. Esto se logra mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La realización de investigaciones matemáticas. - Entender el error como una herramienta de aprendizaje. - Los alumnos deben ser generadores del conocimiento. <p>Un ejemplo de este enfoque consiste en permitir a los alumnos que indaguen sobre posibles algoritmos para resolver un problema, antes de presentarles el procedimiento más académico. Ya que así los algoritmos tienen sentido como proceso y no como un método incomprensible de cálculo.</p>
Resolver problemas	<p>El fin último de conocer tantos algoritmos y hechos numéricos es el de ser capaces de resolver problemas. Por tanto es necesario trabajar este aspecto por encima de los demás, potenciando la autonomía y fomentando el trabajo cooperativo, que contribuye al aprendizaje entre iguales.</p>
La globalización y las matemáticas para la vida cotidiana	<p>Hay que tener presente que además la resolución de problemas debe ser extrapolable a la vida cotidiana de los alumnos, donde las matemáticas muestran diferentes formas de manifestarse. Para trabajar en este sentido es positivo utilizar la actualidad diaria de los medios de comunicación y lo que sucede en nuestro entorno para extraer hechos matemáticos. Igualmente es conveniente plantear situaciones de investigación al respecto.</p>
Los juegos	<p>Los juegos suponen la herramienta metodológica por excelencia en primaria, permite además de generar un concepto de las matemáticas más positivo, ser una oportunidad para trabajar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memorización y aprendizajes numéricos básicos. - El cálculo mental. - El dominio del sistema numérico decimal y las operaciones básicas. - La resolución de problemas.

Tabla 7: Claves para el trabajo constructivista en el aula (Gregorio Guirles, 2002)

Estas pautas son la base para la construcción de la propuesta de este proyecto fin de grado, que propone la aplicación del método constructivista por medio del desarrollo de aplicaciones multimedia, mediante la programación visual.

3.4 LA PROGRAMACIÓN COMO MÉTODO CONSTRUCTIVISTA

Los cambios en las últimas décadas, motivadas por la aparición de la informática e Internet, han creado nuevas formas de transmitir y consumir la información, así como de aprender. El enfoque constructivista es flexible y promueve la autonomía del alumno para ser protagonista de su propio aprendizaje.

Teniendo en cuenta esto es conveniente fijar la atención en el potencial del uso de los ordenadores en las aulas, para ser una herramienta de soporte al aprendizaje. Aunque en el trabajo de Gregorio (2002) se propone el uso de juegos de ordenador en el aula también se critica su abuso y el enfoque de estas actividades, que siguen aplicando el modelo tradicional de juegos que transmiten un conocimiento y espera una respuesta ordenada y pautada por parte del alumno.

Este enfoque es válido para permitir que alumnos con diferentes grados de aprendizaje avancen en los contenidos a su ritmo, pero no dejan de ser receptores pasivos y no generadores. La motivación inicial, causada por la novedad, desaparece pronto, por la evidente monotonía de estos medios.

En contra de este enfoque se plantea otro en el que los alumnos sean generadores y guías de su propio aprendizaje.

En la Tabla 8 se han relacionado las ideas de Bermejo (2012) y Gregorio (2002), con el modelo constructivista aplicado a través de la introducción de la programación visual en el aula.

Estrategias para reducir las dificultades de aprendizaje (Bermejo, 2012)	Estrategias del constructivismo (Gregorio Guirles, 2002)	Estrategias de trabajo con la programación gráfica (Elaboración propia)
Partir de la matemática informal y de lo que conoce el niño	La globalización y las matemáticas para la vida cotidiana	No hay mejor forma para hacer valiosas las matemáticas que el alumno identifique cómo de presentes están en su realidad próxima y en las cosas que les interesa: los juegos, el deporte, la naturaleza, etc. La tecnología y los juegos de ordenador están entre los puntos de interés de muchos niños. Al hacerles generadores de contenidos por medio del uso adecuado de las matemáticas identifican

		un valor práctico relacionado con su realidad próxima.
Uso de lo manipulativo y concreto	La racionalidad, ajuste y renovación de contenidos matemáticos	Resulta productivo utilizar herramientas complementarias y no centrarse siempre en el estudio de algoritmos que resultan, a menudo, incomprensibles para los niños. Con los juegos, los niños pueden simular y calcular conceptos matemáticos que ayudan en el proceso de aprendizaje.
Adaptarse a los puntos fuertes y débiles de los alumnos		
Aprendizaje cooperativo	Resolver problemas	La posibilidad de realizar proyectos en grupo contribuye al intercambio de conocimientos y al aprendizaje cooperativo.
Autorregulación y autoestima		Los sistemas informáticos son capaces de dar una respuesta inmediata ante la resolución de problemas. Esto produce un proceso natural de causa efecto que ayuda a los alumnos a desarrollar la resolución de problemas mediante procesos interactivos.
Ritmo de aprendizaje: práctica intensiva versus compensación	La alfabetización matemática y el sentido numérico	La realización de proyectos con estas tecnologías brinda muchas oportunidades para trabajar conceptos vistos en clase y así poder reforzarlos mediante su utilización. Por otro lado, la oportunidad de investigación y la libertad de experimentación hacen que pronto se demanden nuevos conocimientos.
Motivación	Los juegos	La utilización de estas herramientas y los proyectos orientados a la realización de pequeños juegos, resultan muy motivantes para los alumnos. El proceso de resolver problemas se convierte en un juego y el medio necesario para llevarlo a cabo es la aplicación de conceptos matemáticos.
	Resolver problemas	

Tabla 8: Interrelación de estrategias para reducir las dificultades de aprendizaje

Aparentemente, con esta interrelación parece viable la aplicación de estas técnicas para reducir los problemas de aprendizaje en el aula de algunos alumnos. A continuación se analizan cuáles han sido los intentos en los últimos años de utilizar estos métodos por medio de diferentes herramientas.

3.4.1 Las herramientas

El primer enfoque dirigido a utilizar los ordenadores de una forma más constructivista en las aulas apareció por primera vez con la invención del lenguaje de programación Logo en el año 1969 (Harel & Papert, 1990). Papert desarrolló su enfoque a partir de su experiencia adquirida al trabajar con Piaget a principios de los 60. Este sistema proponía la realización de juegos intelectuales, que los niños debían resolver desarrollando algoritmos mediante la programación con Logo. Los alumnos participaban en el proceso de comprensión y análisis del problema, la elaboración de una solución y la evaluación del resultado. Mediante este proceso cíclico de prueba, error y autocorrección, los alumnos tomaban consciencia de su proceso de aprendizaje (adquisición de meta aprendizaje) e iban avanzando en el aprendizaje de nuevos contenidos.

La esencia del lenguaje, que lo hacía apto para su enseñanza, es que era un lenguaje declarativo y sencillo que usaba instrucciones del lenguaje natural. Fue traducido a múltiples idiomas, incluido el castellano.

La herramienta contaba además con un visor gráfico en el que se podía ver una tortuga que respondía a las instrucciones que se iban programando. No obstante su enfoque didáctico era limitado, ya que requería aprender el lenguaje y sus posibilidades eran muy escasas. Pasó de concebirse para un uso generalizado a utilizarse sólo en cursos de introducción a la programación.

Sin embargo, los fundamentos de Logo y sus múltiples adaptaciones, se han mantenido en las herramientas actuales, entre las que cabe destacar dos: Alice y Scratch.

3.4.1.1 Alice

Alice es un entorno de programación que permite crear mundos virtuales en tres dimensiones y programar cada uno de sus elementos y el modo en que interactúan entre sí. El entorno cuenta con una librería muy amplia de recursos que se pueden incluir en el mundo simulado.

En el trabajo de Rodger (Rodger et al., 2010), proponen trabajar con esta herramienta mediante el desarrollo de historias interactivas. De esta forma se pueden ir introduciendo conceptos matemáticos y desarrollando competencias como la visión espacial.

En este mismo estudio se extrae de la experiencia de los docentes la impresión de que es una herramienta compleja, muy interesante y con mucho potencial, pero su principal barrera es la de no contar con recursos gráficos suficientes y válidos para las diferentes materias. En este sentido, la herramienta ha mejorado considerablemente, haciéndose con una amplia colección de recursos, incluso la empresa de videojuegos EA Games¹ ha donado algunos de sus modelos del juego Sims² al proyecto.

¹ <http://www.ea.com/> - EA Games, empresa de desarrollo de videojuegos de distribución internacional.

² <http://www.thesims.com/> - Juego de simulación social

Sus creadores argumentan que es un entorno muy flexible apto para las etapas de primaria, secundaria y hasta los primeros cursos de la universidad.

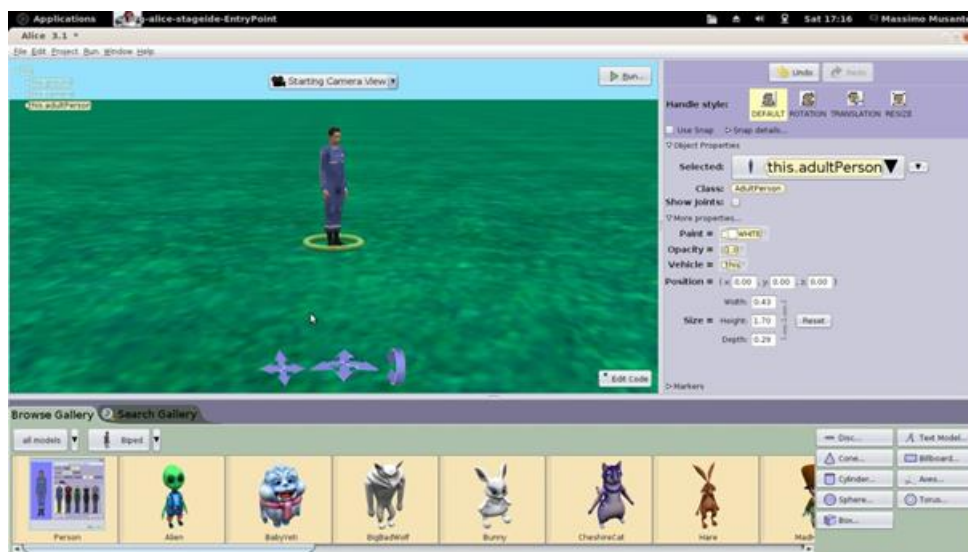


Ilustración 1: Interfaz del entorno de programación gráfica Alice 3.1

3.4.1.2 Scratch

Scratch es otro entorno de programación gráfica completo, que cuenta con un editor gráfico, otro de audio y un entorno de programación. En este sentido es similar a Alice, pero apuesta por un enfoque más sencillo. Su diseño (Resnick et al., 2009) está condicionado por dos objetivos:

- Reducir la curva de aprendizaje³, haciendo posible que cualquier persona pueda utilizarlo de una forma natural sin tener conocimientos previos de la plataforma.
- Lograr que pese a su simplicidad sea apto para ser usado en múltiples áreas y para fines diversos. Por eso esta plataforma apuesta por la utilización de un entorno en dos dimensiones.

Como la anterior herramienta, Scratch está siendo utilizada también en universidades y su abanico de posibilidades se presenta mucho más amplio. Este hecho fue destacado por el equipo de docentes que participaron en el taller organizado por el equipo de Liu (Liu, Lin, Hasson, & Barnett, 2011). En este taller se pretendía dar cobertura a las dos herramientas (Scratch y Alice) para mostrar a los participantes sus capacidades formativas. Si bien ambas fueron valoradas por su potencial de aplicación, consideraron más accesible Scratch. Destacaron una de las características de diseño de Scratch, su facilidad para comenzar a trabajar con el sistema sin necesidad de tener conocimientos previos. Scratch tiene una interfaz más intuitiva, lo que permite una aproximación más natural.

³ Curva de aprendizaje: grado de dificultad que presenta un sistema para ser aprendido y utilizado.

En las olimpiadas Sirias de tecnología, cuyo propósito es el de acercar las nuevas tecnologías a los más jóvenes, se valoró (IDLBI, 2009) la inclusión de una herramienta de este tipo para las categorías de primaria y secundaria. Se pretendía así, aumentar la participación de estas etapas educativas en el concurso. Tras valorar Alice y otras opciones basadas en Logo se optó por usar Scratch ya que consideraban que ofrecía las mismas posibilidades pero con un grado de complejidad inferior.

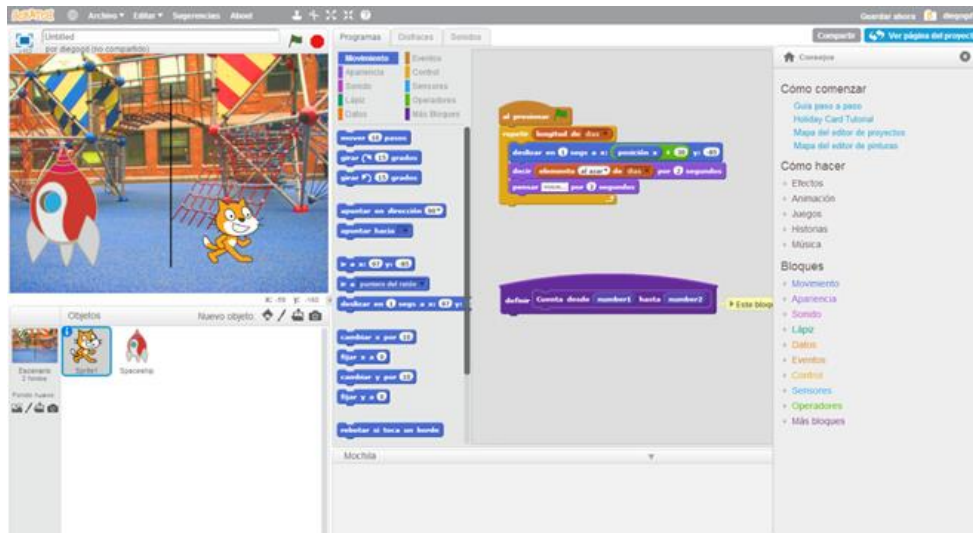


Ilustración 2: Interfaz del entorno de programación gráfica Scratch 2.0

A diferencia de otros sistemas similares, Scratch no fue diseñado para enseñar a los niños a programar, sino para ofrecerles una herramienta con la que convertirse en generadores de contenidos. La programación es un medio, un lenguaje con el que dar instrucciones y no debía suponer una barrera. Pero su uso ayuda a desarrollar el pensamiento computacional, ganando competencia en la capacidad para resolver problemas por medio de soluciones creativas.

Más allá del objetivo inicial, esta herramienta está siendo utilizada por personas de todas las edades y en todo tipo de proyectos.

Por considerarse la herramienta más apta para el trabajo de la programación gráfica en primaria, se profundizará más adelante (punto 3.5) en sus características.

3.4.1.3 Scratch Jr

Siguiendo los mismos principios de Scratch se ha diseñado una nueva versión dirigida a niños en la etapa de infantil, donde se han simplificado muchos conceptos. Actualmente se está realizando un proyecto de financiación colectiva para hacer posible este proyecto. Se espera contar con una versión para iPad para mediados de este año (verano de 2014).



Ilustración 3: Interfaz del entorno de programación gráfica Scratch Jr.

3.5 POTENCIAL DE LA HERRAMIENTA SCRATCH

En el apartado anterior se han descrito algunas de las características de la herramienta, que la hacen destacar por encima de otras alternativas. A continuación se amplían algunas de sus funcionalidades y aplicaciones en la docencia.

3.5.1 Motivación intrínseca

Uno de los principios fundamentales del constructivismo es desarrollar la motivación intrínseca en cada tarea que se lleva a cabo. El uso de una herramienta como Scratch plantea dos componentes altamente motivacionales, por un lado está el uso de las nuevas tecnologías y por otro las posibilidades de investigar y crear que proporciona la herramienta.

En el trabajo de Giannakos (Giannakos et al., 2012), se detalla un caso de estudio en el que se utiliza la herramienta Scratch para construir un juego matemático con el que estudiar los números enteros. Los alumnos se mostraron altamente motivados por tener la posibilidad de participar en una historia que les planteaba retos para continuar trabajando el concepto. Si bien este caso se aproxima más a los modelos tradicionales de juegos orientados a la enseñanza.

En el trabajo realizado por Amanda (Amanda Wilson et al., 2011) se plantea otro enfoque, donde toma mayor importancia el proceso de creación. En estos ejercicios los alumnos iban aproximándose poco a poco a diferentes conceptos que habían visto en el aula. En este modelo los

Gómez Díaz, Diego

alumnos se implicaban de una forma muy activa, y aquellos que solían presentar dificultades en las asignaturas se mostraban más integrados y motivados, mostrando una alta competencia en la tarea.

Lewis en su trabajo trata de relacionar la mejora académica por medio del aprendizaje de conceptos de programación (Lewis & Shah, 2012).

3.5.2 Una herramienta interdisciplinar

Scratch es una herramienta interdisciplinar en la que pueden confluír multitud de intereses y áreas de conocimiento. Desde la composición literaria, a la creación artística y las matemáticas. En diferentes proyectos realizados donde había un grado de libertad muy amplio se experimentó como se ponían en práctica diferentes motivaciones (IDLBI, 2009). Al desarrollar un proyecto, unos pueden centrarse más en la creación artística, otros en la componente programática y otros en la historia.

La página web del proyecto ofrece una amplia colección de recursos didácticos organizados por tipos de contenido, áreas y niveles. Se pueden encontrar proyectos de matemáticas, literatura, ciencias, artes visuales y ciencias de la computación entre otros.

3.5.3 Fácil de aprender

Uno de los principios fundamentales y parte de su éxito reside en la facilidad de su utilización (Resnick et al., 2009). El sistema se basa en un lenguaje de programación declarativo y orientado a objetos. Cada elemento que aparece en la pantalla puede programarse indicando cómo interactúa sobre el espacio y cómo reacciona ante los demás componentes.

A partir del trabajo que realizó el MIT con la empresa Lego durante años, con el fin de desarrollar robots programables para niños, crearon los principios que aplicarían más tarde a Scratch.

Como el juego de Lego, el lenguaje se compone de piezas que encajan entre sí. Las piezas tienen formas diferentes en función del tipo de instrucción que representa: una variable, una acción, una función lógica, un bucle, etc. Todos estos conceptos pueden ir introduciéndose poco a poco, y dado que la forma de las fichas y sus posibilidades de conectarlas establecen la sintaxis del lenguaje, se supera una de las principales barreras que existe al introducirse en la programación, la necesidad de aprender un lenguaje nuevo, con su sintaxis, semántica y gramática.

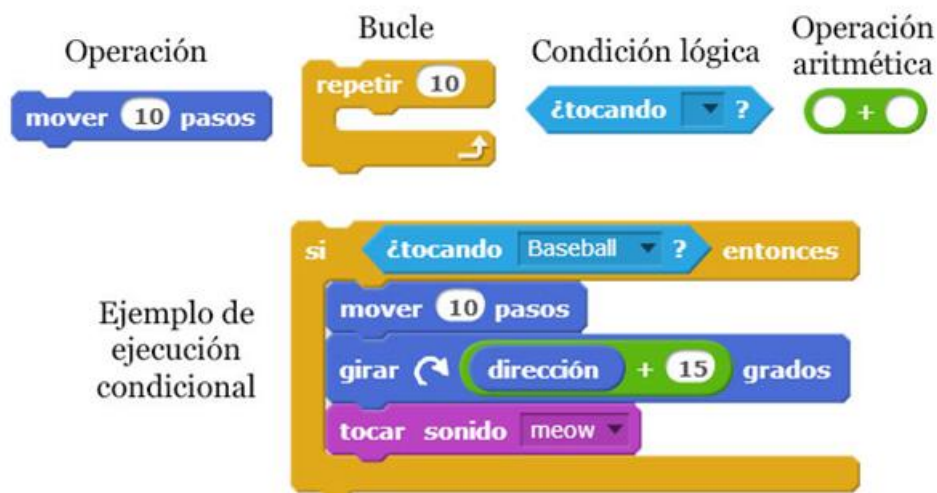


Ilustración 4: Piezas de instrucciones de programación de Scratch

3.5.4 Scratch como medio para elaborar contenido de aprendizaje

Al pensar en las herramientas de generación de contenidos didácticos a menudo pensamos en algunas como JClic, Hotpotatoes o las Webquests. Estas herramientas proponen una tipología de ejercicios muy acotados y con posibilidades limitadas.

Dentro de las herramientas de generación de contenidos didáctico se pueden considerar también Alice y Scratch. En el trabajo de Rodger se elabora esta idea mediante la formación de docentes en la plataforma Alice y la elaboración de contenidos curriculares con esta herramienta (Rodger et al., 2010). La experiencia fue muy bien valorada por los docentes y reconocieron el potencial que podía aportar en sus clases.

Dentro de la comunidad de Scratch encontramos innumerables aplicaciones diseñadas por docentes para explicar conceptos que funcionan como juegos interactivos. Un caso de estudio muy interesante es el que realiza Giannakos (Giannakos et al., 2012), donde se analiza la influencia del uso de juegos interactivos para aprender y reforzar nuevos conceptos del área de matemáticas. En este caso se utiliza Scratch como herramienta de desarrollo.

Otro ejemplo es el llevado a cabo en el trabajo de Bratitsis (Bratitsis, Tatsis, & Amanatidou, 2012), quienes sacan el máximo potencial a la herramienta trabajando para desarrollar conceptos como la percepción temporal a través del ritmo, la música y el desplazamiento de personajes, que describen ángulos en la pantalla. Para este proyecto también se utilizó Scratch.

En otros estudios se ha aprovechado el trabajo realizado por ciclos superiores elaborando contenidos específicos para los primeros cursos de primaria e infantil (Calder & Taylor, 2010). Los propios alumnos se convierten en generadores de material didáctico para otros compañeros, lo que contribuye a fomentar hábitos de cooperación y ayuda entre iguales.

3.5.5 Scratch para resolver problemas concretos

Scratch puede ser utilizado para diseñar juegos educativos o construir pequeñas secuencias que deben completarse modificando el código interno. Un ejemplo puede ser completar las variables necesarias para lograr que un personaje se desplace por la pantalla. Este ejercicio podría extender uno realizado en la clase de matemáticas. A menudo algunos ejemplos se han de dibujar en la pizarra para lograr que los alumnos los entiendan, sobre todo cuando son ejercicios relacionados con la geometría o el cálculo de áreas. En este sentido Scratch es muy potente, ya que brinda la posibilidad de mover los personajes y a la vez ir dibujando la trayectoria que describe.

El sistema de coordenadas de Scratch se ha diseñado para que sea idéntico al que se utiliza en matemáticas. Localizándose el centro de coordenadas en el centro de la pantalla (Ilustración 5). Esto posibilita trabajar con algunos elementos como la escala numérica, como se describe en el trabajo de Zavala (Zavala, Gallardo, & García-Ruíz, 2013).

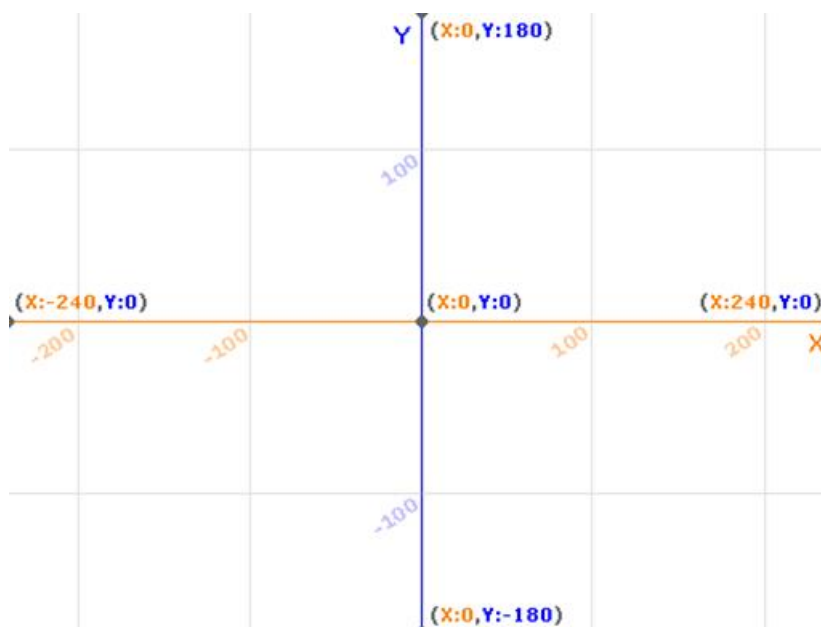


Ilustración 5: Sistema de coordenadas de Scratch

Estas posibilidades que se brindan de experimentación y visualización inmediata permiten a los alumnos dotar de significado a los elementos matemáticos que están utilizando en el aula.

La resolución combinada de problemas matemáticos con la construcción de aplicaciones de Scratch incrementa la motivación de los alumnos por resolver problemas. También cambia la percepción acerca de la elaboración de cálculos matemáticos, una resolución incorrecta no implica haber fracasado, sino determinar que hay que volver a realizar un nuevo cálculo para lograr el fin buscado. Los cálculos matemáticos se convierten en una herramienta no en un fin. Esta visión se aproxima más a la realidad de la vida cotidiana y del ámbito profesional.

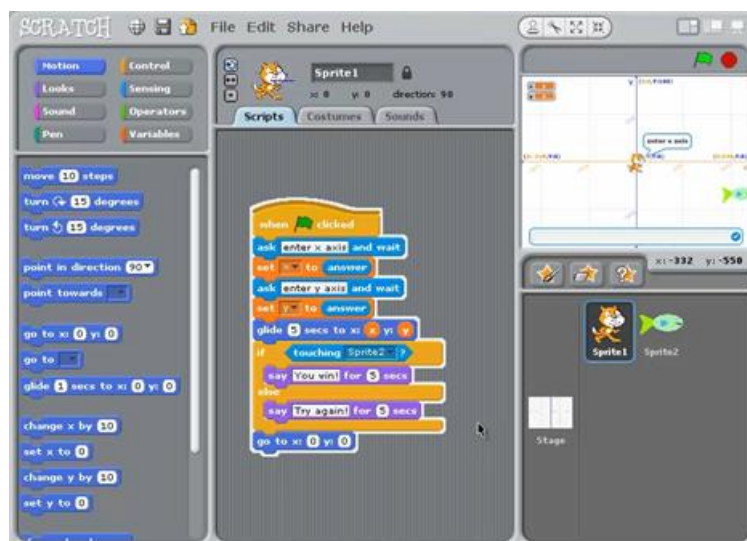


Ilustración 6: Ejemplo de problema de coordenadas con Scratch

3.5.6 Scratch como entorno de aprendizaje

El aprendizaje orientado a proyectos permite ir trabajando contenidos de diferentes áreas orientados a cubrir las necesidades que van apareciendo en el proyecto. Estas metodologías presentan diferentes ventajas como la posibilidad de orientar las actividades a los focos de interés de los alumnos y que además puedan determinar los contenidos que quieren trabajar y en qué grado de profundidad quieren hacerlo.

En el trabajo realizado por Ke (2014) se explora este concepto con alumnos de segundo ciclo de primaria. Se explora la influencia de la realización de proyectos con la influencia en la valoración y mejora de rendimiento en la asignatura de matemáticas. Cada grupo de alumnos tiene la posibilidad de llevar a cabo la realización de un video juego. Durante el proceso de creación los alumnos se enfrentan a diferentes problemas que se convierten en oportunidades de aprendizaje. Los alumnos, mediante el trabajo cooperativo, consiguen descubrir cómo resolver un problema y a menudo demandan la explicación de cómo sería posible hacer una determinada acción.

En el experimento aparece el interés por conocer conceptos como ángulos, coordenadas, longitudes y de medición del tiempo, además de otros conceptos como variables, bucles y condiciones lógicas. Si bien, también se aplica la teoría de Vygostki de las áreas de influencia próxima. El modo en que los niños avanzan en los contenidos y dan soluciones a los problemas dependen del grado de atención que les brinden los adultos para aprovechar mejor las oportunidades de aprendizaje.

Los alumnos se muestran altamente entusiasmados cuando consiguen averiguar la forma de resolver un problema que les tenía bloqueados. Se logra alcanzar una motivación intrínseca resultado de superar con éxito la tarea, y el proceso de resolución no es penalizador. Cada fallo en el proceso puede ser evaluado, analizado y resuelto, formando parte del proceso de aprendizaje.

Este proceso iterativo y analítico contribuye sustancialmente a desarrollar el pensamiento computacional y la capacidad para analizar y resolver problemas.

Esta circunstancia se describe también en el trabajo realizado por Calder (2010). En este otro caso destaca que los alumnos consiguen desarrollar una alta competencia en dos áreas: la resolución lógica de problemas y la adquisición de conceptos geométricos. En este proyecto se motiva a los alumnos a compartir con el resto de estudiantes sus soluciones, explicando cuales han sido sus principales dificultades y cómo les han dado solución. En este proceso los alumnos pueden compartir orgullosamente sus progresos a la par que aprenden de sus compañeros. En estas explicaciones es posible identificar el conocimiento que se tiene sobre algunos conceptos vistos en clase y la necesidad de potenciar ciertos conocimientos.

3.5.7 Un proyecto social para aprender

Por medio del trabajo cooperativo se fomenta la integración y la superación de las diferencias en las diversas materias que se trabajan. En el proyecto Scratch este principio se tuvo en cuenta para diseñar la plataforma y se promueve el trabajo cooperativo y la distribución y estudio de las creaciones de los diferentes miembros de la comunidad (IDLBI, 2009).

Este aspecto fue criticado inicialmente en el proyecto, pero transmitía la filosofía que se quería tener en el proyecto. Actualmente la comunidad valora muy positivamente la posibilidad de compartir y crear a partir del trabajo de otros miembros.

Uno de los puntos fuertes de la plataforma es su disponibilidad online. En la primera versión de la aplicación era necesario descargar los proyectos y cargarlos para poder ver cómo funcionaba. La versión actual ha potenciado mucho más este aspecto y todo está disponible online. Al visualizar un proyecto ya es posible ver cómo está hecho y es posible comenzar a editarlo para extenderlo con nueva funcionalidad. En ese momento se crea una referencia al proyecto original y así siempre se da crédito a los autores originales.

Además es posible comentar todos los proyectos e interactuar con diferentes miembros de la comunidad. Los creadores del proyecto están gratamente sorprendidos con las posibilidades que ha potenciado y el buen uso que le está dando la comunidad (Resnick et al., 2009).

Se han creado algunos proyectos y pequeños estudios de gente que colabora entre sí para crear algunos juegos y aplicaciones multimedia. Algunos contribuyen aportando los diseños gráficos, otros con la música y otros con la programación.

En el aula, este trabajo cooperativo puede llevarse a cabo y puede ser interesante para combinar diferentes motivaciones y enriquecerse mutuamente. Pero el proyecto es realmente potente por las posibilidades cooperativas que ofrece a través de la red. Todo proyecto puede ser estudiado y ampliado por otros miembros de la comunidad.

Esta característica hace muy interesante la herramienta para construir problemas sin resolver y permitir a los alumnos que los completen.

3.5.7.1 Material didáctico

Además la comunidad está generando constantemente nuevos contenidos didácticos orientados a trabajar ciertas materias o a aprender a utilizar la herramienta. El proyecto cuenta con un directorio bien organizado de recursos, que van desde artículos y libros relacionados con la plataforma hasta materiales que poder utilizar en las composiciones de Scratch.

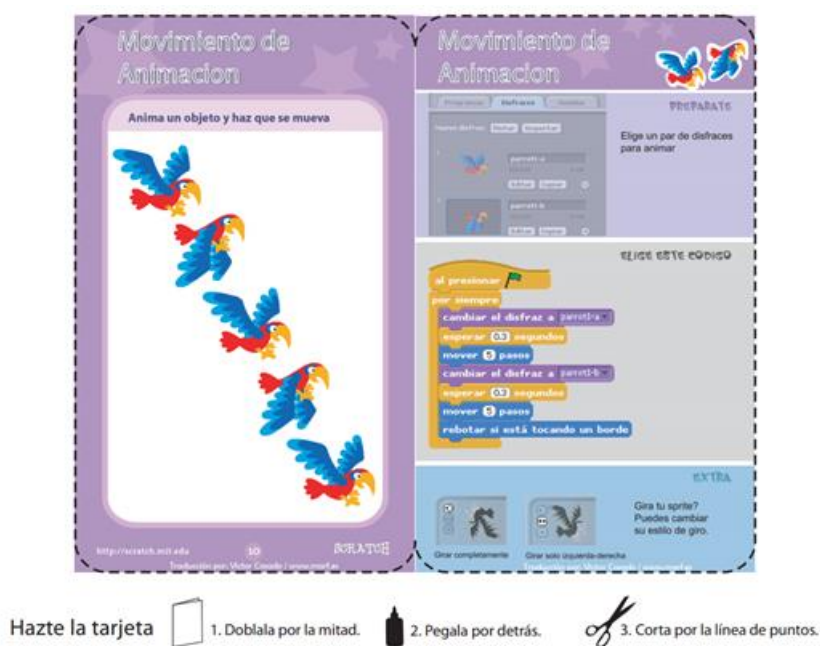


Ilustración 7: Tarjeta con descripción de una actividad en Scratch

Una de las iniciativas muy activa en la comunidad es la de crear pequeñas fichas didácticas que ayudan a realizar una determinada tarea con Scratch. Estas fichas se crean y se traducen con ayuda de diferentes miembros de la comunidad.

3.5.8 Un proyecto de código abierto

El proyecto se concibió como un proyecto de código libre⁴ que pudiese aprovechar la comunidad. La versión actual aún no está disponible en esta modalidad, pero sí la anterior. Sobre Scratch 1.4 se han desarrollado algunos proyectos que extienden el potencial de la herramienta.

En especial se han desarrollado herramientas para permitir interactuar con el mundo físico por medio de la realidad aumentada (característica que ya ha sido incluida en la nueva versión de Scratch), y por medio de la robótica.

⁴ Los proyectos de código libre se caracterizan por estar licenciados bajo condiciones que permiten el estudio y la modificación del código fuente, a la par que autoriza su libre distribución.

Una de estas modificaciones permite trabajar con componentes electrónicos Arduino⁵, ampliando las posibilidades de la herramienta para ser usada en cursos de tecnología de formación profesional y universitaria. Además esto permite interactuar con robots, ampliando las posibilidades de interacción con el mundo físico.

En esta línea, otro de los proyectos permite trabajar con los bloques programables de Lego NXT⁶. Estos dispositivos, que influirían enormemente en la creación de Scratch, permiten construir robots autónomos que reaccionan a diferentes sensores como radares de proximidad, botones o sensores lumínicos.



Ilustración 8: Juego de construcción Lego WeDo

Centrándose más en la realidad educativa de los centros de primaria, Lego ha desarrollado un proyecto más sencillo que el anterior y económicamente más viable, que también puede ser programado con Scratch. Este proyecto es Lego WeDo⁷ y permite programar un servomotor y reaccionar frente a dos sensores.

3.5.9 Limitaciones de la herramienta

Scratch es una herramienta muy completa con un sinfín de posibilidades, esta ventaja puede ser a su vez una problemática al tratar de abordar su aprendizaje de una forma escalonada. No es posible a día de hoy desactivar bloques para así controlar el uso de la herramienta. Por ejemplo, si se quiere trabajar con el desplazamiento mediante coordenadas, sería necesario desactivar el giro por ángulos y el desplazamiento hacia delante.

⁵ <http://s4a.cat/> - Scratch for Arduino.

⁶ <http://enchantedrobotclub.ab.ca/> - Enchanting, modificación de Scratch para programar bloques de Lego NXT

⁷ http://wiki.scratch.mit.edu/wiki/LEGO_WeDo_Construction_Set - Proyecto de programación de Lego WeDo con Scratch.

No obstante existe un proyecto de Google, llamado Google Blockly⁸, que proporciona una librería apta para diseñar nuevos sistemas que sean programados con el sistema de fichas de Scratch. Este proyecto ha permitido desarrollar otros proyectos similares a Scratch entre los que destaca el desarrollado de la plataforma Code.org⁹.

Code.org es un proyecto que comenzó en diciembre de 2013, con el propósito de animar a estudiantes de todo el mundo a aprender a programar. En especial buscaban ampliar la presencia del aprendizaje de informática en el currículo de Estados Unidos.

Detrás de este proyecto hay grandes empresas del sector como Google, Microsoft, Facebook, Twitter, Rovio y Electronic Arts. Como resultado se ha producido un sistema con contenidos didácticos de muy buena calidad, en los que se anima a los estudiantes a resolver diferentes puzles basados en conocidos juegos como Angry Birds y Plants vs Zombies.

Se utiliza un sistema de fichas similar al utilizado en Scratch, pero a diferencia de éste, se acotan las posibilidades de las piezas disponibles, para lograr introducirlas de una forma más progresiva.

Debido a su gran parecido con la plataforma Scratch, este sistema es ideal para introducir las diferentes herramientas y conceptos del lenguaje antes de presentar la herramienta completa.

⁸ <https://code.google.com/p/blockly/> - Proyecto de Google para diseñar sistemas de programación con el mismo sistema de fichas que de Scratch

⁹ <http://code.org/> - Proyecto dirigido a introducir a la gente en la programación.

4 MARCO METODOLÓGICO

En el capítulo anterior se han analizado algunas de las causas que producen problemas en la adquisición de las competencias y los contenidos del área de matemáticas. También se han analizado algunas estrategias y herramientas que pueden ayudar a desarrollar un enfoque metodológico complementario, para tratar de minimizar las dificultades y aumentar la motivación y oportunidades de aprendizaje de los alumnos.

En este capítulo se desarrolla una propuesta metodológica concreta basada en las ideas analizadas hasta el momento. También se adaptan a una realidad específica, que como se verá más adelante plantea grandes desafíos ante la dificultad de aplicar ciertas premisas existentes en las teorías constructivistas.

Los principios del constructivismo son los que han guiado la implantación de metodologías de trabajo orientadas a proyectos y en este escenario el propósito y los elementos fundamentales no cambian, pero sí la herramienta.

Por medio de la utilización de programas como Scratch, se persigue acercar las estrategias formativas a los puntos de interés de los alumnos y aprovechar el potencial que ofrecen para dar significado a los contenidos de matemáticas que a menudo resultan demasiado abstractos o lejanos a la realidad de los niños.

4.1 PRINCIPIOS DE APLICACIÓN METODOLÓGICA

Las principales pautas que se han extraído de los estudios expuestos en el marco teórico de este trabajo y que establecen la fundamentación metodológica de la propuesta de intervención son las siguientes:

- **Partir de los conocimientos del niño:** Las sesiones se conciben inicialmente como un refuerzo del trabajo hecho en clase. Estas actividades deben permitir asentar los conocimientos y plantear retos abordables.
- **Trabajar en pequeños grupos:** Es preferible el trabajo en pequeños grupos frente al individual, pero siempre las responsabilidades deben estar bien delimitadas. Este enfoque fomenta la cooperación y reduce las diferencias de niveles de aprendizaje.
- **Autorregulación y autoestima:** Los problemas deben diseñarse para ofrecer un grado de dificultad adecuado para plantear un reto a la par que sea abordable. El propio sistema proporciona la posibilidad de equivocarse y da la posibilidad de volver a intentarlo, en un proceso iterativo que ayuda a dar con la solución. Ver resultados de forma inmediata aumenta la motivación y permite alcanzar pequeños logros que contribuyen a incrementar la autoestima.
- **Indagación:** A menudo se comete el error de enseñar un camino recto como única vía de resolver un determinado problema. La realidad es más compleja y en la mayoría de

los casos las soluciones son múltiples. Los niños podrán experimentar con diferentes herramientas que les permitirá construir la solución. En este proceso a menudo se despierta el interés por adquirir nuevos conocimientos y el papel de docente es importante, para aprovechar esos momentos.

- **Resolución de problemas:** Uno de los principales propósitos de la etapa de la educación primaria es que los niños sean capaces de resolver problemas. Sin embargo en los recientes resultados del informe PISA 2012 (OCDE, 2013), se ha destacado que los niños españoles presentan grandes dificultades en este sentido. La realidad es que a menudo los problemas se presenta como recetas con una estructura fija y no como algo abierto a diferentes enfoques. Desarrollar esta capacidad requiere enfrentarse constantemente a este reto, para adquirir el hábito y la capacidad analítica necesaria.
- Acercarse a los **puntos de interés de los niños:** Para que los niños se esfuercen plenamente en la tarea deben considerarla atractiva y para ello es necesario presentar los problemas ambientados en sus focos de interés: juegos, personajes, historias, etc.

4.1.1 Formación del profesorado

En uno de los trabajos vistos en el marco teórico (Rodger et al., 2010), el grupo de investigadores se centraba en formar a los docentes y animarles a crear material curricular concreto que permitiese su aplicación. Los maestros eran instruidos en el uso de la herramienta y a la par iban destapando el potencial formativo de esos aprendizajes adaptándolos a la realidad de sus aulas. Al igual que en el trabajo con los alumnos, se trataba de dar significado a los contenidos y despertar el interés por utilizarlos dentro del aula.

Muchos profesores, tras conocer la herramienta, comenzaron a desarrollar material para sus aulas y lo han dejado bien documentado para que otros profesores también puedan aprovecharlo.

A diferencia de otras herramientas como JClic, el aprendizaje de Scratch resulta mucho más fácil y las posibilidades de compartir y modificar son inmediatas. Lo que permite que sea muy fácil reutilizar estos materiales en el aula.

4.2 ANÁLISIS DEL CONTEXTO

La propuesta metodológica se realiza teniendo en cuenta la realidad de los colegios españoles y la legislación que los regula. En este sentido se va a desarrollar una propuesta completa abierta a un curso escolar.

Por los límites de tiempo y por no ser foco de este trabajo analizar un caso real, no será posible poner en práctica el proyecto. Sin embargo sí se ha realizado la intervención en un colegio para analizar la aceptación del método por parte de los alumnos y el profesorado.

El grupo que se toma como referencia para la propuesta está formado por dos clases de sexto curso de primaria. Con este grupo se trabajó durante el pasado curso, durante la realización del prácticum de la carrera, por lo que se parte de un conocimiento profundo tanto de las características del grupo como del profesorado y del contexto.

La metodología dentro del aula ha variado poco en los últimos años y aunque los alumnos con dificultades de aprendizaje reciben apoyo, no se trabaja en grupos y la disposición del aula no contribuye a la participación. Todos los alumnos se sientan por separado. Por otro lado, todas las asignaturas se organizan en base al temario que propone los libros de texto, esto da poco margen a la flexibilidad a adaptar las sesiones al ritmo de aprendizaje y los contenidos a los focos de interés de los alumnos.

El grupo es bastante heterogéneo, presentando diferentes niveles de rendimiento, en la Ilustración 9 se muestra en detalle esta distribución.

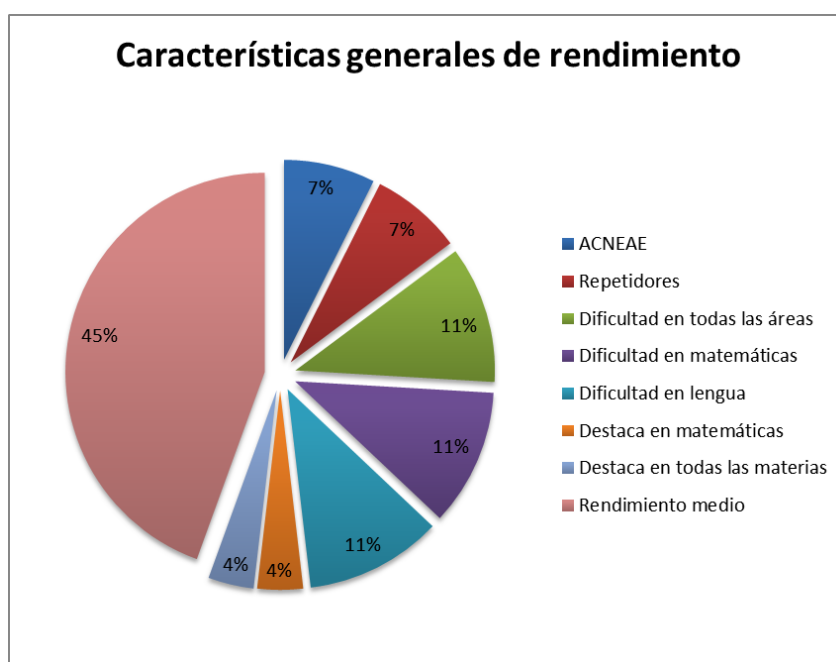


Ilustración 9: Características generales de rendimiento del grupo clase

Por otro lado el profesorado se muestra bastante reacio a aprender o aplicar nuevos métodos. Esto repercute en los resultados de los alumnos que no se adaptan al proceso establecido.

Ante este panorama, cualquier intervención en el aula ha de empezar por la concienciación del profesorado, proporcionándoles formación y las herramientas para su aplicación efectiva en el temario. De ahí que una parte del trabajo consiste en la elaboración de propuestas de diferentes actividades en base a los temas que se siguen del libro de texto.

4.3 PROPUESTA DE APLICACIÓN SOBRE EL CURRÍCULO DE MATEMÁTICAS

El libro de texto de matemáticas (Oro, Ibarrola, & Muñoz Casado, 2008) que se utiliza en el colegio, pertenece a la editorial SM. Este libro pertenece a una colección que dispone de material para todas las asignaturas. El material es de muy buena calidad y da pautas a los profesores para interrelacionar los contenidos de las diferentes asignaturas según se avanza en temario. Además proporciona contenido digital variado que va desde fichas de refuerzo a juegos y vídeos que pueden utilizarse para reforzar las explicaciones de cada tema.

Los docentes del colegio están muy acostumbrados a utilizar el manual del profesor, aunque el uso que se da del material complementario difiere considerablemente en los diferentes grupos.

Con el fin de facilitar la aplicación del método aprovechando la dinámica del profesorado se han elaborado una serie de propuestas organizadas en los temas tal y como los organiza el libro de texto.

En cada uno de los apartados siguientes se han destacado los contenidos que se pueden relacionar con la propuesta de actividad y las principales dificultades que suelen tener los alumnos con la materia. Este análisis de las dificultades se ha hecho en base a la experiencia y a conversaciones mantenidas con los profesores del ciclo.

4.3.1 Operaciones con números naturales (Tema 1)

Contenidos

- Operaciones básicas con números naturales.
- Dividir problemas en diferentes etapas.

Principales dificultades

La secuenciación de problemas, y la división de operaciones complejas en unidades más pequeñas.

Propuesta de actividad tipo

La secuenciación de problemas se puede trabajar introduciendo diferentes bloques de secuencias. Se debe alcanzar un objetivo, como conseguir que un personaje vaya de un punto de la pantalla a otro, por medio de la utilización de diferentes bloques.

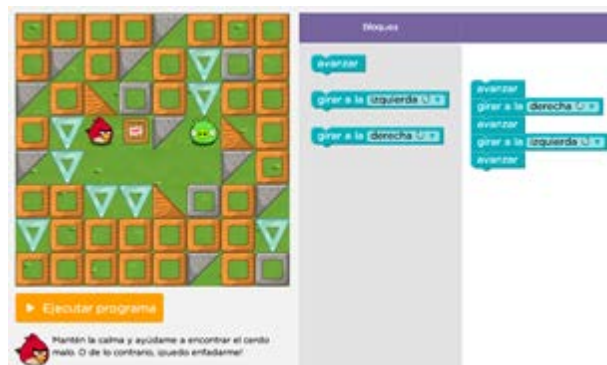


Ilustración 10: Captura de juego de code.org

Gómez Díaz, Diego

Un buen ejemplo de aplicación son los ejercicios¹⁰ propuestos por la plataforma code.org para aprender a utilizar la herramienta.

4.3.2 Operaciones con números decimales (Tema 2 y tema 3)

Contenidos

- Descomposición, comparación y ordenación de los números decimales.
- Suma, resta y multiplicación de números decimales.
- División de números decimales

Principales dificultades

Los alumnos suelen tener dificultades para visualizar el carácter continuo de los números decimales. Esto se traduce en dificultades para operar y ordenar los números decimales.

Propuesta de actividad tipo

Trabajo en la recta numérica. Por medio del movimiento en unidades decimales, los alumnos pueden experimentar con el concepto del movimiento continuo.

Los números decimales se utilizarán ampliamente en la configuración de instrucciones, donde se deban dar valores parciales o continuos. En un proyecto abierto se pueden aplicar de forma intensiva.

4.3.3 Múltiplos y divisores (Tema 4)

Contenidos relacionados

- Múltiplos y divisores de un número.
- Máximo común divisor y mínimo común múltiplo
- Criterios de divisibilidad

Principales dificultades

Comprensión de los conceptos máximo común divisor y mínimo común múltiplo. Situaciones de aplicación.

Propuesta de actividad tipo

El contenido de este tema es fundamental en muchos de los algoritmos informáticos, como los que se utilizan en criptografía. La aproximación a estos conceptos puede resultar de interés a los alumnos y planificar una actividad en torno a esta temática.



Ilustración 11: Cálculo de máximo común divisor

<http://scratch.mit.edu/projects/288343/>

¹⁰ <http://learn.code.org/hoc/1> - Code.org, ejercicios de introducción a la herramienta.

También es posible estudiar en profundidad el algoritmo de cálculo de máximo común divisor y mínimo común múltiplo y tratar de componer un programa que pueda calcular estos valores para números grandes.

4.3.4 Potencias y raíces (Tema 5)

Contenidos

- Cuadrado y cubo de un número.
- Potencia de un número.
- Raíz cuadrada aproximada.

Principales dificultades

Comprensión de la raíz cuadrada. Percepción del valor incremental de las potencias.

Propuesta de actividad tipo

Una de las características de la potencia es que una pequeña modificación en la potencia tiene unos grandes resultados en el resultado, este efecto es difícil de ver si no se muestra visualmente o de forma experimental. Con Scratch se puede trabajar generando elementos o dibujando gráficas, ambos medios sirven para visualizar variaciones en los elementos.



Ilustración 12: Algoritmo de potencia
<http://scratch.mit.edu/projects/2918990/>

También es posible desarrollar el algoritmo y experimentar con las variaciones.

4.3.5 Las fracciones y sus operaciones (Tema 6 y 7)

Contenidos

- Fracciones y sus términos.
- Fracciones equivalentes, comparación de fracciones.
- Operaciones de fracciones

Principales dificultades

La percepción del término fracción y la comprensión de las fracciones equivalentes.

Propuesta de actividad tipo

La aproximación metodológica más habitual a las fracciones es mediante su representación visual. Scratch puede ser una herramienta muy útil para realizar estas representaciones.

La ventaja de utilizar Scratch es que es posible plantear ejercicios más atractivos, segmentando un problema en varias etapas o haciéndolo formar parte de una historia.



Ilustración 13: Ejercicio con fracciones
<http://scratch.mit.edu/projects/2741536/>

4.3.6 Porcentaje y proporcionalidad (Tema 8)

Contenidos

- Cálculo de porcentajes
- Magnitudes proporcionales
- La escala

Principales dificultades

Problemas relacionados con la relación de proporcionalidad entre diferentes objetos.

Propuesta de actividad tipo

Generación de objetos en diferentes proporciones. Determinar el porcentaje de un elemento, por ejemplo creando una barra de progreso de carga.

En un proyecto grande se podrá hacer uso de este concepto en diferentes momentos. Por ejemplo el porcentaje de progreso en una misión o tarea, la barra de progreso de carga, la generación de una ventana de puntuaciones, etc.

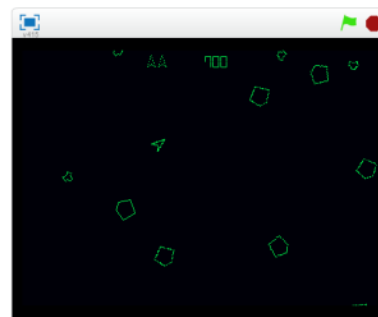


Ilustración 14: Proporciones de asteroides
<http://scratch.mit.edu/projects/2741536/>

Las proporciones se trabajarán al generar diferentes elementos en la pantalla, por ejemplo, un juego de asteroides donde se podrán crear rocas de diferente tamaño a partir del escalado de una principal. Esta relación de escalado será una relación de proporcionalidad respecto al primer objeto.

4.3.7 Medidas de magnitudes. Sistema métrico decimal (Tema 9)

Contenidos

- Unidades de longitud, capacidad y masa.
- Unidades de superficie

Principales dificultades

La percepción de medida tiende a ser muy abstracta y los alumnos necesitan una experiencia más manipulativa.

Propuesta de actividad tipo

Para trabajar las masas se pueden jugar con juegos de simulación, en la que una variación de masa influye en el movimiento de un objeto.

Las unidades de longitud se pueden trabajar con el desplazamiento. Cada alumno puede establecer su propia unidad base de longitud y establecer todos los movimientos en base a esa unidad.

4.3.8 Números enteros (Tema 10)

Contenidos

- Números enteros, comparación, ordenación y operaciones básicas.
- Situar puntos en un plano.

Principales dificultades

Las operaciones con los números enteros, especialmente con números negativos. La percepción de la recta numérica.

Propuesta de actividad tipo

El sistema de coordenadas de Scratch es ideal para trabajar el movimiento en la recta numérica. Ya que el centro de coordenadas se sitúa en el centro de la pantalla. Se puede trabajar el movimiento de diferentes personajes en base a instrucciones de movimientos con números enteros.

Un buen ejemplo de aplicación es el juego elaborado en el estudio de Giannakos (2012), que está disponible en la web de Scratch¹¹. Este juego pide al usuario que se vayan introduciendo números enteros para conseguir que el personaje se desplace en la recta numérica y así consiga recoger unas gemas para superar la pantalla.



Ilustración 15: Captura de Gem Game
<http://scratch.mit.edu/projects/1292162/>

4.3.9 Los ángulos y sus medidas (Tema 11)

Contenidos

- Los ángulos y sus elementos.
- Unidades de medida de ángulos, sistema sexagesimal.
- Operaciones con ángulos.

Principales dificultades

Percepción del ángulo como una herramienta para la construcción de figuras geométricas, y no sólo como una característica concreta.

Propuesta de actividad tipo

A través del movimiento de diferentes elementos por el plano, se puede trabajar cómo influye la variación de diferentes ángulos en la dirección del movimiento.

En Scratch se ofrecen diferentes posibilidades para desplazar objetos por el espacio de trabajo. Uno de ellos está basado en la modificación de direcciones por medio de ángulos y el

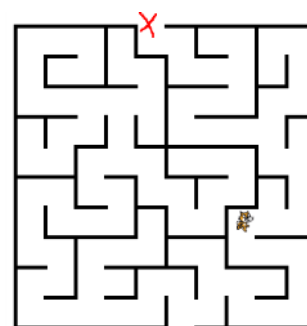


Ilustración 16: Laberinto con ángulos
<http://scratch.mit.edu/projects/11710850/>

¹¹ <http://scratch.mit.edu/projects/1292162/> - Gem game, juego de 36

Gómez Díaz, Diego

movimiento por pasos. Usando esta característica es posible trabajar ampliamente el tema de ángulos, mediante juegos o secuencias en las que se deban desplazar objetos por caminos concretos.

4.3.10 Los polígonos y su superficie (Tema 12)

Contenidos

- Elementos y clasificación.
- Suma de ángulos en triángulos y cuadriláteros.
- Área de los polígonos.

Principales dificultades

Identificar y utilizar las principales características y componentes de los polígonos regulares. Construir cuerpos geométricos complejos a partir de otros más sencillos y conocidos.

Propuesta de actividad tipo

Scratch mantiene algunas de las características de Logo, como la posibilidad de dibujar en el espacio de trabajo a la vez que se mueven los personajes que animamos. Esta característica puede utilizarse para dibujar figuras como polígonos regulares y trabajar así sus elementos principales, como los lados y los ángulos.

Mediante pocas instrucciones es posible dibujar polígonos regulares, que serían muy complejos de dibujar sobre papel.

En la intervención que se ve más adelante, se desarrolla una unidad orientada a trabajar esta propuesta.

4.3.11 La circunferencia y el círculo (Tema 13)

Contenidos

- Elementos de la circunferencia.
- El número pi.
- Longitud de la circunferencia y área del círculo.

Principales dificultades

Elementos de la circunferencia y relación entre ellos.

Propuesta de actividad tipo

La construcción de un círculo en Scratch no es sencilla, pero es una oportunidad para diseñar un algoritmo en base a sus características principales. Una vez definida una función es posible utilizarla para generar nuevos elementos en una aplicación más extensa.



Ilustración 17: Dibujo de circunferencia
<http://scratch.mit.edu/projects/11710850/>

4.3.12 Los cuerpos geométricos (Tema 14)

Contenidos

- Elementos.
- Poliedros regulares.
- Prismas, pirámides, cilindro, cono y esfera.

Principales dificultades

La percepción espacial tridimensional.

Propuesta de actividad tipo

Como se describió en el capítulo anterior, Scratch es una herramienta potente para trabajar con elementos en dos dimensiones. Para presentar objetos en tres dimensiones puede ser más apropiada otra solución, como Alice. También hay otras opciones basadas en Blockly (el sistema de piezas similar a Scratch), que permite trabajar con figuras geométricas por medio de bloques. Entre estas opciones destaca Blockly Threex¹², que permite desplazar personajes del juego Minecraft¹³, por un entorno en tres dimensiones.

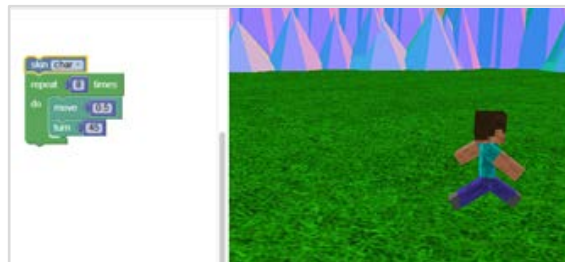


Ilustración 18: Captura de Blockly Threex

4.3.13 Probabilidad y estadística (Tema 15)

Contenidos

- Frecuencia absoluta y relativa.
- Cálculo de probabilidades.

Principales dificultades

Los elementos de la probabilidad y percepción de su utilidad.

Propuesta de actividad tipo

En la informática el uso de las probabilidades y las estadísticas son esenciales para la generación de entornos de simulación. Para trabajar este tema se puede diseñar con los alumnos entornos de este tipo como los descritos en el trabajo de Calder (2010), donde los alumnos construyen una ruleta para un juego.



Ilustración 19: Captura juego de simulación

¹² <http://jeromeetienne.github.io/blockly-threex/> - Blockly Threex, proyecto de código libre que hace uso del sistema de piezas de Scratch para mover elementos por un entorno en tres dimensiones.

¹³ Minecraft es un juego de construcción muy popular entre los niños y jóvenes.

A partir de un juego de simulación, se pueden analizar muchos elementos estadísticos y modificarlos para lograr otro comportamiento. Esta experimentación con los diferentes elementos permite adquirir un conocimiento más profundo.

4.4 CASO DE INTERVENCIÓN

Con el fin de tener un contacto con la realidad educativa donde se podría aplicar el método propuesto, se realizó una intervención en un colegio de primaria entre el lunes 31 de Marzo al jueves 10 de Abril de 2014.

Esta intervención no pretende analizar los efectos del método en los resultados académicos, ya que queda fuera del alcance del proyecto y las posibilidades temporales de su realización. Se busca analizar la aceptación por parte del profesorado y del alumnado y establecer las bases sobre las que poder seguir trabajando a futuro.

4.4.1 Presentación del proyecto al equipo docente

Inicialmente se realizaría una presentación al equipo docente, para justificar la intervención y terminar de diseñarla de acuerdo a las características del grupo y de los problemas detectados entre el alumnado. Por otro lado se buscaría analizar la percepción inicial de las estrategias metodológicas por parte del profesorado.

Esta sesión consistiría en describir las principales características del constructivismo y cómo su aplicación puede contribuir a reducir algunas de las dificultades que se presentan entre los alumnos en la asignatura de matemáticas. Posteriormente se presentaría la propuesta metodológica y se comentarían algunos ejemplos de aplicación que actualmente se trabajan en algunas escuelas.

4.4.2 Sesiones

Tras la presentación con el profesorado se organizarían diferentes sesiones para trabajar con los grupos de sexto curso del colegio. Estas sesiones se diseñarían para adecuarse a los contenidos que se han estudiado durante las últimas semanas, con el propósito de ofrecer una oportunidad de reforzar dichos contenidos.

4.4.2.1 Temporalización – Sesión tipo

A continuación se enumeran las etapas de una sesión tipo, que sirve de base para diseñar las intervenciones. Esta estructura presenta inicialmente una fuente de motivación que anime a afrontar las tareas, un tiempo de trabajo en equipo y una puesta en común de los aprendizajes.

- Introducción: Hacer una aproximación al problema que se va a abordar a partir de un ejemplo real, por ejemplo, cómo se utilizan los números enteros para guiar la sonda marciana para que se desplace por el planeta. (5 min)
- Presentación del problema: Se presenta la herramienta y las piezas que se van a utilizar para desarrollarla. (5 min)

- Trabajo por parejas: Se siguen las pautas indicadas en la ficha de ejercicio y se intenta resolver los problemas. (20 min)
- Evaluar el trabajo de la clase: Se propone que un grupo de parejas cuente cómo ha desarrollado la solución y qué problemas ha tenido (15 min)

4.4.2.2 Presentación de la herramienta

En esta primera sesión se pretende presentar la herramienta y tener un primer contacto con ejercicios simples que puedan resolver a través de una dificultad asumible y creciente. Para estos ejercicios se propone la utilización de los primeros ejercicios de la web del proyecto Code.org, por estructurar de forma acotada y escalonada los diferentes elementos que van a necesitar en las diferentes sesiones.

En correlación con el temario de la asignatura, esta sesión se podría afrontar en cualquier momento del curso, aunque por sus objetivos tendría sentido durante las primeras semanas.

Objetivos:

- Tomar contacto con el sistema de programación de fichas
- Conocer las sentencias simples
- Conocer los bucles y las condiciones de repetición
- Valorar la utilización de los bucles como una forma de simplificar el código
- Secuenciar un problema grande en otros más pequeños

Temporalización:

- Presentación de la sesión
- ¿Sabemos hablar el lenguaje de los ordenadores?: Conversación abierta para analizar los conocimientos previos y su percepción de la programación previo a que comencemos a trabajar.
- Actividad: La actividad consistirá en realizar una serie de mini-problemas con la ayuda de la programación por piezas. El sistema que se utiliza para este ejercicio hace uso algunos juegos conocidos entre los niños como Angry Birds y Plants vs Zombies. Los pasos a seguir serían:
 - o Acceder a la web de la actividad¹⁴
 - o El sistema muestra una serie de vídeos y describe los diferentes ejercicios que hay que completar. Se deben seguir las indicaciones e ir progresando a lo largo de las diferentes pantallas.

¹⁴ <http://learn.code.org/hoc/1> - Primer curso de introducción a la programación del proyecto Code.org – An hour of code (Una hora de código).

- Al trabajar por parejas, cada miembro del equipo deberá tomar el control del ratón alternándose entre los diferentes niveles y de forma cooperativa irán resolviendo los problemas.
- Conclusiones: Como actividad final, se abre un coloquio con los alumnos para responder a las siguientes preguntas:
 - ¿Cuáles han sido las principales dificultades?
 - ¿Se parecen las cosas que se han aprendido a las que se pueden encontrar en su día a día? ¿Actúan las personas a veces como un programa?

Mediante esta conversación se pretende que los niños compartan inquietudes y dificultades que han podido aparecer, además de extrapolar los aprendizajes a situaciones de la vida cotidiana.

Evaluación:

- Observación
 - Nivel de superación de los diferentes ejercicios
 - Grado de participación equitativo (valoración por participar todos del proceso)
- Progresión en los ejercicios
- Entrevista con el profesor tutor

Atención a la diversidad:

- Trabajo en equipo: El trabajo en equipo permite reducir las barreras entre alumnos para superar las tareas.
- Apoyo a los grupos con mayor dificultad: Durante la actividad se hace el seguimiento de todos los grupos y se van dando pautas complementarias a las indicaciones de la plataforma.
- Actividades de dificultad creciente: La disposición de las actividades está pensada para ir introduciendo los contenidos y diferentes situaciones donde utilizarlos de una forma progresiva, aumentando la dificultad progresivamente y donde aparezcan diferentes situaciones donde aplicar los aprendizajes.
- Autorregulación: El sistema permite resolver cada problema por medio de múltiples soluciones que lógicamente generan el mismo resultado. Además proporciona pautas y pistas cuando se produce algún error.

4.4.2.3 La formas geométricas

En esta sesión se pretendía aplicar los conocimientos adquiridos en el tema dedicado a los cuerpos geométricos. Con las actividades propuestas se analizan los principales elementos de las formas y se utilizan para realizar su construcción.

En esta sesión la evaluación y la atención a la diversidad se realizará de una forma similar a la anterior, por esto no se detalla en esta sección.

Objetivos:

- Aplicar los conocimientos de la sesión anterior en Scratch
- Aprender el concepto de evento
- Entender un programa ya construido
- Adaptar un programa existente para lograr una nueva funcionalidad

Temporalización:

- Comenzar la clase mostrando un robot programado con Scratch: A partir de los fundamentos que se verán en la clase se puede programar el movimiento de un robot. Esta introducción pretende despertar el interés en los niños por llevar a cabo la tarea.
- Dibujar un cuadrado: Se parte de un ejemplo que implementa la construcción de una figura simple, como es un cuadrado, a partir de la realización de secuencias menores.

- o Analizar juntos cómo funciona el programa
- o Recordar las partes de un polígono regular:
 - Ángulo: ángulo igual número de grados
 - Lado: lado misma longitud
 - La suma de los ángulos de un cuadrado son 360° , los de un triángulo 180°
 - Otra propiedad aún mejor $(360/n)$
- o Secuencia
 - Punto de partida un vértice
 - Avanzar 100 pasos
 - Girar a la derecha: ¿Cuánto?
 - Triángulo:
 - Cada ángulo interior vale 60
 - Giro $180 - 60$

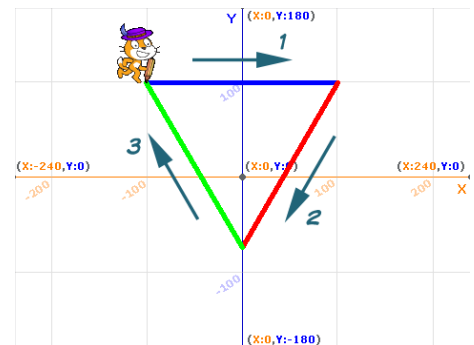


Ilustración 20: Detalle de construcción de polígonos en Scratch

- ¿Son capaces de mejorarlo? Dibujar otras formas geométricas: En esta parte de la actividad, se propone a los alumnos mejorar el programa para que pueda dibujar figuras de 3 a 9 lados en función de la tecla numérica que se pulse.
- ¿Son capaces de completar otros dibujos?: La creación de otras figuras complejas se logra mediante la composición de las ya conocidas. Se propone a los alumnos realizar un dibujo más complejo a partir de la secuenciación de las instrucciones utilizadas en el ejercicio anterior.

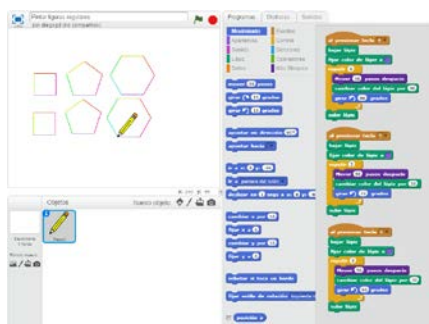


Ilustración 21: Ejemplo de construcción de ejercicio de polígonos regulares

4.4.3 Evaluación

La intervención coincidió con la semana cultural del colegio, así que se planteó como una actividad o taller más dentro de los que se realizaban durante esa semana. La participación, el interés y la implicación por parte de los alumnos fue muy positiva, sin embargo, los profesores sólo participaron en la presentación previa del proyecto. En este sentido, los profesores valoraron positivamente la utilización de métodos novedosos y variados para trabajar la materia, pero percibían la propuesta concreta como fuera de sus posibilidades.

Si bien, como ya se ha explicado anteriormente, la aplicación ideal del proyecto sería a lo largo de todo un curso escolar, e implicando a los docentes en el proceso de elaboración del material a utilizar en cada sesión.

La imposibilidad de plantear el proyecto, como una intervención a largo plazo, restaría importancia a los docentes y de ahí su baja implicación. Durante el desarrollo de las actividades, los maestros responsables de los grupos se dedicaron a organizar otras actividades de la semana cultural.

De cara a los alumnos, se observó un gran interés por parte de los alumnos en realizar la tarea y la asumieron como un juego. En este sentido se observaron situaciones parecidas a los trabajos estudiados, como el hecho de que algunos alumnos que presentan dificultades en la asignatura llegaron a destacar por encontrar la actividad motivadora.

Al comentar los resultados con el profesorado, alegaron que si había alumnos con dificultades que habían conseguido destacar era porque sólo se implicaban para jugar pero no para afrontar el trabajo serio. Esta percepción corresponde con la teoría de que parte del fracaso escolar se debe a la aplicación de métodos tradicionales poco flexibles. Los niños que no encajan en el modelo son dejados de lado.

5 CONCLUSIONES

Tanto la legislación como los nuevos paradigmas educativos plantean un reenfoque de los modelos tradicionales para educar a personas capaces de desenvolverse mejor en el mundo en el que viven y desarrollar conductas sociales y cooperativas. Sin embargo la realidad de los centros educativos mantiene procedimientos obsoletos y trasmite valores contrarios, como la competitividad y la individualidad.

Todo esto es consecuencia del insuficiente apoyo formativo a los docentes, la falta de seguimiento cualitativo de su labor y la existencia de pruebas normativas como único criterio de valoración de los resultados, donde se sigue valorando la adquisición de conocimientos por encima de la adquisición de otras competencias. Muchos profesores tienden a acomodarse en su trabajo y no muestran interés por continuar formándose y aplicar nuevas estrategias, para mejorar el rendimiento de sus alumnos y prestar una mejor atención a la diversidad.

Hoy se sabe que los grupos se presentan heterogéneos de forma natural y que se ha de ofrecer diferentes oportunidades enfocando los contenidos de las materias desde diferentes perspectivas, de forma que se contribuya a desarrollar las múltiples inteligencias de los alumnos. Esto requiere una atención personalizada que a menudo es complicada de prestar por el tamaño de los grupos y la cantidad de contenidos que se deben impartir.

Se sigue dando demasiada importancia al aprendizaje de datos, que se terminan por olvidar o quedan obsoletos por basarse en una realidad cada vez más cambiante. Como resultado los alumnos se esfuerzan en adquirir contenidos que frecuentemente olvidan tras superar un examen. Sin embargo no se desarrollan bien otras competencias como la de adquirir la capacidad de aprender a aprender o resolver problemas.

Desarrollar la capacidad analítica y la habilidad para resolver problemas es esencial para afrontar con éxito los siguientes cursos de la etapa formativa de los alumnos y para atender a las dificultades de la vida cotidiana y profesional. Además la sociedad tiende a estar cada vez más especializada y globalizada, por lo que las personas deben ser capaces de adaptarse a los cambios desarrollando la capacidad de reinventarse y seguir formándose durante el resto de sus vidas.

A lo largo de este trabajo fin de grado se ha tratado de ofrecer un método formativo complementario, que permita garantizar el apoderamiento por parte del alumno de su proceso de aprendizaje, tomando protagonismo y adaptando el proceso a sus necesidades e intereses. Aunque se ha acotado a una única materia y ciclo, se basa en unos principios sólidos que son aptos para diferentes materias.

Toda novedad y la inclusión de las nuevas tecnologías en el aula resultan altamente atractivo para muchos alumnos, creando oportunidades de aprendizaje muy interesantes. La familiarización con los sistemas informáticos, desde su utilización a su comprensión interna se ha

convertido en una necesidad en nuestros días. Desarrollar el pensamiento computacional es una vía para entender mejor estos sistemas, y tener la capacidad de utilizarlos mejor.

En la propuesta se ha escogido Scratch como la herramienta para poner en práctica todos los fundamentos y ofrecer a los alumnos y al profesorado un medio para expresarse y crear. Estas posibilidades llevadas a la exploración de una asignatura como las matemáticas, permite contar con un entorno de experimentación y juego donde hacer posible la construcción de nuevos conocimientos, la resolución interactiva de problemas y la cooperación entre iguales.

La propuesta de intervención ha sido breve, pero ha permitido adaptar y elaborar la propuesta metodológica a una realidad concreta. En este proceso se ha tomado mayor consciencia sobre los diferentes factores que motivan el fracaso de algunos alumnos en la asignatura, y la resistencia por parte del sistema de plantear nuevas opciones formativas.

Los fundamentos descritos en este trabajo están aplicándose en diferentes escuelas por todo el mundo y si bien es pronto para analizar su alcance, logra desarrollar en los alumnos actitudes adecuadas para nuestros tiempos, por esto se está tratando de llevar el modelo a un plano más formal mediante la inclusión de la programación en los currículos educativos. El proyecto Code.org, es una propuesta seria, donde se han implicado diferentes entidades, con el fin de desarrollar material de calidad que pueda ser utilizado en las aulas.

Durante el desarrollo de este trabajo, han ido naciendo nuevas propuestas orientadas a fomentar el uso de estas herramientas en el aula, como es el caso de Code.org o Scratch Jr. Incluso la propia Universidad de la Rioja, podría estar elaborando¹⁵ un curso específico dirigidos a docentes. Si la tendencia continua, en los próximos años podrá verse la programación como un método formativo complementario en las escuelas españolas.

¹⁵ <http://programamos.es/convenio-unir-programamos-para-formacion-de-profesorado/> - Artículo que habla sobre la intención de la Unir (Universidad Internacional de la Rioja) de desarrollar diferentes sesiones sobre el uso de la herramienta Scratch en un curso específico.

6 PROSPECTIVA

La temática de este trabajo es puntera y tienen un gran potencial en diversas áreas de conocimiento. Como se ha descrito son muchos los casos de aplicación y ofrece posibilidades que están haciendo que se comience a valorar la inclusión de la programación y uso de estas herramientas en algunos currículos internacionales, como en el Reino Unido y en Estados Unidos.

En la actualidad hay muchas escuelas en España que están haciendo diferentes incursiones en el uso de Scratch para apoyar el aprendizaje de las matemáticas y otras asignaturas. Sin embargo son pocos los casos estudiados formalmente, y un análisis más en profundidad ayudaría a identificar la situación de España en relación a otros países en este aspecto. Al comienzo del trabajo, se entabló contacto con un grupo de trabajo especializado de la consejería de educación de la Comunidad de Madrid. Este grupo, pese a no estar centrado en el uso de Scratch, cuenta con miembros que hace un uso intensivo de la herramienta en el aula. También se organizan periódicamente conferencias y encuentros de docentes dedicados a Scratch y a analizar el potencial de la herramienta en el aula.

Siguiendo con la línea de este trabajo, sería interesante analizar durante un curso escolar la aplicación de los métodos propuestos y evaluar las diferencias de rendimiento y la adquisición de competencias comparándolo con un grupo de referencia.

Por otro lado, sería interesante analizar y clasificar más en profundidad los diversos materiales que existen de Scratch y asociarlos con los temarios de diferentes editoriales. Un trabajo similar, pero orientado a las actividades TIC en general, lo realizó el CEIP Nuestra Señora de Loreto de Dos Torres (Córdoba)¹⁶. Esta aproximación garantiza un mejor aprovechamiento de los recursos por parte de los docentes. Aunque la plataforma de Scratch ofrece un apartado dedicado a los recursos disponibles, muchos de los materiales están obsoletos y sin embargo muchos de los recursos de calidad de la plataforma pasan inadvertidos.

¹⁶ <http://www.ceiploreto.es/> - Página del CEIP Nuestra Señora de Loreto, donde se ofrece materiales TIC organizados por el temario de diferentes editoriales y asignaturas.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amanda Wilson, Thomas Connolly, Thomas Hailey, & David Moffat. (2011). Evaluation of introducing programming to younger school children using a computer game making tool. Paper presented at the pp. 639.
- Bermejo, V. (2012). *Cómo enseñar matemáticas para aprender mejor* (Tercera ed.) Editorial CCS.
- Bratitsis, T., Tatsis, K., & Amanatidou, A. (2012). Counting sounds: An ICT musical approach for teaching the concept of the angle in kindergarten. Paper presented at the pp. 186-190. doi:10.1109/ICALT.2012.150
- Calder, N., & Taylor, M. (2010). *"Scratch"ing below the surface: Mathematics through an alternative digital lens?* Retrieved from Tagged Format database.
- England. (2013). *National curriculum in England: Computing programmes of study - key stages 1 and 2* Department for Education.
- Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington D.C.: American Psychological Association.
- Giannakos, M., Chorianopoulos, K., & Jaccheri, L. (2012). Math is not only for science geeks: Design and assessment of a storytelling serious video game. Paper presented at the pp. 418-419. doi:10.1109/ICALT.2012.16
- Gregorio Guirles, J. R. (2002). El constructivismo y las matemáticas. *Sigma: Revista De Matemáticas = Matematika Aldizkaria*,
- Harel, I., & Papert, S. (1990). *Software design as a learning environment*
- Howard Gardner. (2005). Inteligencias múltiples. *Revista De Psicología Y Educación*, 1(1), 17-26.
- IDLBI, A. (2009). Taking kids into programming (contests) with scratch. *OLYMPIADS IN INFORMATICS*, Vol. 3, 17-25.
- Ke, F. (2014). An implementation of design-based learning through creating educational computer games: A case study on mathematics learning during design and computing. *Computers & Education*, 73, 26. doi:10.1016/j.compedu.2013.12.010
- Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7(3), 164-177. doi:10.1177/002221947400700309

Gómez Díaz, Diego

Lewis, C., & Shah, N. (2012). Building upon and enriching grade four mathematics standards with programming curriculum. Paper presented at the pp. 57-62. doi:10.1145/2157136.2157156

Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación.(2006). . Madrid: Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006. Retrieved from <http://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>

Liu, J., Lin, C., Hasson, E., & Barnett, Z. (2011). Introducing computer science to K-12 through a summer computing workshop for teachers. Paper presented at the pp. 389-394. doi:10.1145/1953163.1953277

OCDE. (2013). PISA 2012: Programa para la evaluación internacional de los alumnos.*I: Resultados y contexto*(Informe Español)

Oro, B., Ibarrola, B., & Muñoz Casado, J. L. (2008). *Matemáticas 6º primaria. Proyecto plantea amigo* Ediciones SM.

Resnick, M., Silverman, B., Kafai, Y., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., et al. (2009). *Scratch: Programming for all*. New York: ACM. doi:10.1145/1592761.1592779

Robinson, K. (2009). I foro mundial sobre el talento en la era del conocimiento. Navarra.

Rodger, S., Bashford, M., Dyck, L., Hayes, J., Liang, L., Nelson, D., et al. (2010). Enhancing K-12 education with alice programming adventures. Paper presented at the pp. 234-238. doi:10.1145/1822090.1822156

Zavala, L., Gallardo, S., & García-Ruíz, M. (2013). Designing interactive activities within scratch 2.0 for improving abilities to identify numerical sequences. Paper presented at the pp. 423-426. doi:10.1145/2485760.2485831

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1. EL CONSTRUCTIVISMO DE LAS MATEMÁTICAS A TRAVÉS DE LA PROGRAMACIÓN GRÁFICA

8.1.1 Claves del constructivismo en las matemáticas:

- Las matemáticas de la vida cotidiana
- Renovación de estrategias y uso de nuevas herramientas
- Adquisición del sentido numérico
- Juegos
- Trabajo en grupo
- Resolver problemas: indagar
- Autorregulación, el fallo como estrategia de aprendizaje

8.1.2 Propuesta:

Utilizar una herramienta informática de construcción de juegos y secuencias animadas como estrategia complementaria a las clases regulares, para:

- Hacer un uso lúdico de las matemáticas y mejorar su percepción
- Desarrollo del sentido numérico (significado más allá del cálculo)
- Potenciar la capacidad para resolver problemas
 - o Secuenciación
 - o División en problemas más sencillos
 - o Prueba y error (autorregulación)
- Adquisición de conceptos geométricos
 - o Ángulos
 - o Longitudes
 - o Coordenadas
- Uso de la recta numérica (números enteros y decimales)

8.1.3 Pautas:

- Introducir el mecanismo de programación por instrucciones
- Desarrollar los contenidos de los temas por medio de retos que se proponen en la herramienta.
 - o Basar estos retos en problemas atractivos para ellos
 - o Definir un reto inicial abordable por la mayoría
 - o Detallar un problema mayor

- Describir sus diseños al resto de la clase

8.1.4 Sesión tipo: 50 min

- Introducción: Hacer una aproximación al problema que vamos a abordar a partir de un ejemplo real, por ejemplo, cómo se utilizan los números enteros para guiar la sonda marciana para que se desplace por el planeta. (5 min)
- Presentación del problema: Se presenta la herramienta y las piezas que se van a utilizar para desarrollarla. (5 min)
- Trabajo por parejas: Se siguen las pautas indicada en la ficha de ejercicio y se intenta resolver los problemas. (20 min)
- Evaluar el trabajo de la clase: Se propone que un grupo de parejas cuente cómo ha desarrollado la solución y qué problemas ha tenido (15 min)
- Conclusiones y recoger: Se resumen las ideas principales de la clase y lo que se ha aprendido.

8.1.5 Propuesta de estrategias por temas

Tema	Estrategias
Tema 9: Medidas de magnitudes. Sistema métrico decimal	<ul style="list-style-type: none">- Usar diferentes magnitudes, experimentar con las magnitudes de longitud y de tiempo.
Tema 10: Números enteros	<ul style="list-style-type: none">- Desplazamiento por la recta numérica- El símbolo como dirección de desplazamiento
Tema 11: Los ángulos y sus medidas	<ul style="list-style-type: none">- Movimiento de personajes por el espacio
Tema 12: Los polígonos y su superficie	<ul style="list-style-type: none">- Dibujo de diferentes tipos de polígonos, variando sus características (lados, ángulos, longitud)
Tema 13: La circunferencia y el círculo	<ul style="list-style-type: none">- Dibujo de diferentes circunferencias, jugar con los parámetros.- Retos, dibujar semicírculo, dibujar trozo de pizza.
Tema 15: Probabilidad y estadística	<ul style="list-style-type: none">- Juegos probabilísticos, construimos una ruleta.

8.1.6 Proyecto interdisciplinar

Otra vía para trabajar es la realización de un proyecto mayor, donde los niños puedan experimentar con las diferentes herramientas y crear un juego, o una película animada. Este enfoque permite explorar nuevas necesidades.