



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales,
Sociales y de la Matemática**

**Diseño de una propuesta didáctica en la ESO
para desarrollar el Pensamiento
Computacional desde una perspectiva
Geométrica**

**Trabajo Fin de Máster Universitario de Profesor en Educación
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y
Enseñanza de Idiomas. Especialidad de Matemáticas.**

Valladolid, Julio de 2022

Alumna/o: Luis Rico de la Torre

Tutor/a: María Astrid Cuida Gómez

Consciente de la importancia de abordar la igualdad entre mujeres y hombres en el lenguaje, se ha empleado, sin embargo, en numerosas ocasiones, el masculino neutro para hacer referencia a ambos. Esto se ha debido al deseo de facilitar la lectura del trabajo.

RESUMEN DEL PROYECTO

En este trabajo fin de máster se pretende diseñar una Unidad Didáctica para un curso de Educación Secundaria en la que el desarrollo del pensamiento computacional tiene un peso importante. El pensamiento computacional se ha convertido en una competencia básica que es importante desarrollar en los alumnos, y dado su carácter transversal, desde la asignatura de Matemáticas también se debe de fomentar.

Se comenzará haciendo un breve repaso al concepto de pensamiento computacional a lo largo de la historia, se verán diferentes definiciones y características. Se mostrará como se puede llevar al aula en Educación Secundaria y concretamente a la asignatura de Matemáticas. Finalmente, como resultado de todo lo analizado anteriormente, se desarrollará una Unidad Didáctica para un curso de 1º de ESO, para la asignatura de Matemáticas y en concreto para el bloque de Geometría.

Palabras clave: Pensamiento Computacional, Unidad Didáctica, Educación Secundaria, Matemáticas, Geometría

ABSTRACT

The objective of this work is to create a Didactic Unit for a Secondary Education course in which the development of computational thinking has an important weight. Computational thinking has become a basic skill that is important to develop in students, and given its transversal nature, from the subject of mathematics it should also be encouraged.

It will begin by making a short review of the concept of computational thinking throughout history, different definitions and characteristics will be seen. It will be shown how it can be taken to the classroom in Secondary Education and specifically to the subject of mathematics. Finally, as a result of everything analyzed above, a Didactic Unit will be developed for a 1st ESO course, for the subject of mathematics and specifically for the geometry block.

Keywords: Computational Thinking, Didactic Unit, Secondary Education, Mathematics, Geometry

Hoy es un día importante, cierro una puerta que llevaba abierta más de 15 años, desde que me matriculé, pero nunca me atreví a cursar, del ya desaparecido CAP y que desde entonces ha estado dejando entrar y salir el runrún del por qué no lo hice.

Hoy por fin después de dos años pongo fin a este máster, que he disfrutado, pero que me ha supuesto mucho esfuerzo, compaginándolo con trabajo y familia, y es a ella a quien se lo dedico, a ti Merce por animarme a retomar el máster y ayudarme a conseguirlo, y a vosotras, Sira e Irene, por ser el motor de mi vida, para que nunca dejéis pasar las cosas que queréis, como hice yo, y para que aprendáis... que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Índice

1	Introducción	5
2	Marco teórico	6
2.1	Unas pinceladas de historia	6
2.2	¿Qué es y que no es el pensamiento computacional?.....	12
2.3	Habilidades asociadas al PC.....	13
2.4	Características del pensamiento computacional.....	18
2.5	¿Por qué es importante el pensamiento computacional?.....	19
2.6	Mi visión del pensamiento computacional	21
3	El pensamiento computacional y la Educación Secundaria	24
3.1	Marco legislativo.....	25
3.1.1	Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo	32
3.2	¿Y qué dicen las investigaciones?.....	38
3.2.1	Examinando las habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes.....	39
3.2.2	Robótica y pensamiento computacional.....	40
3.2.3	Scratch y pensamiento computacional	42
3.3	Formas de desarrollar el pensamiento computacional.....	45
3.3.1	Actividades desenchufadas.....	46
3.3.2	Actividades con dispositivos	48
3.3.3	Actividades con Robots.....	50
4	El pensamiento computacional y las Matemáticas.....	52
5	Unidad Didáctica.....	58
5.1	Introducción Contextual	58
5.2	Competencias Clave.....	59
5.2.1	Competencia en comunicación lingüística	60
5.2.2	Competencia matemática y competencia en ciencia y tecnología.....	60
5.2.3	Competencia digital.....	60
5.2.4	Competencia en aprender a aprender	61
5.2.5	Competencia social y cívica.....	61
5.2.6	Competencia en sentido de iniciativa y espíritu emprendedor	61
5.2.7	Competencia en conciencia y expresión culturales	61
5.3	Objetivos	62
5.3.1	Objetivos generales	62
5.3.2	Objetivos del área.....	64
5.4	Contenidos.....	66
5.5	Metodología:	66

5.5.1	Clase magistral	66
5.5.2	Problemas y ejercicios.....	66
5.5.3	Actividades.....	67
5.6	Recursos	69
5.7	Distribución temporal y secuenciación de contenidos	69
5.8	Atención a la diversidad	74
5.9	Evaluación.....	76
5.9.1	Procedimiento de evaluación del alumnado	76
5.9.2	Instrumentos de evaluación	77
5.10	Actividades de aprendizaje y enseñanza	78
5.10.1	Actividades desenchufadas.....	78
5.10.2	Actividades con dispositivos	85
5.10.3	Actividades con robots	88
6	Conclusiones	92

Índice de Figuras

Figura 1: Seymour Papert (Izquierda), pionero del aprendizaje construccionista, y Jeannette Wing (derecha), pionera del pensamiento computacional	6
Figura 2: Representación visual de los principales temas y palabras clave que aparecen en las definiciones de CT, extraída de (Moreno-León, Robles, Román-González & Rodríguez García, 2019).....	9
Figura 3: Interface gráfica de "Logo".....	11
Figura 4: Números decimales mediante una representación conceptual iterativa.....	17
Figura 5: Actividad desconectada para aprender los números binarios	47
Figura 6: Interface gráfica Scratch	49
Figura 7: Robot mBot empleado en las actividades de la Unidad Didáctica.	50
Figura 8: Representación de la orientación hacia el interior del pensamiento matemático, extraída de (Perez, 2018).....	53
Figura 9: Representación de la orientación hacia el exterior del pensamiento computacional, extraída de (Perez, 2018).....	54
Figura 10: Actividad 1, construcción de Tangram (elaboración propia).....	80
Figura 11: Actividad 2, demostración del Teorema de Pitágoras mediante papiroflexia (elaboración propia)	82
Figura 12: Plantilla y piezas para las actividades desenchufadas (elaboración propia)	82
Figura 13: Ejemplo actividad desenchufada (elaboración propia).....	83
Figura 14: Rectángulo, resultado actividad 3 (elaboración propia)	84
Figura 15: Hexágono actividad 4 (elaboración propia).....	84
Figura 16: Programa de Scratch para crear un triángulo equilátero (elaboración propia)	85
Figura 17: Programa de Scratch para crear un cuadrado (elaboración propia)	86
Figura 18: Programa de Scratch para calcular el tipo de un triángulo según sus lados (elaboración propia)	86
Figura 19: Programa de Scratch que devuelve el valor de un cateto de un triángulo rectángulo conocidos el valor de la hipotenusa y del otro cateto (elaboración propia)	87
Figura 20: Programa de Scratch para dibujar un pentágono regular y sus apotemas (elaboración propia)	88
Figura 21: Programa de Scratch para crear polígonos regulares (elaboración propia)	89
Figura 22: Programa actividad 11 y solución (elaboración propia)	89
Figura 23: Programa actividad 12 y solución (elaboración propia)	90
Figura 24: Resultado actividad 17 (elaboración propia)	91

Índice de Tablas

Tabla 1: Relación elementos pensamiento computacional - fases proceso creación programa, extraída de (Zapata-Ros, 2015)	18
Tabla 2: Contenidos por curso de la asignatura Tecnología, programación y robótica	27
Tabla 3: Datos demográficos de los participantes.....	40
Tabla 4: Descripción de las sesiones del estudio Desarrollo del pensamiento computacional con Scratch.....	42
Tabla 5: Criterios de evaluación y Estándares de aprendizaje del Bloque 3 de Geometría de 1º de ESO de Matemáticas para Castilla y León	76

1 Introducción

En una sociedad completamente digitalizada, en la que no saber desenvolverse con soltura con los dispositivos tecnológicos implica quedarse descolgado, el pensamiento computacional se convierte en una competencia básica para todos los ciudadanos, al igual que lo son la lectura, la escritura o las Matemáticas, y esto es así para cualquier persona, independientemente de a que se dediquen o vaya a dedicar.

El término pensamiento computacional es relativamente nuevo, se puede decir que Seymour Papert con su teoría del construccionismo fue el pionero de dicho término, pero hay que esperar hasta 2006 para obtener una definición formal del, cuando Jeanette Wing lo definió como una forma de **“resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano a partir de los conceptos fundamentales de la informática”** (Wing, 2006). Desde entonces se han dado muchas definiciones de pensamiento computacional, poniendo de manifiesto el debate existente entre informáticos, investigadores cognitivos y educadores, que no se ponen de acuerdo con respecto a la naturaleza, definición y aplicaciones del pensamiento computacional.

A lo largo de este trabajo se va a realizar un repaso del concepto de pensamiento computacional, se mostrarán diferentes definiciones que se le han dado a lo largo del tiempo y las características que se le asocian, además se mostrarán las conclusiones a las que se ha llegado con algunas investigaciones sobre el tema. Se hará un breve repaso al marco legislativo, como desde diferentes administraciones se ha trabajado y se está trabajando para promover esta competencia. Se prestará especial atención en la situación en España y concretamente en Castilla y León. Durante la redacción de este trabajo ha entrado en vigor el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria y en el que el pensamiento computacional empieza a cobrar importancia. Se mostrarán también las principales novedades que se incorporan en este nuevo Real Decreto al respecto.

Finalmente, y como resultado de toda la investigación realizada previamente se desarrolla una propuesta didáctica basada en la realización de actividades que promuevan el pensamiento computacional en los alumnos y sirvan como medio para alcanzar los objetivos y competencias marcadas por la Ley. La Unidad Didáctica se desarrollará para el Bloque de Geometría de la asignatura de Matemáticas para el curso de 1º de ESO.

2 Marco teórico

2.1 Unas pinceladas de historia

Se puede decir que el pionero del término pensamiento computacional o CT (*Computational Thinking*) fue Seymour Papert, dado que las ideas asociadas a este tipo de pensamiento pueden tener un precedente remoto en el construccionismo, teoría desarrollada por dicho autor. Esta alternativa defiende que hay una forma específica de pensar, de organizar ideas y representaciones, que es propicia y que favorece las competencias computacionales. Se trata de un modo de pensar que favorece el análisis y la relación de ideas para la organización y la representación lógica de procedimientos. Esas habilidades se ven favorecidas con ciertas actividades y con ciertos entornos de aprendizaje desde las primeras etapas. Se trata del desarrollo de un pensamiento específico, de un pensamiento computacional. Según Papert el conocimiento se logra cuando el individuo interactúa con el objeto de estudio (Papert, 1980).

Seymour Papert, matemático, informático y educador, que pasó gran parte de su vida investigando en el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), en 1980 ya decía cosas del tipo: “creo que ciertos usos de las muy poderosas ideas y tecnologías computacionales pueden ofrecer a los niños nuevas posibilidades para aprender, pensar y crecer tanto emocionalmente como cognitivamente (Papert, 1980). El objetivo es usar el pensamiento computacional para generar ideas.”

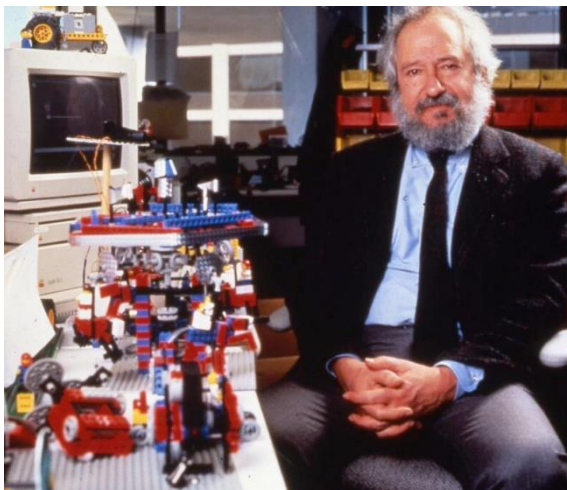


Figura 1: Seymour Papert (Izquierda), pionero del aprendizaje construccionista, y Jeannette Wing (derecha), pionera del pensamiento computacional

Es decir, Seymour Papert en 1980 ya imaginaba cuales eran los conceptos del pensamiento

computacional, que según él eran cómo usar la computación para mejorar el pensamiento, crear nuevos conocimientos y cambiar los patrones de acceso al conocimiento. Se podría resumir la visión de Papert del siguiente modo: “los niños deben programar la computadora en lugar de ser programados por ella” (children should be programming the computer rather than being programmed by it) (Blikstein, 2013).

Una de las definiciones más populares, sino la que más, que existen del pensamiento computacional es la que dio Jeanette Wing en su artículo seminal de 2006 “Computational thinking. Communications of the ACM”. Jeanette Wing es una teórica informática e ingeniera estadounidense. Actualmente es directora Avansians del Instituto de Ciencias de Datos de la Universidad de Columbia y en el momento de publicar el artículo dirigía el departamento de ciencias de la computación en la Universidad Carnegie Mellon, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos. En el artículo Wing definía el pensamiento computacional como una forma de **“resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano a partir de los conceptos fundamentales de la informática”** (Wing, 2006), dicho de otro modo, resolver problemas pensando de un modo similar a como lo hace un ingeniero informático. Indicó que el pensamiento computacional implica algunos conceptos familiares, como la descomposición de problemas, la representación de datos y el modelado, así como ideas menos familiares, como la búsqueda binaria, la recursividad y la paralelización. También señaló que **“el pensamiento computacional es una habilidad fundamental para todos, no solo para los informáticos”** (Wing, 2006). El pensamiento computacional es en los niños una habilidad analítica del mismo modo que lo son la lectura, la escritura y la aritmética. Más adelante en 2011 añadió que este tipo de pensamiento **implica definir, comprender y resolver problemas, usar el razonamiento en múltiples niveles de abstracción, comprensión, aplicación y automatización** (Wing, 2011).

Tal como nos cuenta Miguel Zapata-Ros en su obra “Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital” hay otro enfoque desde el que analizar el pensamiento computacional, y es desde el punto de vista de la alfabetización digital, pensando en el pensamiento computacional como una nueva alfabetización (Zapata-Ros, 2015). Desde este punto de vista el pensamiento computacional está constituido por competencias clave que sirven para aprender y comprender ideas, procesos y fenómenos no sólo en el ámbito de la programación de ordenadores o incluso del mundo de la computación, de Internet o de la nueva sociedad del conocimiento, sino que es sobre todo útil para emprender operaciones cognitivas y desarrollos complejos que de otro modo sería más complicado, e incluso imposible realizar. Dicho de otro modo, estos nuevos conocimientos, nos permiten resolver problemas no sólo del ámbito científico o tecnológico, sino de la vida diaria. El pensamiento computacional según Zapata-Ros

se considera como **un conjunto de habilidades esenciales para la vida en la mayoría de los casos y como un talante especial para afrontar problemas científicos y tecnológicos** (Zapata-Ros, 2015).

Otro modo distinto de definir el concepto de pensamiento computacional es el que hizo, en 2014, la informática Tasneem Raja en la revista *Mother Jones*, dentro del post *¡We Can Code It!*, En él da la siguiente definición como un primer acercamiento al concepto de pensamiento computacional:

“El enfoque computacional se basa en ver el mundo como una serie de puzzles, a los que se puede romper en trozos más pequeños y resolver poco a poco a través de la lógica y el razonamiento deductivo” (Raja, 2014).

Implícitamente en esta definición Tasneem Raja está hablando de lo que se conoce como análisis descendente, una de las habilidades asociadas con el pensamiento computacional y de la que se hablará más adelante.

El concepto de pensamiento computacional es por lo tanto complicado, no existe una definición única de lo que es el pensamiento computacional, de hecho, esto es algo que genera debate entre informáticos, investigadores cognitivos y educadores, que no se ponen de acuerdo con respecto a la naturaleza, definición y aplicaciones del pensamiento computacional (Barr, Harrison, & Conery, 2011). Las definiciones de Wing sobre pensamiento computacional, como se ha dicho seguramente las más populares, también han recibido críticas, generalmente por su ambigüedad y vaguedad. Encontramos incluso muchas organizaciones y autores que modifican sus definiciones iniciales a lo largo del tiempo (Moreno-León, Robles, Román-González & Rodríguez García, 2019).

Podemos hacernos una idea de la cantidad de definiciones que se han hecho a lo largo del tiempo del concepto de pensamiento computacional a través de la figura 2. En esta figura se representa de un modo visual los principales temas y palabras clave que aparecen en las definiciones de pensamiento computacional.

Esta figura es el resultado del estudio de investigación de 2019 titulado “Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming” (Moreno-León, Robles, Román-González & Rodríguez García, 2019) o en castellano “No es lo mismo: un análisis de red de texto sobre definiciones de pensamiento computacional para estudiar su relación con la programación informática”. En esta investigación

sus autores han recopilado las principales definiciones de pensamiento computacional que aparecen en la literatura y las han estudiado utilizando un software de análisis de red de texto. Estos programas automatizan la visualización de un texto como red, muestra los temas más relevantes, sus relaciones y las brechas estructurales entre ellos. El texto sobre el que se pasó el análisis es un documento que contiene todas las definiciones de pensamiento computacional a analizar.

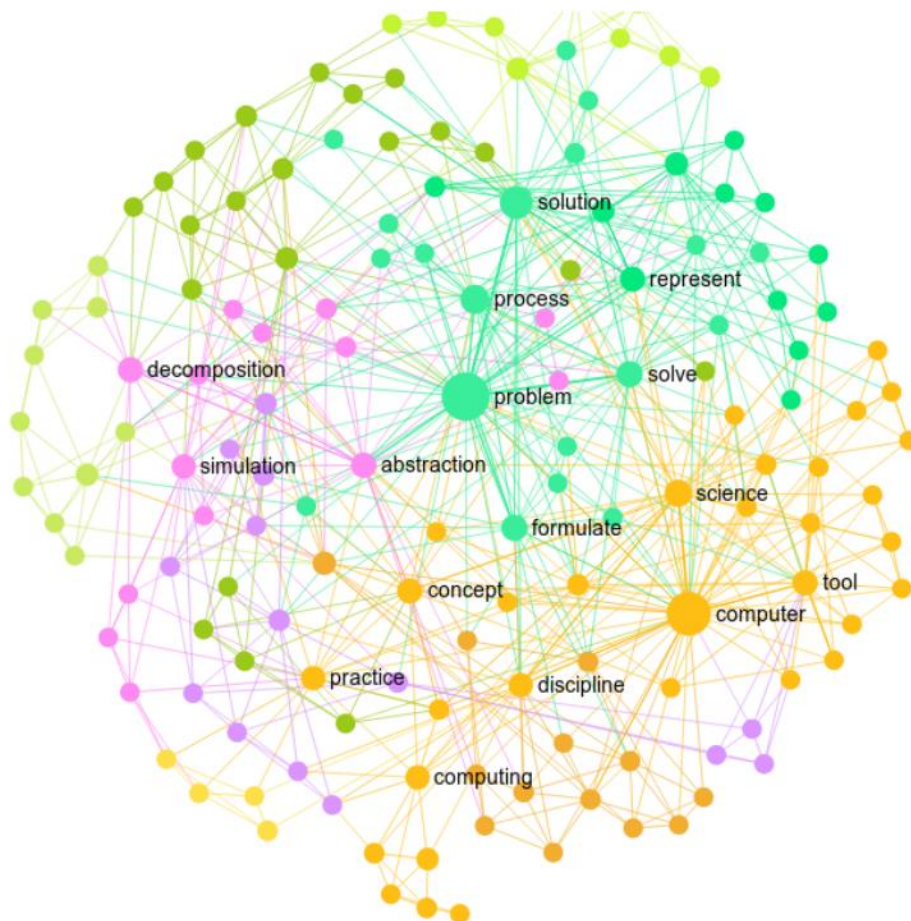


Figura 2: Representación visual de los principales temas y palabras clave que aparecen en las definiciones de pensamiento computacional, extraída de (Moreno-León, Robles, Román-González & Rodríguez García, 2019)

El programa de análisis de red de texto da como resultado un gráfico de red dirigido, donde los nodos son las diferentes palabras y las aristas representan sus coocurrencias. Mediante los colores y los tamaños se representa de forma clara la estructura y los temas relacionados con el concepto de pensamiento computacional.

Con el estudio los autores querían dar respuesta, entre otras, a las siguientes preguntas, ¿Cómo de diferentes son las definiciones de pensamiento computacional propuestas durante los últimos años? ¿Comparten algunas características comunes? ¿O se centran en distintas dimensiones de esta competencia?

El análisis de red generó una representación compuesta por 148 nodos (palabras) y 658 aristas (coocurrencias). 4,45 es la media de número de nodos conectados a otro nodo. Cada color indica los distintos temas o grupos contextuales, que son agrupaciones de palabras que están estrechamente relacionadas. Del mismo modo, las palabras que pertenecen a contextos diferentes aparecen alejadas unas de otras. El tamaño de los nodos refleja su centralidad de intermediación, o lo que es lo mismo la cantidad de temas o contextos diferentes que conecta cada nodo.

Se observa que los elementos más influyentes de la red, dado que vinculan diferentes temas entre sí, son problema, computadora, solución y proceso. Estos nodos se muestran más grandes en el gráfico. Estas palabras más influyentes se concentran en torno a un tema, y el discurso se centra en una determinada perspectiva. Esto quiere decir que, a pesar de la existencia de diferencias en las definiciones, éstas tienen muchos elementos en común.

Tras este análisis los investigadores también dan su propia definición de pensamiento computacional, según ellos el pensamiento computacional es **“la capacidad de formular y representar problemas para resolverlos haciendo uso de herramientas, conceptos y prácticas propias de la informática, como la abstracción, la descomposición o el uso de simulaciones”** (Moreno-León, Robles, Román-González & Rodríguez García, 2019).

Con el objetivo de encontrar una definición más clara y práctica para el concepto de pensamiento computacional, y que dicho concepto sea más accesible para los profesores, facilitándoles la creación de prácticas educativas en este sentido, se han lanzado diferentes iniciativas a nivel mundial. Algunas de ellas pueden ser el proyecto *“Leveraging Thought Leadership for Computational Thinking in PK-12”* desarrollado conjuntamente entre la Asociación de Profesores de Ciencias de la Computación (CSTA) y la Sociedad Internacional de Tecnología en Educación (ISTE) o el proyecto Erasmus+ KA2 *“TACCLE3 – Coding”*.

A nivel práctico se puede decir que *“Logo”* y su famosa tortuga fue el primer paso para introducir (en este caso a través de la programación) el concepto de pensamiento computacional en las aulas allá por los años 80 (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015). *“Logo”* es un lenguaje de programación desarrollado entre otros por Seymour Papert. En este programa mediante sencillas ordenes se movía una tortuga para realizar dibujos vectoriales, permitiendo entre otros el aprendizaje de la Geometría de una forma innovadora. Evidentemente las posibilidades que ofrecía dicho lenguaje de programación eran mínimas, pero supuso un paso muy importante de cara a la enseñanza y aprendizaje de lenguajes de programación.

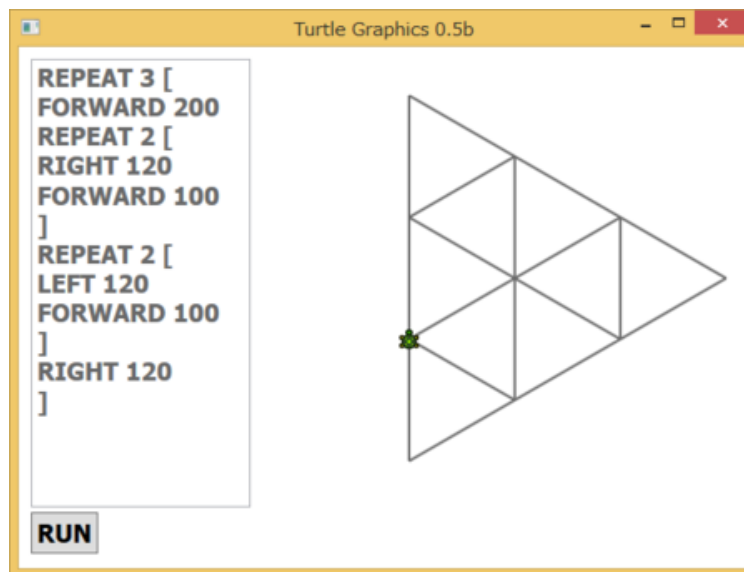


Figura 3: Interface gráfica de "Logo"

Posteriormente a “Logo” han surgido muchos más lenguajes de programación con un enfoque pedagógico. Scratch por ejemplo es otro entorno de programación con un enorme potencial educativo, que permite crear aplicaciones interactivas mediante la programación, sin necesidad de tener unos conocimientos profundos de informática. Al igual que ocurría con “Logo”, Scratch también está basado en la idea de proporcionar un objeto programable, pero en este caso en lugar de una tortuga es un gato naranja. Scratch es un lenguaje de programación bajo un entorno visual en el que se pueden crear historias interactivas, juegos y animaciones a través del uso de bloques a modo de código. Scratch es una potente herramienta para desarrollar el pensamiento computacional y la creatividad desde edades muy tempranas.

Otra definición más que hay sobre el concepto de pensamiento computacional es la que da el equipo de Scratch del MIT. Según ellos el pensamiento computacional es **“un conjunto de conceptos, prácticas y perspectivas que se basan en las ideas del mundo de la informática”** (Basogain, Olabe & Olabe, 2015). Los alumnos que programan y comparten sus proyectos a través de Scratch empiezan a desarrollar habilidades relacionadas con el pensamiento computacional: aprenden conceptos básicos de programación y Matemáticas, y al mismo tiempo están aprendiendo estrategias de diseño, de resolución de problemas y de trabajo cooperativo (ScratchEd Team, 2015).

Las personas que desarrollan estas habilidades basadas en el pensamiento computacional están capacitadas para resolver problemas complejos, no sólo porque la potencia computacional del ordenador se lo permiten, sino porque ese conocimiento de los lenguajes de programación les ha

enseñado a describir sistemáticamente un problema en varias capas de abstracción y de describir la interfaz entre dichas capas sin ambigüedad. Esta habilidad aumenta notablemente la capacidad para resolver problemas reales de un modo eficiente y correcto (Basogain, Olabe & Olabe, 2015).

2.2 ¿Qué es y que no es el pensamiento computacional?

El concepto de pensamiento computacional está fuertemente ligado con el pensamiento abstracto-matemático y con el pragmático-ingenieril empleado en múltiples aspectos de la vida cotidiana, de hecho, muchos de los conceptos y habilidades asociadas al pensamiento computacional, de las que más adelante se hablará, también se asocian con el pensamiento crítico o matemático (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015). ¿Cuál es entonces la diferencia entre este tipo de pensamientos y el pensamiento computacional?

Pues al igual que ocurre con la definición en la que no hay un consenso total, aquí ocurre lo mismo, no hay un acuerdo claro en relación con estas diferencias. Algunos de los participantes del proyecto mencionado antes, desarrollado conjuntamente entre la Asociación de Profesores de Ciencias de la Computación (CSTA) y la Sociedad Internacional de Tecnología en Educación (ISTE) propusieron que el pensamiento computacional difiere del pensamiento crítico o pensamiento matemático dado que (Barr, Harrison, & Conery, 2011):

- Es una combinación única de habilidades de pensamiento que, cuando se usan juntas, proporcionan la base de una forma nueva y poderosa de resolución de problemas.
- Está más orientado a herramientas
- Hace uso de habilidades familiares para resolver problemas, como ensayo y error, iteración e incluso adivinanzas en contextos en los que antes no eran prácticos, pero que ahora son posibles porque pueden automatizarse e implementarse a velocidades mucho más altas.

Se trata por lo tanto de una competencia compleja de “alto nivel” relacionada con un modelo de conceptualización específica de los seres humanos. El pensamiento computacional no consiste simplemente en programar un ordenador, se trata de conceptualizar, es decir, ver el modo en que nos enfrentamos a un problema y como tratamos de encontrar las soluciones. Lo importante no son las líneas de código que los alumnos escriben sino lo que piensan y como lo piensan mientras escriben esas líneas. El pensamiento computacional requiere pensar en diferentes niveles de abstracción y es independiente de los dispositivos, simplemente con un lápiz y un papel se puede desarrollar pensamiento computacional, no es necesario un ordenador para

fomentar esta competencia., de hecho, se puede y debe fomentar el pensamiento computacional mediante el uso de actividades que no impliquen conocimientos en dispositivos digitales ni obligue a su uso. Si que es cierto de cualquier modo, que las actividades basadas en este tipo de dispositivos digitales proporcionan un marco ideal para el desarrollo del pensamiento computacional, y además, el uso de éstos nos permiten enfrentarnos a problemas complejos que serían inviables sin su ayuda (Wing, 2006 a través de Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015).

El pensamiento computacional es una habilidad que usamos las personas para resolver problemas, es decir, no es un modo de aprender como procesan los ordenadores, se trata de un modo de pensar de los humanos, no los ordenadores. El funcionamiento de una máquina, a diferencia de lo que pasa con los humanos es predecible, ante un mismo problema con la misma información diferentes máquinas van a dar el mismo resultado. Sin embargo, las personas tenemos unas cualidades que no poseen las máquinas, somos inteligentes y creativos, lo que hace que, ante un mismo problema, personas diferentes obtengan resultados diferentes. El hecho de que el pensamiento computacional permita resolver problemas de un modo inteligente y creativo lo convierte en una competencia básica que todo ciudadano debería obtener para desenvolverse en la sociedad actual, una sociedad digital, no se trata entonces de una habilidad rutinaria o mecánica. Además, posee la característica de combinar pragmatismo y abstracción, puesto que se fundamente en las Matemáticas, un mundo de ideas, y se desarrolla a partir de proyectos de ingeniería que interactúan con el mundo real.

En definitiva, el pensamiento computacional no sólo está relacionado con conceptos informáticos, ya sean *HW* o *SW*, se trata de una habilidad que siempre podemos emplear para resolver problemas de cualquier tipo. Además, no es una habilidad que solo tengan que desarrollar las personas ligadas al ámbito de la tecnología, sino que como se ha dicho se trata de una habilidad básica, cualquier ser humano tiene que poseerla para poder desenvolverse en la sociedad actual, nos guste o no nos guste nos encontramos en una sociedad altamente tecnificada, y para poder desenvolvernos en ella de un modo correcto estamos obligados a adquirir estas competencias digitales que nos aporta el pensamiento computacional.

2.3 Habilidades asociadas al PC

Del mismo modo que existen diferentes definiciones para determinar a que llamamos pensamiento computacional, existen también diferentes puntos de vista a la hora de definir que habilidades se consideran están asociadas con este tipo de pensamiento, aunque por supuesto todas ellas son muy parecidas y están muy relacionadas.

Una de estas listas de habilidades surgió tras una reunión convocada por el proyecto del que se ha hablado en el punto 2.1, el proyecto “*Leveraging Thought Leadership for Computational Thinking in PK-12*”. Tras esta reunión se llegó a un consenso con respecto a los elementos esenciales del pensamiento computacional, según ellos el pensamiento computacional es un proceso de resolución de problemas que incluye las siguientes habilidades (Barr, Harrison, & Conery, 2011):

- Formular problemas de una manera que nos permita usar un ordenador y otras herramientas para ayudar a resolverlos.
- Organizar y analizar datos de forma lógica.
- Representación de datos a través de abstracciones, como modelos y simulaciones.
- Automatización de soluciones a través del pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados).
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más eficiente y efectiva de pasos y recursos.
- Generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de problemas.

Estas habilidades se apoyan y acrecientan por una serie de conductas o actitudes que son dimensiones esenciales del pensamiento computacional y que son (Barr, Harrison, & Conery, 2011):

- Confianza para hacer frente a la complejidad.
- Persistencia en trabajar con problemas difíciles.
- Tolerancia para la ambigüedad.
- La capacidad de lidiar con problemas abiertos.
- La capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo común o solución.

Tras esta definición se realizó una encuesta a casi 700 educadores en la que más del 82% de ellos estaban de acuerdo o muy de acuerdo en que esta definición recogía los elementos esenciales del pensamiento computacional. Es decir, parece que esta definición proporciona un marco de referencia para el pensamiento computacional que tiene significado para todos los docentes de la educación escolar.

Por su parte Jannette Wing, como ya se ha dicho una de las principales impulsoras del pensamiento computacional, asocia las siguientes características o habilidades con el

pensamiento computacional (Wing, 2011 a través de Basogain, Olabe & Olabe, 2015):

- Reformular un problema a uno parecido que sepamos resolver por reducción, encuadrarlo, transformarlo, simularlo.
- Pensar recursivamente.
- Procesar en paralelo.
- Interpretar código como datos y datos como código.
- Generalizar análisis dimensional.
- Reconocer ventajas y desventajas del solapamiento.
- Reconocer coste y potencia de tratamiento indirecto y llamada a proceso.
- Juzgar un programa por simplicidad de diseño
- Utilizar Abstracción y descomposición en un problema complejo o diseño de sistemas complejos.
- Elegir una correcta representación o modelo para hacer tratable el problema.
- Seguridad en utilizarlo, modificarlo en un problema complejo sin conocer cada detalle.
- Modularizar ante múltiples usuarios.
- Prefetching y caching anticipadamente para el futuro.
- Prevención, protección, recuperarse de escenario peor caso.
- Utilizar razonamiento heurístico para encontrar la solución.
- Planificar y aprender en presencia de incertidumbre.
- Buscar, buscar y buscar más.
- Utilizar muchos datos para acelerar la computación.
- Límite tiempo/espacio y memoria/potencia de procesado.

Como último punto de vista se indica el de Miguel Zapata-Ros y Pascual Perez, a nivel nacional unos de los investigadores que más han escrito sobre el pensamiento computacional. Según ellos el pensamiento computacional se compone de los siguiente quince elementos, elementos que como también indican existen de alguna manera en el trabajo que hacen los programadores (Zapata-Ros & Pérez-Paredes, 2018):

- Análisis ascendente: Consiste en partir de casos concretos e ir generalizándolos de modo que nos sirva para resolver problemas más complejos, es decir consiste en partir de problemas muy sencillos con datos muy sencillos e irlos complicando para que me valgan para resolver problemas más complejos. Dicho de otro modo, este análisis consiste en ir de lo más concreto a lo más abstracto.
- Análisis descendente: o lo que es lo mismo reducir un problema complejo en varios problemas más sencillos, de modo que la solución del problema complejo inicial se

obtenga de la unión de las soluciones de los diferentes problemas sencillos. Como se adelantó en el punto 2.1 la definición que hace Tasneem Raja del concepto de pensamiento computacional está implícitamente hablando de este tipo de análisis.

- Heurística: es un saber no científico pero que se puede aplicar en entornos científicos. El pensamiento computacional no siempre es un saber científico. La heurística hace referencia a técnicas basadas en la experiencia para la resolución de problemas, el aprendizaje y el descubrimiento de propiedades o de reglas. La heurística por lo tanto no tiene la validez de la prueba sobre los resultados obtenidos ni garantiza que la solución obtenida sea la única o la más óptima. La heurística sería equivalente a una conjetura.
- Pensamiento divergente: también llamado pensamiento lateral y que es un pensamiento que escapa de patrones de pensamiento. Por este motivo tiene la ventaja de que evita la inercia existente al seguir un patrón de pensamiento. En ocasiones esta inercia hace que la solución a un problema se nos escape, dado que seguimos un camino marcado por dicho patrón. Esta forma de pensamiento evita esa inercia y posibilita la adquisición de ideas creativas e innovadoras.
- Creatividad: consiste en aplicar nuevos métodos de un modo eficiente, pero no basta simplemente con crear algo nuevo, además ese algo debe ser útil, debe valer la pena, debe tener éxito con un número determinado de usuarios, de no ser así sería novedad, pero no sería creatividad.
- Resolución de problemas: Son una serie de técnicas heurísticas aplicables a la resolución de un problema. Por ejemplo, a la hora de resolver un problema me ayuda el realizar ciertas acciones: identificar los datos, las variables o por ejemplo empezar a leer el problema por el final de modo que rápidamente veamos lo que nos pide el problema. Todo esto son reglas de resolución de problemas. El pensamiento computacional es una variante del dominio metodológico que se conoce como “resolución de problemas”.
- Pensamiento abstracto: es la capacidad para trabajar con modelos abstractos de la realidad. Una vez obtenido ese modelo abstracto a partir de la realidad se trabaja con él para estudiar sus propiedades y obtener conclusiones y reglas. El pensamiento matemático es el pensamiento abstracto por excelencia.
- Recursividad: en ocasiones existen problemas que por su tamaño o características no podemos resolverlos, pero si podemos reducirlos a otros problemas de las mismas características, pero más pequeño que si sabemos resolver. Dicho de otro modo, serían métodos que se llaman a si mismos, es decir, son métodos que reducen un problema a otro igual pero más reducido. Un ejemplo muy sencillo de esto sería calcular la potencia de un número: $a^n = a \cdot a^{(n-1)}$, es decir estamos reduciendo el problema de una

potencia a otra potencia, pero más pequeña, y esto lo podemos hacer hasta llegar a lo que se conoce como cláusula de parada que en este caso sería $a^0=1$.

- Iteración: la constituyen procedimientos repetitivos, es decir, hacer una construcción repitiendo un módulo, encontrar las reglas de regularidad que tiene un problema y repetirlo. Por lo general asociamos iteración con bucles y la construcción de algoritmos repetitivos, pero la iteración como sistema de pensamiento está presente en multitud de aprendizajes básicos, por ejemplo, en el aprendizaje de los números decimales, tal como se puede ver en la figura 4, en ella se observa que para representar las decimas lo que hacemos es dividir la unidad en 10 partes, para representar las centésimas dividimos las décimas en 10 partes, las milésimas dividiendo las centésimas en 10 partes y así sucesivamente, es decir, se trata de una representación conceptual iterativa.

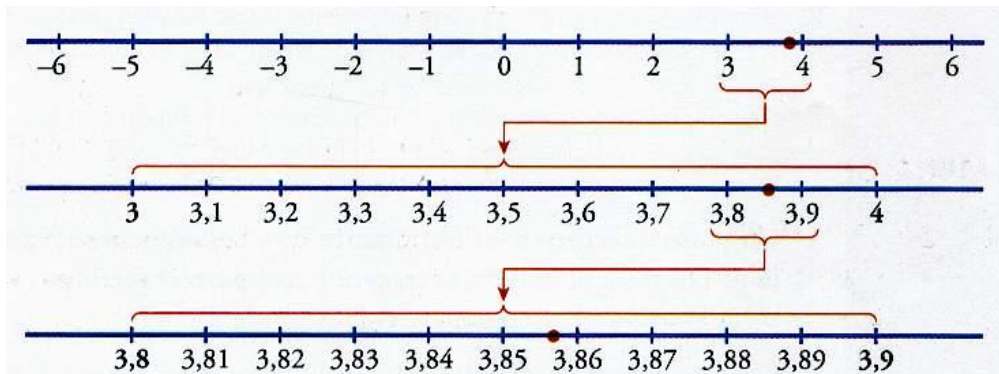


Figura 4: Números decimales mediante una representación conceptual iterativa

- Métodos por aproximaciones sucesivas. Ensayo – error: este procedimiento para la resolución de un problema enfrenta nuestras ideas con la realidad tal como la percibimos en acciones y percepciones, en la formación de modelos cognitivos y de ideas.
- Métodos colaborativos: cuando dos o más personas trabajan de modo conjunto, aportando ambas cosas a dicho trabajo, con la intención de llegar a un fin común. En el mundo de la computacional es muy raro, dada la complejidad de desarrollos y arquitecturas, trabajar de manera aislada, y lo más normal es trabajar de manera colaborativa.
- Patrones: Se trata de una herramienta que por un lado me evita tener que repetir ciertos trabajos ante problemas que son iguales pero en distinto contexto pero por otro lado exige tener la capacidad para poder distinguir elementos comunes en situaciones distintas.
- Sinéctica: es la unión de las técnicas de trabajo colaborativo y las teorías que tratan de explicar y estudiar la creatividad. Es un modo de trabajo en el que los integrantes del

grupo de trabajo consiguen un grado superior de creatividad.

- **Metacognición:** o la gestión de los recursos cognitivos de uno mismo, es decir, saber lo que uno sabe para poder elegir cual de esos conocimientos o habilidades que poseo tengo que emplear en cada momento a la hora de resolver un problema. La metacognición no es por tanto una estrategia en sí, sino que es la condición necesaria para que pueda darse un plan estratégico.
- **Cinestesia:** es la forma de pensar con el cuerpo. Según Miguel Zapata Ros hay una lógica sensorial que nace con la sensación o percepción del movimiento, del espacio, del tiempo y de la propia posición.

Zapata-Ros y Pascual Perez para finalizar con el estudio relacionan estos 15 elementos del pensamiento computacional con las distintas fases del proceso de elaboración de un programa, indicando para cada una de las fases que elementos están presentes. En la tabla 1 se muestra esta relación y se observa que alguno de estos elementos se encuentra presente en todas las fases del proceso.

Tabla 1: Relación elementos pensamiento computacional - fases proceso creación programa, extraída de (Zapata-Ros, 2015)

	Competencias necesarias en todas las fases, sin que tengan que ver directamente y de forma exclusiva con algunas de ellas	Detección y delimitación del problema y de su naturaleza	Delimitación de métodos y disciplinas en la resolución del problema	Organización de la resolución, <i>feed back</i> e investigación formativa	Diseño de la resolución	Algoritmia/ diagrama de flujo	Elaboración del código (programa)	Validación
Metacognición	X							
Sinéctica		X	X	X	X			X
Análisis descendente				X		X	X	
Análisis ascendente						X	X	
Recursividad				X		X	X	
Método por aprox. sucesiv. Ensayo – error						X	X	X
Heurística					X	X	X	
Iteración						X	X	
Pensamiento divergente					X			
Creatividad		X	X	X	X			
Resolución de problemas		X	X	X	X	X	X	X
Pensamiento abstracto	X							
Métodos colaborativos		X	X	X	X			
Patrones	X							

2.4 Características del pensamiento computacional

El pensamiento computacional permite a los estudiantes enfrentarse a los problemas de otro modo, descomponiéndolos en problemas más sencillos y diseñando algoritmos para resolverlos. Según Kemp, P (Kemp, 2014) el pensamiento computacional implica lo siguiente:

1. Descomposición: el pensamiento computacional enseña a dividir un problema grande en problemas más pequeños, La combinación de las soluciones de estos problemas más pequeños nos lleva a solucionar el problema grande inicial.
2. Reconocimiento de patrones: es decir buscar paralelismos que ayuden a automatizar y generalizar soluciones, identificar eventos que ocurren al mismo tiempo o están sincronizados.
3. Abstracción: que consiste en omitir la información que se considere irrelevante de cara a resolver el problema propuesto.
4. Generalización de patrones: o buscar similitudes entre patrones, de modo que se pase de lo particular a lo general.
5. Algoritmos: la solución del problema se obtiene secuenciando tareas, es decir, se implementan las posibles soluciones a través de una serie de pasos ordenados para realizar una tarea.

2.5 ¿Por qué es importante el pensamiento computacional?

Y una vez dicho todo lo anterior nos queda responder a la pregunta ¿por qué es importante el pensamiento computacional?

Está claro que vivimos en la era digital, donde nos encontramos rodeados de dispositivos tecnológicos que debemos saber manejar para poder desenvolvernos en la vida de manera correcta. La aplicación de la tecnología informática a prácticamente todos los campos de estudio ha cambiado la forma en que se trabaja hoy en día. La mente humana sigue siendo con diferencia la máquina de resolución de problemas más potente que existe, pero este poder de pensamiento es mucho mayor si lo complementamos con el uso de los ordenadores y otras herramientas digitales. Por este motivo el ampliar esa capacidad del pensamiento humano con la ayuda de los ordenadores y otras herramientas digitales se ha convertido en una parte esencial de nuestra vida y trabajo diario (Barr, Harrison, & Conery, 2011).

Por todo lo anterior es importante que todo el mundo desarrolle habilidades de pensamiento computacional, por un lado, porque es necesario que la gente sepa manejar esos dispositivos tecnológicos, y por otro lado, porque se necesita que la gente sepa programarlos o crearlos. En la actualidad existen muchos puestos de trabajo tecnológicos que no se cubren dado que no hay gente cualificada para ello. Por todo esto es de vital importancia que todo el mundo desarrolle habilidades relacionadas con el pensamiento computacional. El pensamiento computacional se ha convertido en una competencia básica que todo el mundo debe dominar, no solo los informáticos y por eso muchas administraciones lo están incluyendo dentro de sus currículos.

Todos debemos saber cómo, cuándo y dónde los ordenadores y otras herramientas digitales pueden ayudarnos a resolver problemas, y todos debemos saber cómo comunicarnos con otras personas que puedan ayudarnos con nuestros problemas informáticos, debemos ser capaces de explicar cuál es nuestro problema con la finalidad de que puedan darnos soporte de manera remota. Los estudiantes ya aprenden muchos elementos del conjunto de habilidades de pensamiento computacional en una variedad de disciplinas, pero debemos asegurarnos de que todos los estudiantes tengan la oportunidad de aprender el conjunto completo de habilidades para que su poder combinado esté disponible para ellos. Debemos asegurar que todos los estudiantes tengan la oportunidad de aprender estas habilidades y garantizar que sepan transferirlas a diferentes problemas y contextos de su día a día (Barr, Harrison, & Conery, 2011).

Del mismo modo que cada persona tiene habilidades de lectura, escritura y aritmética, el pensamiento computacional es una habilidad que pueden y deben adquirir todas las personas y que les servirá para resolver problemas en su vida particular y profesional, independientemente del campo al que se dediquen, es decir, al igual que un estudiante estudia lengua y Matemáticas y luego puede decantarse por cualquier carrera profesional, un estudiante puede estudiar pensamiento computacional y después estudiar cualquier carrera que nada tenga nada que ver con la informática, como puedan ser medicina, derecho o historia. Pero hay que tener claro que el pensamiento computacional lo podemos usar al leer, escribir, al estudiar y en numerosas situaciones de nuestro día a día personal y profesional. Algunos ejemplos de situaciones en las que las personas utilizan el pensamiento computacional podrían ser las siguientes (Zapotecatl, 2014):

- Cuando un estudiante tiene que realizar un trabajo y decide buscar información por internet, debe decidir qué información es válida y fiable y que información debe descartar.
- Un escritor que escribe su novela y la comienza con una hipótesis principal, después concreta que desea escribir, hace diferentes esquemas y va continuamente su trabajo.
- Un emprendedor que realiza un estudio de mercado sobre un producto y realiza estadísticas mediante una hoja de cálculo basada en datos de determinado tipo.
- Una persona que en un debate expone con claridad, profundidad y amplitud un tema de cualquier tipo, político, religiosos, moral o científico.
- Un científico que desarrolla modelos y simulaciones para representar sistemas físicos.

Por todo esto el pensamiento computacional es una habilidad que puede aplicarse en actividades empresariales, científicas o artísticas y esto vuelve a ratificar la importancia del pensamiento computacional y la necesidad de que cualquier persona, y no sólo los informáticos, desarrollen sus habilidades.

2.6 Mi visión del pensamiento computacional

Como último paso para cerrar el apartado del marco teórico definiré desde mi punto de vista cómo voy a definir el pensamiento computacional de cara a la elaboración de este proyecto y de las distintas actividades para promover el pensamiento computacional. Tras la lectura de diferentes artículos y revistas de diversos autores y haciendo una composición de todas las definiciones dadas se definirá el pensamiento computacional como **“la capacidad y la habilidad para resolver problemas de un modo creativo utilizando los conceptos fundamentales de la informática”**.

Se considerará el pensamiento computacional como un marco de resolución de problemas que constará de las siguientes 4 técnicas:

- Diseño de Algoritmos: los algoritmos son fundamentales en el pensamiento computacional y la informática, las soluciones a un problema informático son algoritmos. Una definición formal de algoritmo podría ser: “un algoritmo es una secuencia ordenada y finita de reglas bien definidas o instrucciones no ambiguas que permite resolver un problema”, pero dicho más coloquialmente sería el equivalente a los pasos que se siguen a la hora de preparar una receta o realizar cualquier labor de nuestro día a día como puede ser asistir a clase. De modo que un algoritmo es un modo sencillo de resolver un problema dado que solo tendremos que seguir los pasos establecidos por el y nos sirve para resolver diferentes problemas, cambiando únicamente los datos de entrada al algoritmo. Los ordenadores y todas las aplicaciones que usamos a diario basan su funcionamiento en algoritmos.



Por lo tanto, el pensamiento algorítmico es el proceso de creación de algoritmos. Por lo general los algoritmos basan su funcionamiento en un número reducido de instrucciones, pero la unión de modo correcto de ellas permite realizar cualquier tarea, y de aquí la complejidad y la importancia de los algoritmos.

ABSTRACCIÓN



- Abstracción: se trata de la habilidad que permite considerar simplemente las características importantes del objeto o fenómeno que se está analizando, obviando aquellos aspectos que no son necesarias de cara a nuestro análisis. Con la abstracción podemos generar modelos que nos permitan resolver nuestro problema, modelos en los que sólo se consideran los aspectos importantes del problema y que por tanto nos permiten trabajar sin necesidad de tratar con datos innecesarios.

La abstracción, aunque no seamos conscientes, se encuentra presente en muchos problemas de nuestro día a día. Por ejemplo, cuando usamos un mapa en este solo se representa lo que es importante para nosotros, es decir las calles y edificios, obviando cosas innecesarias como puedan ser donde se encuentran los árboles o las alcantarillas, los mapas nos muestran una versión simplificada de la realidad.

- Descomposición: que consiste en descomponer un problema en problemas más pequeños y manejables con la finalidad de trabajar y resolver estos problemas más sencillos. Se pueden descomponer estos problemas complejos hasta llegar a problemas tan sencillos que resulten fáciles de resolver. La unión de las soluciones de estos problemas sencillo a los que hemos llegado se convierte en la solución al problema complejo original. Se puede decir que la descomposición ayuda a los estudiantes y en general a las personas, a que un problema complejo resulte mucho menos intimidante.

DESCOMPOSICIÓN



Se trata de una técnica importante a la hora de generar algoritmos y procesos que queremos implementar en un ordenador, dado que estos necesitan instrucciones sencillas para trabajar.

PATRONES



- Reconocimiento de patrones: esta técnica consiste en generalizar una solución, o parte de ella, para que podamos aplicarla a otros problemas y trabajos similares. Como hemos dicho antes los

ordenadores trabajan con algoritmos, por lo que esto es equivalente a crear un algoritmo lo suficientemente general que nos sirva para resolver una variedad de problemas diferentes. Por lo tanto, por lo dicho antes en este proceso también va implícita la abstracción, dado que si queremos llegar a algo general, deberemos obviar detalles innecesarios que estén relacionados con un problema o situación específica.

El reconocimiento de patrones nos ayuda a resolver un problema nuevo al que nos enfrentamos. Nos permite encontrar similitudes con otros problemas conocidos y que si sabemos resolver y nos permite resolver este nuevo problema de un modo similar. Este proceso es algo que hacemos de forma natural en multitud de situaciones de nuestra vida cotidiana.

Y en base a estas cuatro etapas o técnicas se generarán y evaluarán las actividades que se realizarán en este trabajo para promover el pensamiento computacional, concretamente actividades Matemáticas.

3 El pensamiento computacional y la Educación Secundaria

Vivimos en un mundo tecnológico donde se requiere que las personas sepan usar las tecnologías, pero también crearlas y desarrollarlas. Las escuelas tienen un trabajo importante, y es que deben preparar a los alumnos para trabajos que cada vez exigen más habilidades en informática y nuevas tecnologías, incluso para trabajos que aún ni existen, pero en los que está claro que las habilidades tradicionales se quedan cortas para desarrollarlos de un modo correcto.

Muchos profesores reconocen la importancia de enseñar el pensamiento computacional en las aulas, pero como se ha indicado en los puntos anteriores se encuentran con dificultades dadas las diversas y contradictorias interpretaciones que se han dado sobre él. Estas dificultades son el resultado del debate de individuos y grupos sobre lo qué es y lo qué no es el pensamiento computacional. Una vez que se defina más claramente el pensamiento computacional se podrán generar más eficazmente actividades y prácticas en un aula para su desarrollo, y se podrán diseñar instrumento para su evaluación (Bilbao, Bravo, García, Varela, & Rebollar, 2017).

Para que el pensamiento computacional penetre a través de otras materias en educación secundaria, es importante proporcionar a todos los maestros un conocimiento adecuado del pensamiento computacional y de cómo incorporarlo en sus disciplinas. El primer paso en esta dirección podría ser preparar a los maestros de secundaria para presentar ideas de pensamiento computacional de manera explícita. Un informe del Consejo Nacional de Investigación [2010] sugirió que los estudiantes podrían aprender sobre el pensamiento computacional observando a los maestros mientras modelan estrategias de pensamiento relacionadas y guían a los estudiantes para que usen estas estrategias de forma independiente. Sin embargo, la mayoría de los esfuerzos actuales para educar a los profesores sobre pensamiento computacional se han limitado a los profesores de informática (Yadav, Mayfield, Zhou, Hambruch & Korb, 2014).

Por lo general, las ciencias de la computación y las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) son reconocidas como cuestiones importantes en todos los niveles educativos. La Agencia Digital para Europa (Comisión Europea del 2010) las incluye como Pilar VII “Beneficios facilitados por las TIC para la sociedad de la UE”.

En 2006 el Parlamento Europeo y el Consejo publicaron una recomendación en la que se identificaban ocho competencias como clave para un aprendizaje continuo:

1. Comunicación en lengua materna
2. Comunicación en lengua extranjera

3. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
4. Competencia digital
5. Aprende a Aprender
6. Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor
7. Competencia social y cívica
8. Conciencia y expresiones culturales

Cuatro años más tarde, en 2010, estas competencias también se reconocen como fundamentales en la Comisión Europea de ese año, dentro de la Estrategia Europea de 2020. Existen informes y trabajos de investigación que hablan de la necesidad de incluir el pensamiento computacional en la educación, lo que implica necesariamente la adquisición de competencia digital para saber desenvolvernó en esta sociedad del conocimiento.

También en 2010 la OCDE dice que “los estándares educativos deben incluir el tipo de habilidades y competencias que pueden ayudar a los estudiantes a convertirse en usuarios responsables y eficientes de la tecnología y a desarrollar las nuevas competencias requeridas en la economía y la sociedad actual, que son mejoradas por la tecnología, en particular los relacionados con la gestión del conocimiento.

3.1 Marco legislativo

Una vez definido lo que se conoce como pensamiento computacional y haber introducido un poco la necesidad que existe de desarrollar este tipo de competencias en la escuela vamos a ver en qué estado se encuentra la legislación actualmente al respecto, tanto a nivel nacional como internacional.

Vivimos en la era digital, nos encontramos rodeados de dispositivos tecnológicos y tenemos acceso a más información de la que nunca hubiésemos imaginado. Esto hace por un lado que sea necesario que los jóvenes estén familiarizados con este tipo de dispositivos y conozcan su funcionamiento, dado que serán elementos fundamentales en su día a día y por otro lado que se produzcan modificaciones en las metodologías educativas, introduciendo los dispositivos tecnológicos en ellas, lo cual producirá cambios importantes en el aprendizaje.

Esta situación provoca que la tendencia actual de diferentes políticas educativas esté cambiando, y promuevan la incorporación de nuevas materias como la programación y el pensamiento computacional dentro de sus diseños curriculares. Pero estas adaptaciones curriculares se realizan desde dos puntos de vista completamente diferentes (Berrocó, Sánchez & Arroyo,

2015). Por un lado están los currículos prescriptivos, en los que el desarrollo de estas nuevas competencias se basan simplemente en la incorporación de nuevas asignaturas, en las que se imparten unos contenidos obligatorios y con las que se persigue obtener unos resultados de aprendizaje estandarizados.

En el lado contrario están los diseños curriculares que incluyen estos nuevos contenidos no como una asignatura sino como una competencia básica, transversal y contextualizada. Se trata de currículos mucho más novedosos y globalizados. Como indican Goode, Margolis, & Chapman en su obra *Curriculum is not enough* (Goode, Margolis, & Chapman, 2014), el pensamiento computacional, como cualquier otra competencia básica en el siglo XXI, no debería estar limitada dentro de una asignatura del currículo.

La primera opción ha sido la repuesta más frecuente y más simple, y es que básicamente lo que se hace es enseñar a programar. En el Reino Unido en el año 2014 se introdujo dentro del currículo oficial una nueva asignatura para los niveles educativos de educación primaria y secundaria, la denominaron “*computing*” que vino a sustituir lo que hasta la fecha se denominaba “Tecnologías de la Información y la Comunicación”. El Departamento de Educación del gobierno británico justificó la inclusión de esta nueva asignatura, además de como un modo más para desarrollar la competencia digital, dada la importancia que estaba tomando el pensamiento computacional y la creatividad en esos momentos, competencias clave para comprender y cambiar el mundo. Las Matemáticas, la tecnología, las ciencias experimentales o el diseño son materias incluidas dentro del conocimiento computacional. Los objetivos que se buscan conseguir con esta nueva asignatura son que todos los alumnos sean capaces de:

- Comprender y aplicar los principios y conceptos fundamentales de la ciencia de la computación, incluyendo la abstracción, la lógica, los algoritmos y la representación de los datos.
- Evaluar los problemas desde un punto de vista computacional.
- Analizar y emplear las tecnologías de la información, incluidas las que aún se desconocen, analíticamente para resolver problemas.
- Usar las TIC de un modo responsable, seguro competente y creativo.

El pensamiento computacional es el eje central del currículo, y lo entienden como un modo de reconocer la computación en nuestro entorno, y aplicar sus técnicas y sus herramientas para resolver problemas.

En lo relativo a la evaluación siguen un planteamiento de “evaluación para el aprendizaje”, recomendando usar técnicas como la autoevaluación, la evaluación entre pares o heteroevaluación, el uso de objetivos como método para potenciar el aprendizaje, el empleo de preguntas abiertas (¿Por qué te has decantado por esta solución y no por otra?), o lo que denominan *KWL* (Know/Want/Learn), es decir, preguntar a los alumnos por lo que saben, lo que quieren aprender y lo que han aprendido como medio para la autoevaluación y el establecimiento de objetivos. Los blogs, comunidades online o cursos virtuales son otras tecnologías que también recomiendan para la evaluación (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015).

La comunidad de Madrid es otro ejemplo de modelo que ha incluido el pensamiento computacional dentro del diseño de su currículo a través del Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. En este caso a través de la asignatura de libre configuración autonómica denominada “Tecnología, programación y robótica” que deben cursar todos los alumnos durante el primer ciclo de la ESO (1º, 2º y 3º de la ESO). En todos los cursos el número de horas lectivas de esta asignatura es el mismo, dos horas a la semana de un total de treinta horas. La materia se articula en torno a cinco ejes:

1. Programación y pensamiento computacional
2. Robótica y la conexión con el mundo real
3. Tecnología y desarrollo del aprendizaje basado en proyectos
4. Internet y su uso seguro y responsable
5. Técnicas de diseño e impresión 3D

En la tabla 2 se indican los contenidos de la asignatura para cada uno de los cursos del primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Se observa que los contenidos incluidos en esta nueva asignatura no son exclusivos de la programación y el pensamiento computacional (se incluyen contenidos como la electricidad y la electrónica heredados de la asignatura de Tecnología), pero es un paso importante de cara a fomentar el pensamiento computacional en las aulas.

Tabla 2: Contenidos por curso de la asignatura Tecnología, programación y robótica

1º ESO	2º ESO	3º ESO
1. Internet: páginas Web, aplicaciones que intercambian datos.	1. Análisis y resolución de problemas mediante algoritmos.	1. Formulación de un proyecto tecnológico. Identificación del problema.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso seguro de Internet. 2. Privacidad y responsabilidad digital. 3. Herramientas de programación por bloques 4. Aplicaciones para dispositivos móviles. 5. Proyectos tecnológicos ▪ Fases del proyecto tecnológico y su documentación ▪ Representación gráfica en proyectos tecnológicos. ▪ Innovación y creatividad tecnológica. ▪ Proyectos de desarrollo de aplicaciones informáticas. 6. Materiales de uso tecnológico 7. Electricidad y circuitos eléctricos en continua. ▪ Análisis, simulación, montaje y medida de circuitos eléctricos. 	<ul style="list-style-type: none"> 2. Internet: arquitectura y protocolos. 3. Seguridad en Internet. 4. Aplicaciones y servicios para internet y nuevas tendencias en la red. 5. Páginas Web. Gestores de contenidos (CMS) y herramientas de publicación. 6. Estructuras y mecanismos. 7. Diseño e impresión 3D. 8. Conceptos básicos de señales y sistemas de comunicaciones. 9. Sistemas electrónicos analógicos y digitales. ▪ Componentes eléctricos y electrónicos. ▪ Análisis, simulación, montaje y medida en circuitos electrónicos. 10. Programación de sistemas electrónicos (robótica). 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de su naturaleza. 2. Innovación y creatividad para la búsqueda de soluciones tecnológicas. 3. Diseño y representación gráfica de los elementos de un proyecto tecnológico 4. Documentación de un proyecto para la elaboración de un prototipo tecnológico. 5. Divulgación de la evolución de un proyecto tecnológico a través de la Web. 6. Diseño y fabricación de los elementos mecánicos de un proyecto tecnológico mediante impresión 3D. 7. Diseño, montaje y medida de los circuitos electrónicos de un proyecto tecnológico. 8. Programación de los circuitos electrónicos de un proyecto tecnológico. 9. Documentación de un prototipo desarrollado a través de un proyecto tecnológico.
---	---	---

Se espera por tanto que los alumnos al final del primer ciclo de la ESO sean capaces entre otras cosas de:

- Crear una página web y una app para móviles
- Diseñar un videojuego
- Operar con una impresora 3D

- Conocer las principales características y funcionalidades de la robótica.

Como se observa conceptos todos relacionados con la tecnología actual y con muchos de los requisitos demandados actualmente en el mundo laboral. El currículo en este caso, y como sucede habitualmente en la legislación educativa española está muy acotado, lo que deja muy poco margen de maniobra a los docentes y a los centros educativos. Concretamente el nivel de concreción de los criterios de evaluación es tan elevado y numeroso que condiciona la metodología docente y las posibilidades de crear entornos de aprendizaje flexibles.

En el caso de la comunidad de Castilla y León también se han hecho modificaciones en el currículo para cubrir estas nuevas necesidades, pero en este caso no mediante una asignatura de carácter obligatorio sino que el alumno puede decidir si cursarla o no. Dentro de las asignaturas de libre configuración autonómica en tercer y cuarto curso de educación secundaria obligatoria en Castilla y León se han incluido asignaturas como “Control y robótica” (tercer curso) y “Programación informática” (cuarto curso). Algunos de los contenidos para la asignatura de Programación informática son los siguientes:

- Pensamiento computacional: Definición. Estrategias para la resolución de problemas mediante pensamiento computacional.
- Lenguaje de programación: Definición. Lenguajes de alto y bajo nivel. Características.
- Programas de creación de aplicaciones móviles (apps) para dispositivos móviles, tabletas y smartphones). Paletas de bloques, eventos, variables, procedimientos y pantallas de interacción. Sensores. Simulación. Publicación. Licencias y uso de materiales en la Red Internet y propios.

Para conocer más sobre los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de estas dos asignatura en el currículo de Castilla y León se aconseja al lector de este trabajo la lectura de la ORDEN EDU/589/2016, de 22 de junio, por la que se regula la oferta de materias del bloque de asignaturas de libre configuración autonómica en tercer y cuarto curso de educación secundaria obligatoria, se establece su currículo y se asignan al profesorado de los centros públicos y privados en la Comunidad de Castilla y León.

Como ejemplo de currículo innovador y globalizado se hablará por último de las escuelas *Quest to Learn* (Q2L) de los Estados Unidos. Estas escuelas nacen debido a las nuevas necesidades de los niños, que crecen en la era digital, rodeados de información, muchas veces compleja. Esta situación hace que sea necesario diseñar nuevos entornos de aprendizaje que respondan a estas nuevas necesidades (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015).

En estas escuelas se apuesta por el juego como medio de aprendizaje, lo cual es una postura innovadora. Estos juegos se encuentran diseñados bajo principios pedagógicos que conducen a un aprendizaje significativo, se trata de un sistema dinámico e inmersivo, que exige a los jugadores a mantenerse activos y a interactuar con otros jugadores.

Las reglas, los componentes, las mecánicas, los objetivos, los conflictos, el espacio y las opciones del juego, o lo que es lo mismo, su arquitectura interna son la guía para diseñar las experiencias de aprendizaje. El diseño de juegos que promueve el currículo Q2L se convierte en una estrategia de aprendizaje. Diseñar juegos obliga a los estudiantes a desarrollar un alto nivel de pensamiento complejo, dado que esto es necesario para asegurar que todos los elementos del juego interactúan de modo significativo. El objetivo de Q2L es crear entornos de aprendizaje en los que los alumnos resuelvan problemas complejos de Matemáticas, ciencias, lenguaje, estudios sociales, plástica y música a través de procesos basados en juegos.

De este modo se espera que los alumnos desarrollen unas competencias que están fuertemente ligadas con el pensamiento computacional (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015):

- Distinguir lo importante de lo secundario.
- Identificar relaciones causales entre cosas e ideas.
- Secuenciar causas y efectos para actuar de un modo eficaz.
- Establecer patrones y relaciones en el tiempo y espacio.
- Categorizar datos que pueden proceder de orígenes dispares.
- En una estructura existente, resolver tensiones y discrepancias.
- Explicar desde un punto de vista personal el conocimiento.
- Aplicar el conocimiento a nuevas situaciones y eventos.
- Justificar una teoría o idea ofreciendo evidencias en su defensa o diseñando y desarrollando un experimento para examinar la hipótesis.
- Comparar y contrastar el conocimiento actual con otro conocimiento de una clase similar para establecer limitaciones.
- Sintetizar la información de modo que la suma del conocimiento sea mayor que sus partes.
- Usar la iteración para solucionar problemas.

Gamestar Mechanic (<https://gamestarmechanic.com/>) es un software diseñado bajo los principios del diseño de juegos y sistemas de pensamiento. En los centros Q2L se hace uso de este software para conseguir que los estudiantes, mediante el diseño y la creación de

videojuegos, desarrollen competencias técnicas, tecnológicas, artísticas, cognitivas, sociales y lingüísticas. La programación es la base de la herramienta, pero el aprendizaje se busca mediante el diseño del juego. El alumno se convierte en un diseñador del juego, lo que le obliga a desarrollar su pensamiento, resolver problemas de un modo creativo, colaborar, crear tanto el diseño como la narrativa del juego, se consigue una alfabetización digital. Además, tienen que pensar el modo en el que los jugadores interactuarán con el juego, y cómo el juego puede conformar una interacción social competitiva y colaborativa. En definitiva, el estudiante está desarrollando unas competencias válidas para la población de un mundo conectado y participativo.

Un currículo como el de las escuelas Q2L cambia totalmente el punto de vista que existe en cuanto al papel que debe jugar el alumno la escuela o el docente, y promueve el desarrollo de unas competencias mucho más acorde con las nuevas necesidades de la era digital en la que nos encontramos. Pone de manifiesto que se puede cambiar el sistema educativo tradicional y establecer nuevos principios pedagógicos, y lo que es más importante, demuestra que se puede integrar dentro del currículo de una manera natural el pensamiento computacional y la programación, sin que sea necesario para ello establecer disciplinas cerradas (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015).

Existen más países donde se incluyen dentro de sus currículos contenidos para el desarrollo del pensamiento computacional. En Nueva Zelanda por ejemplo utilizan el programa CS Unplugged, que es un programa de actividades de aprendizaje que enseñan ciencias de la computación mediante el uso de juegos y acertijos, empleando tarjetas, lápices de colores, cuerdas y en general juegos del estilo a los de Ikea o Montessori. El programa CS Unplugged básicamente está orientado a la educación secundaria, pero se incluyen actividades en el currículo para etapas anteriores a partir de los cinco años. Se desarrollo para que los jóvenes tuviesen la oportunidad de interactuar con la informática, enfrentándose a problemas y desafíos de un modo similar a como lo hace un ingeniero informático, pero sin la necesidad de que previamente haya tenido que aprender a programar.

Singapur es otro país que apuesta por el pensamiento computacional dentro de sus diseños curriculares. En este caso se lanzó hace unos años el programa PlayMaker como modo de afrontar la creciente necesidad de nuevos programas de tecnología educativa. Con el no sólo trataban de impulsar el conocimiento técnico, sino también ofrecer a los niños herramientas para divertirse, practicar la resolución de problemas y generar confianza y creatividad. Para ello emplean juguetes tecnológicos (fundamentalmente de robótica) que inician a los niños en la programación, la construcción y la ingeniería. Además, los centros reciben continuamente

asistencia técnica y apoyo en la integración curricular.

Vemos por tanto que existen dos planteamientos diferentes a la hora de introducir el pensamiento computacional dentro del diseño curricular. Desde mi punto de vista es más eficaz la segunda opción, no se trata de fomentar el pensamiento computacional enseñando a los niños o jóvenes a programar, de este modo lo único que estamos haciendo es que los alumnos vinculen el pensamiento computacional con algo que es efímero como son las herramientas o los programas, se trata de fomentar el pensamiento computacional mediante el desarrollo de habilidades, que no caducan y pueden despertar en cualquier momento para ayudarles a enfrentarse a nuevos problemas.

3.1.1 Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo

Durante la elaboración de este trabajo ha entrado en vigor el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. En esta nueva ley el pensamiento computacional cobra importancia y se realizan cambios para introducir este concepto en las aulas. En primer lugar, para la asignatura de Matemáticas se hace mención a él y se incluye dentro de sus competencias. Además, aparecen nuevas asignaturas como Tecnología y Digitalización, de carácter **obligatorio para todos los alumnos** en al menos uno de los tres primeros cursos de la ESO, en la que el pensamiento computacional tiene un peso importante. Se trata por lo tanto de dos asignaturas obligatorias para todos los alumnos, que independientemente de sus preferencias y sus expectativas de futuro, deberán cursar, y en consecuencia, desarrollarán habilidades de pensamiento computacional, que como se ha explicado a lo largo de este trabajo son tan importantes en la sociedad en la que vivimos. Además, en otras asignaturas de carácter opcional como la de tecnología también se hace un hueco el pensamiento computacional. A continuación, se exponen algunos de los puntos más importantes sobre el pensamiento computacional para cada una de estas asignaturas.

3.1.1.1 Matemáticas

Dentro de la asignatura de Matemáticas en el nuevo Real Decreto se hace mención al pensamiento computacional. Concretamente se indica lo siguiente (transcripción literal):

Resolver problemas no es solo un objetivo del aprendizaje de las Matemáticas, sino que también es una de las principales formas de aprender Matemáticas. En la resolución de problemas destacan procesos como su interpretación, la traducción al lenguaje matemático, la aplicación de estrategias Matemáticas, la evaluación del proceso y la comprobación de la validez de las

soluciones. Relacionado con la resolución de problemas se encuentra el pensamiento computacional. Este incluye el análisis de datos, la organización lógica de los mismos, la búsqueda de soluciones en secuencias de pasos ordenados y la obtención de soluciones con instrucciones que puedan ser ejecutadas por una herramienta tecnológica programable, una persona o una combinación de ambas, lo cual amplía la capacidad de resolver problemas y promueve el uso eficiente de recursos digitales.

El sentido algebraico proporciona el lenguaje en el que se comunican las Matemáticas. Ver lo general en lo particular, reconociendo patrones y relaciones de dependencia entre variables y expresándolas mediante diferentes representaciones, así como la modelización de situaciones Matemáticas o del mundo real con expresiones simbólicas son características fundamentales del sentido algebraico. La formulación, representación y resolución de problemas a través de herramientas y conceptos propios de la informática son características del pensamiento computacional. Por razones organizativas, en el sentido algebraico se han incorporado dos apartados denominados Pensamiento computacional y Modelo matemático, que no son exclusivos del sentido algebraico y, por lo tanto, deben trabajarse de forma transversal a lo largo de todo el proceso de enseñanza de la materia.

Dentro de sus competencias específicas se establece la siguiente:

Utilizar los principios del pensamiento computacional organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, interpretando, modificando y creando algoritmos, para modelizar situaciones y resolver problemas de forma eficaz.

El pensamiento computacional entronca directamente con la resolución de problemas y el planteamiento de procedimientos, utilizando la abstracción para identificar los aspectos más relevantes, y la descomposición en tareas más simples con el objetivo de llegar a una solución del problema que pueda ser ejecutada por un sistema informático. Llevar el pensamiento computacional a la vida diaria supone relacionar los aspectos fundamentales de la informática con las necesidades del alumnado.

Y se establecen los siguientes criterios de evaluación para dicha competencia en los tres primeros cursos de la Educación Secundaria:

- Reconocer patrones, organizar datos y descomponer un problema en partes más simples facilitando su interpretación computacional.
- Modelizar situaciones y resolver problemas de forma eficaz interpretando y modificando

algoritmos.

Por último, dentro de los saberes básicos se establece el del pensamiento computacional, con los siguientes contenidos:

- Generalización y transferencia de procesos de resolución de problemas a otras situaciones.
- Estrategias útiles en la interpretación y modificación de algoritmos.
- Estrategias de formulación de cuestiones susceptibles de ser analizadas mediante programas y otras herramientas.

3.1.1.2 Tecnología y digitalización

En la introducción que se hace de la asignatura en el Real Decreto también cobra importancia el pensamiento computacional indicándose cosas como las siguientes (transcripción literal):

La materia Tecnología y Digitalización es la base para comprender los profundos cambios que se dan en una sociedad cada día más digitalizada, y tiene por objeto el desarrollo de ciertas destrezas de naturaleza cognitiva y procedimental a la vez que actitudinal. Desde ella, se fomenta el uso crítico, responsable y sostenible de la tecnología, la valoración de las aportaciones y el impacto de la tecnología en la sociedad, en la sostenibilidad ambiental y en la salud, el respeto por las normas y los protocolos establecidos para la participación en la red, así como la adquisición de valores que propicien la igualdad y el respeto hacia los demás y hacia el trabajo propio. Desde esta materia se promueve la cooperación y se fomenta un aprendizaje permanente en diferentes contextos, además de contribuir a dar respuesta a los retos del siglo XXI.

Las competencias específicas están estrechamente relacionadas con los ejes estructurales que vertebran la materia y que condicionan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la misma. Estos ejes están constituidos por la aplicación de la resolución de problemas mediante un aprendizaje basado en el desarrollo de proyectos, el desarrollo del pensamiento computacional, la incorporación de las tecnologías digitales en los procesos de aprendizaje, la naturaleza interdisciplinar propia de la tecnología, su aportación a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y su conexión con el mundo real, así como el fomento de actitudes como la creatividad, la cooperación, el desarrollo tecnológico sostenible o el emprendimiento.

En este sentido, ya en Educación Primaria se hace referencia a la digitalización del entorno personal de aprendizaje, a los proyectos de diseño y al pensamiento computacional desde

diferentes áreas para el desarrollo, entre otras, de la competencia digital. La materia de Tecnología y Digitalización en la Educación Secundaria Obligatoria parte, por lo tanto, de los niveles de desempeño adquiridos en la etapa anterior tanto en competencia digital como en competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, contribuyendo al fomento de las vocaciones científico-tecnológicas, especialmente entre las alumnas.

Los saberes básicos de la materia se organizan en cinco bloques: “Proceso de resolución de problemas”, “*Comunicación y difusión de ideas*”, “*Pensamiento computacional, programación y robótica*”, “*Digitalización del entorno personal de aprendizaje*” y “*Tecnología sostenible*”.

El bloque “*Pensamiento computacional, programación y robótica*” abarca los fundamentos de la algoritmia para el diseño y desarrollo de aplicaciones informáticas sencillas para ordenador y dispositivos móviles, siguiendo con la automatización programada de procesos, la conexión de objetos cotidianos a internet y la robótica.

Dentro de las competencias específicas de la asignatura se describe la siguiente:

Desarrollar algoritmos y aplicaciones informáticas en distintos entornos, aplicando los principios del pensamiento computacional e incorporando las tecnologías emergentes, para crear soluciones a problemas concretos, automatizar procesos y aplicarlos en sistemas de control o en robótica.

Esta competencia hace referencia a la aplicación de los principios del pensamiento computacional en el proceso creativo, es decir, implica la puesta en marcha de procesos ordenados que incluyen la descomposición del problema planteado, la estructuración de la información, la modelización del problema, la secuenciación del proceso y el diseño de algoritmos para implementarlos en un programa informático. De esta forma, la competencia está enfocada al diseño y activación de algoritmos planteados para lograr un objetivo concreto. Ejemplos de este objetivo serían el desarrollo de una aplicación informática, la automatización de un proceso o el desarrollo del sistema de control de una máquina en la que intervengan distintas entradas y salidas; es decir, la aplicación de la tecnología digital en el control de objetos o máquinas, automatizando rutinas y facilitando la interacción con los objetos, incluyendo así, los sistemas controlados mediante la programación de una tarjeta controladora o los sistemas robóticos. De este modo, se presenta una oportunidad de aprendizaje integral de la materia, en la que se engloban los diferentes aspectos del diseño y construcción de soluciones tecnológicas en las que intervienen tanto elementos digitales como no digitales.

Y se definen los siguientes criterios de evaluación para dicha competencia:

- Describir, interpretar y diseñar soluciones a problemas informáticos a través de algoritmos y diagramas de flujo, aplicando los elementos y técnicas de programación de manera creativa.
- Programar aplicaciones sencillas para distintos dispositivos (ordenadores, dispositivos móviles y otros) empleando los elementos de programación de manera apropiada y aplicando herramientas de edición, así como módulos de inteligencia artificial que añadan funcionalidades a la solución.
- Automatizar procesos, máquinas y objetos de manera autónoma, con conexión a internet, mediante el análisis, construcción y programación de robots y sistemas de control.

Por último, dentro de los saberes básicos de esta nueva asignatura está el de pensamiento computacional, programación y robótica con los siguientes contenidos:

- Algoritmia y diagramas de flujo.
- Aplicaciones informáticas sencillas, para ordenador y dispositivos móviles, e introducción a la inteligencia artificial.
- Sistemas de control programado: montaje físico y uso de simuladores y programación sencilla de dispositivos. Internet de las cosas.
- Fundamentos de robótica: montaje y control programado de robots de manera física o por medio de simuladores.
- Autoconfianza e iniciativa: el error, la reevaluación y la depuración de errores como parte del proceso de aprendizaje.

3.1.1.3 Tecnología

Se trata de una signatura de carácter opcional y ya existente en el currículo actual, pero con el nuevo Real Decreto se introducen nuevos contenidos relacionados con el pensamiento computacional. La asignatura pertenece a 4º de ESO y está dentro de un conjunto de 10 asignaturas de las cuales los alumnos deberán cursar tres. Para esta asignatura se indica lo siguiente (transcripción literal):

La materia Tecnología da continuidad tanto al abordaje transversal de la disciplina durante la etapa de Educación Primaria, donde el alumnado se inicia en el desarrollo de proyectos de diseño y en el pensamiento computacional, como a la materia de Tecnología y Digitalización en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria. Permite, además, profundizar en la adquisición

de competencias, así como desarrollar una actitud emprendedora de cara a estudios posteriores o al desempeño de actividades profesionales.

El carácter interdisciplinar de la materia contribuye a la adquisición de los objetivos de etapa y de los descriptores de las distintas competencias clave que conforman el Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica. Ambos elementos –los objetivos de etapa y el Perfil de salida– orientan las competencias específicas de la materia. Los ejes vertebradores sobre los que se asientan dichas competencias específicas son: la naturaleza transversal propia de la tecnología; el impulso de la colaboración y el trabajo en equipo; el pensamiento computacional y sus implicaciones en la automatización y en la conexión de dispositivos a internet; así como el fomento de actitudes como la creatividad, la perseverancia, la responsabilidad en el desarrollo tecnológico sostenible o el emprendimiento incorporando las tecnologías digitales. Cabe destacar la resolución de problemas interdisciplinares como eje vertebrador de la materia que refleja el enfoque competencial de la misma.

La materia en este caso se organiza en cuatro bloques de saberes básicos interrelacionados: *“Proceso de resolución de problemas”*, *“Operadores tecnológicos”*, *“Pensamiento computacional, automatización y robótica”* y *“Tecnología sostenible”*.

El bloque *“Pensamiento computacional, automatización y robótica”* establece las bases, no solamente para entender, sino también para saber diseñar e implementar sistemas de control programado, así como programar ordenadores o dispositivos móviles. La incorporación de módulos de inteligencia artificial y técnicas de ingeniería de datos ofrecen aquí un valor añadido. En esta misma línea, la integración de telecomunicaciones en los sistemas de control abre la puerta al internet de las cosas y permite su uso en aplicaciones prácticas pudiendo dar respuesta a las necesidades personales o colectivas.

Dentro de las competencias específicas de la asignatura se describe la siguiente:

Desarrollar soluciones automatizadas a problemas planteados, aplicando los conocimientos necesarios e incorporando tecnologías emergentes, para diseñar y construir sistemas de control programables y robóticos.

Esta competencia hace referencia a la aplicación de los conocimientos científico-tecnológicos y de los principios del pensamiento computacional en el proceso de diseño, simulación o construcción de sistemas capaces de realizar funciones de forma autónoma. Por un lado, implica actuaciones dirigidas a la modelización y dimensionado de sistemas automáticos o robóticos que

permitan la incorporación de la automatización de tareas: la selección de los materiales adecuados, la implementación del sistema tecnológico que fundamenta el funcionamiento de la máquina, y el diseño y dimensionado de sus elementos electro-mecánicos. Por otro lado, se incluyen aspectos relativos a la implementación de los algoritmos adecuados para el control automático de máquinas o el desarrollo de aplicaciones informáticas que resuelvan un problema concreto en diversos dispositivos: computadores, dispositivos móviles y placas microcontroladoras.

Y se definen los siguientes criterios de evaluación para dicha competencia:

- Diseñar, construir, controlar o simular sistemas automáticos programables y robots que sean capaces de realizar tareas de forma autónoma, aplicando conocimientos de mecánica, electrónica, neumática y componentes de los sistemas de control, así como otros conocimientos interdisciplinares.
- Integrar en las máquinas y sistemas tecnológicos aplicaciones informáticas y tecnologías digitales emergentes de control y simulación como el internet de las cosas, el big data y la inteligencia artificial con sentido crítico y ético.

Por último, dentro de los saberes básicos de esta nueva asignatura está el de pensamiento computacional, automatización y robótica con los siguientes contenidos:

- Componentes de sistemas de control programado: controladores, sensores y actuadores.
- El ordenador y los dispositivos móviles como elementos de programación y control. Trabajo con simuladores informáticos en la verificación y comprobación del funcionamiento de los sistemas diseñados. Iniciación a la inteligencia artificial y el big data: aplicaciones. Espacios compartidos y discos virtuales.
- Telecomunicaciones en sistemas de control digital: internet de las cosas; elementos, comunicaciones y control. Aplicaciones prácticas.
- Robótica. Diseño, construcción y control de robots sencillos de manera física o simulada.

3.2 ¿Y qué dicen las investigaciones?

En este punto se van simplemente a mostrar algunas de las conclusiones a las que se ha llegado en algunas investigaciones relacionadas con el pensamiento computacional y que se han podido leer para la preparación de este trabajo, se mostrarán algunas de las que se han considerado más interesantes a la hora de preparar este trabajo.

3.2.1 Examinando las habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes

En este estudio, denominado “Examination of the Computational Thinking Skills of Students” (Examinando las habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes), sus autores pretenden investigar las habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes de secundaria en función de diferentes variables, como puedan ser el género, el curso en el que estén, el número de horas semanales que dediquen al uso de internet, la destreza que tienen con el uso de dispositivos móviles o el tiempo desde el que llevan haciendo uso de estos dispositivos (Korucu, Gencturk, & Gundogdu, 2017). Los investigadores pretenden dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Los niveles de habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes de primaria y secundaria difieren significativamente en función de curso en el que están?
2. ¿Los niveles de habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes de primaria y secundaria difieren significativamente en función de su género?
3. ¿Los niveles de habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes de primaria y secundaria difieren significativamente en función del número de horas semanales que dediquen en internet?
4. ¿Los niveles de habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes de primaria y secundaria difieren significativamente en función de la destreza que posean en relación con el uso de dispositivos móviles?
5. ¿Los niveles de habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes de primaria y secundaria difieren significativamente en función del tiempo desde cuando están en posesión de algún dispositivo móvil?

Se trató de un estudio cuantitativo realizado sobre una muestra formada por 160 alumnos de diferentes cursos de educación primaria y secundaria de Konya (Turquía). La distribución de la muestra en relación con su género y curso en el que están se indica en tabla 3, donde 7º Grado y 8º Grado equivalen respectivamente a 1º y 2º de la ESO en España.

Para la recopilación de datos emplearon la escala de habilidades de pensamiento computacional desarrollada en 2015 por Korkmaz, Çakır y Özden. Esta escala consta de 22 items y es de tipo Likert de 5 niveles (nunca (1), rara vez (2), ocasionalmente (3), casi siempre (4) y siempre (5)). Los 22 items se pueden separar en cinco habilidades: creatividad, pensamiento algorítmico, colaboración, pensamiento analítico y resolución de problemas.

Tabla 3: Datos demográficos de los participantes

		Nº Estudiantes	%
Genero	Femenino	75	46,9
	Masculino	85	53,1
	Total	160	100
Curso	5º Grado	32	20,0
	6º Grado	38	23,8
	7º Grado	49	30,6
	8º Grado	41	25,6
	Total	160	100

Tras el estudio los investigadores afirman que los niveles de habilidades de pensamiento computacional de los participantes:

- ✓ Difieren significativamente en términos de sus niveles de clase. Los alumnos de 7º grado (1º de ESO) son significativamente diferentes de todos los demás alumnos. De entre los otros tres cursos, los de 6º grado también difieren significativamente a su favor respecto a los de 5º y 8º grado.
- ✓ No difieren significativamente en términos de género.
- ✓ No difieren significativamente en términos de la duración del uso semanal de Internet.
- ✓ No difieren significativamente en términos de sus situaciones de competencia de uso de dispositivos móviles.
- ✓ Difieren significativamente en términos de la fecha desde la que están en posesión de Tecnologías móviles.

3.2.2 Robótica y pensamiento computacional

En la actualidad la robótica educativa se emplea a menudo como un recurso educativo muy valioso en el desarrollo de competencias técnicas y sociales. En la investigación “Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil” sus autores buscan analizar si existe o no relación entre la realización de actividades de robótica educativa y el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional y programación en escolares de educación infantil (Muñoz-Repiso, & González, 2019).

La hipótesis de partida de la investigación es que la realización de actividades de aprendizaje basadas en la robótica educativa si contribuirá significativamente al desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en alumnos de educación infantil.

Se trató de una investigación de tipo cuasi-experimental dado que los grupos no se pudieron realizar de manera aleatoria y hubo que mantener la estructura de los grupos existentes, con medidas pretest y posttest sobre dos grupos, uno experimental (que realiza las actividades de robótica educativa) y otro de control (que no participan en las actividades de robótica). La muestra, que tampoco fue seleccionada de manera aleatoria, la conformaban 131 alumnos del segundo ciclo de educación infantil (entre 3 y 6 años de edad) de un centro educativo español. 67 de los miembros de la muestra formaban el grupo experimental y 64 el de control. Existía una proporción equilibrada en las muestras en cuanto al género de los participantes.

En este estudio la variable independiente, que es aquella que se manipula con la intención de medir su efecto en la variable dependiente, es el programa de formación de robótica educativa, mientras que la variable dependiente serán las habilidades de pensamiento computacional y programación.

El pensamiento computacional se medía en esta investigación a través de tres dimensiones:

- Secuencias (algoritmos), o lo que es lo mismo la capacidad para secuenciar acciones y dar respuesta a un problema mediante actividades de programación.
- Correspondencia acción-instrucción, o capacidad para asociar las instrucciones que se le dan al robot con la acción que éste debe realizar.
- Depuración, o capacidad para reconocer y corregir los errores existentes en una secuencia de programación.

Y con la investigación los autores querían dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Se puede desarrollar el pensamiento computacional de los niños de la etapa educativa de Infantil (3-6 años) a través de actividades de robótica en el aula?
2. ¿Pueden mejorar los niños su capacidad de secuenciar acciones para dar respuesta a un desafío a través de actividades de programación usando robots educativos?
3. ¿Pueden mejorar los niños su capacidad de relacionar las instrucciones que dan a un robot con la acción que éste desempeña?
4. ¿Pueden mejorar los niños su habilidad para identificar y corregir los errores existentes en una secuencia de programación?

La investigación se dividía en tres etapas, una primera etapa en la que se realizaban las medidas pretest en ambos grupos, la segunda etapa en la que se realizaba la intervención en el grupo

experimental y la tercera etapa en la que se volvía a medir la variable dependiente en ambos grupos mediante las medidas posttest. La intervención constó de siete sesiones en las cuales se trabajaba alguna de las dimensiones del pensamiento computacional indicadas antes.

“Tangiblek” fue el programa de robótica educativa empleado en las sesiones de intervención. Del mismo modo para la evaluación de las pruebas pretest y posttest se emplearon retos cuya estructura estaba basada en dicho programa.

Tras las diferentes pruebas realizadas la investigación señala que el desarrollo de actividades de robótica educativa tiene resultados positivos. Tras el estudio se observa que existen diferencias significativas entre las medidas pretest y posttest del grupo experimental y que son superiores a las presentadas por el grupo de control, de modo que la investigación concluye afirmando que **“los niños que realizan el programa de robótica educativa consiguen un mayor avance en las tres dimensiones de la competencia computacional”**. Además de lo anterior, el estudio también concluye exponiendo que este tipo de metodologías también favorecen la adquisición de habilidades sociales, como la comunicación, el trabajo colaborativo, la creatividad, la autonomía y el liderazgo y que es posible desarrollar estas habilidades de pensamiento computacional desde los primeros años de escolaridad.

3.2.3 Scratch y pensamiento computacional

En el artículo denominado “Desarrollo del pensamiento computacional con Scratch”, sus autoras pretenden analizar estrategias para desarrollar el pensamiento computacional mediante el uso de actividades interactivas con Scratch (Barrera & Montaña, 2015). Para ello diseñaron 11 sesiones de trabajo que permitían ir desde el nivel de reconocimiento y manejo de datos hasta la automatización y simulación de problemas de la vida diaria, de complejidad media y alta. Las sesiones estaban graduadas jerárquicamente y en cada una de ellas se agregaban habilidades que permitían ir alcanzando los niveles más altos del pensamiento computacional. En la tabla 4 se muestran las sesiones que se desarrollaron y se indican los objetivos que se buscaban con ellas y los procesos de pensamiento computacional que estaban presentes en cada una de ellas.

Tabla 4: Descripción de las sesiones del estudio Desarrollo del pensamiento computacional con Scratch

Nº	Título	Objetivo	Pensamiento Computacional
1	Conociendo Scratch	Conocer entorno de trabajo y características del software, por medio de juegos y	Recopilación de Datos

		ejemplos en Scratch	
2	Uso de variables simples para generación de animaciones.	Identificar tipos de variables simples que permiten movimientos, en soluciones a problemas simples que se puedan representar computacionalmente.	Recopilación de Datos, Análisis de Datos y Representación de Datos.
3	Creación de animaciones de Scratch en la generación de simulaciones de situaciones de la vida diaria	Realizar simulaciones de situaciones de la vida diaria.	Recopilación de Datos, Análisis de Datos y Simulación
4	Programar en Scratch soluciones a problemas simples matemáticos	Realizar algoritmos y procedimientos utilizando procesos lógicos	Recopilación de Datos, Análisis de Datos, Algoritmos y Procedimientos y Automatización de Procesos.
5	Crear una animación basada en una historia, generando así una secuencia lógica.	Organizar información para dividir una tarea en partes pequeñas y manejables para generar una secuencia lógica que resuelva el problema.	Recopilación de Datos, Análisis de Datos, Descomposición de Problemas, Algoritmos y Procedimientos
6	Crear una solución para representar el desplazamiento de una persona.	Reunir y analizar la información para generar desplazamiento de persona y/o objetos.	Recopilación de Datos y Análisis de Datos, Realización de Algoritmos y Procedimientos, Simulaciones de Situaciones
7	Crear juegos Scratch usando interacciones entre distintos elementos.	Realizar un juego en Scratch que integre los elementos vistos en las sesiones anteriores	Recopilación y Análisis de Datos, Descomposición de Problemas.
8	Crear un laberinto interactivo en Scratch	Crear juegos que contemplen en su realización la capacidad de descomposición de	Descomposición de Problemas, Realización de Algoritmos y

		problemas, realización de algoritmos y procedimientos.	Procedimientos
9, 10 y 11	Crear un juego en Scratch a elección del estudiante en el que se aplique todo lo enseñado en el curso.	Crear juegos que contemplen en su realización la capacidad de recopilación y análisis de información, descomposición de problemas, realización de algoritmos y procedimientos y automatizar procesos.	Recopilación y análisis de datos, descomposición de problemas, realización de algoritmos y procedimientos y automatizar procesos.

Los procesos de pensamiento computacional con los que trabajan en este estudio se basan en los principales procesos identificados con el pensamiento computacional que se hace desde la Asociaciones de profesoras de informática (Computer Science Teachers Associations (CSTA)) y la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (International Society for Technology in Education (ISTE)) y que son:

- Recopilar Datos: El proceso de reunir la información apropiada.
- Analizar Datos: Encontrarles sentido a los datos, hallar o establecer patrones y sacar conclusiones.
- Representar Datos: Representar y organizar los datos en gráficas, cuadros, palabras o imágenes apropiadas.
- Descomponer Problemas: Dividir una tarea en partes pequeñas y manejables.
- Abstracter: Reducir la complejidad para definir o establecer la idea principal.
- Algoritmos y Procedimientos: Serie de pasos ordenados que se siguen para resolver un problema o lograr un objetivo.
- Automatización: Hacer que computadoras o máquinas realicen tareas tediosas o repetitivas.
- Simulación: Representar o modelar un proceso. La simulación involucra también realizar experimentos usando modelos.
- Paralelismo: Organizar los recursos para que simultáneamente realicen tareas con el fin de alcanzar una meta u objetivo común.

Tras las sesiones que aplicaron sobre dos grupos diferentes llegaron a las siguientes conclusiones. El estudiante puede llegar a tener un pensamiento computacional avanzado con las actividades diseñadas, en forma lúdica y entretenida. Destacan la creatividad que tienen los estudiantes y como esta emerge en forma natural en las últimas sesiones, el concepto de hacer un juego para un estudiante es un desafío y las reglas que ellos se imponen superan las expectativas de lo que se pretendía. Además, como indican una vez realizado el juego es

socializado y puesto a prueba por sus compañeros, lo que resulta gratificante para el estudiante ya que ve su producto como algo tangible que otra persona puede utilizar. El estudio finaliza con la siguiente conclusión: “las actividades interactivas para generar pensamiento computacional de alto nivel son una herramienta efectiva que ayuda a fortalecer los procesos lógicos que permiten la modelación correcta de solución de problemas, además de fomentar habilidades como la creatividad”.

3.3 Formas de desarrollar el pensamiento computacional.

Hasta el momento cuando se ha hablado de pensamiento computacional en muchas ocasiones ha ido acompañado de la palabra programación y es que habitualmente se asocia programación y pensamiento computacional como si fuesen lo mismo, dado que por lo general la programación es la herramienta más utilizada para desarrollar el pensamiento computacional. Hay múltiples ejemplos en escenarios educativos en los que la programación, e incluso la robótica se consideran sinónimos del pensamiento computacional.

Pero hay que aclarar que pensamiento computacional no es lo mismo que programación, el pensamiento computacional es una habilidad cognitiva, mientras que la programación es una competencia instrumental. Evidentemente existe una relación muy estrecha entre programación y pensamiento computacional, dado que la programación es un instrumento con evidentes beneficios en el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional de la persona que la práctica, pero es importante que quede claro que **el pensamiento computacional y la programación no son lo mismo**. Como se ha dicho el pensamiento computacional sería una habilidad cognitiva de las personas, mientras que la programación sólo sería un medio para desarrollarla.

En la investigación de título “No es lo mismo: un análisis de red de texto sobre definiciones de pensamiento computacional para estudiar su relación con la programación informática” (Moreno-León, Robles, Román-González & Rodríguez García, 2019) y de la que ya se habló en el marco teórico, se habla precisamente de esto, de que la programación y el pensamiento computacional no son lo mismo. Los resultados de dicha investigación mostraban que ni programación, ni codificación aparecían entre las palabras más influyentes de las principales definiciones de pensamiento computacional. Además, si se ha dicho que el pensamiento computacional es una capacidad cognitiva, ¿Por qué “cognición” o “capacidad cognitiva” no aparecen como términos clave del análisis? ¿Es posible que se deba a que la mayoría de las definiciones de pensamiento computacional han sido realizadas por informáticos y no por psicólogos y pedagogos? Por último, comentar también que resulta curioso que “robótica” no

aparece en ninguno de los 148 nodos del análisis, a pesar de ser frecuentemente utilizada en contextos escolares como medio para el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional.

Por lo tanto, a día de hoy está claro que la programación es una herramienta muy potente y muy empleada para el aprendizaje y la enseñanza de habilidades de pensamiento computacional, pero esta situación se podría ver afectada en el futuro por diferentes motivos. Los educadores e investigadores pueden encontrar otros medios para desarrollar habilidades de pensamiento computacional, como ya ocurre con el uso de actividades desconectadas (Unplugged).

Uno de los principales retos a los que se enfrenta el pensamiento computacional con respecto a la educación es su introducción de manera transversal a las materias en todos los niveles educativos. Se trata de introducir el pensamiento computacional desde la educación infantil hasta la educación superior en cualquier materia, Matemáticas, física, biología, inglés o historia, por ejemplo. Los estudiantes se dan cuenta de la utilidad del pensamiento computacional en el proceso de aprendizaje cuando éste se usa como complemento de las asignaturas. Cuando los profesores muestran ejemplos del pensamiento computacional es situaciones de la vida cotidiana, los alumnos se dan cuenta de que la educación es la herramienta esencial para mejorar su calidad de vida (Zapotecatl, 2014).

Una secuencia lógica para introducir el pensamiento computacional en el aula y que será la que se siga en este trabajo cuando se entre en el apartado de la propuesta didácticas, puede ser la siguiente:

- Actividades desenchufadas: Se trata de actividades sin dispositivos, es decir para estas actividades se emplean materiales manipulativos como pueden ser juegos de mesa, vasos o simplemente el lápiz y el papel.
- Actividades con dispositivos: El siguiente paso es trabajar con dispositivos, que pueden ser tabletas, ordenadores o teléfonos móviles y utilizando aplicaciones o software para introducirnos en la programación.
- Actividades con Robots: El último paso consistirá en emplear la robótica, mostrando la programación de forma física a través de un robot.

3.3.1 Actividades desenchufadas

Las actividades desenchufadas, que enseñan conceptos de programación o computación, pero sin el uso de ordenadores, persiguen alejarse de las distracciones y cuestiones técnicas que normalmente surgen cuando se usan ordenadores o cualquier dispositivo tecnológico

(Zapotecatl, 2014). En este tipo de actividades se pueden emplear entre otras cosas juegos de mesa, puzzles, lápices de colores o dibujos. El *Computer Sciences Unplugged* (<http://csunplugged.org>), que se ha mencionado anteriormente en el apartado del marco teórico por ser empleado en Nueva Zelanda, es un sitio web gratuito en el que se pueden encontrar numerosas actividades de este tipo.

CS Unplugged se basa fundamentalmente en un enfoque constructivista: los alumnos deben resolver problemas basados en unas reglas sencillas. En el proceso de resolución de esos problemas aprenderán importantes ideas por cuenta propia. Se trata por lo tanto de una forma importante y entretenida de aprender, pero además esta metodología los hace ver que esas ideas que les surgen están a su alcance.

Las actividades desenchufadas, como se pueden ver en la figura 5, presentan una gran ventaja, y es que no necesitan de un aula muy sofisticada para enseñar los conceptos de la informática, basta con papel y lápiz para crear un montón de actividades de este tipo.

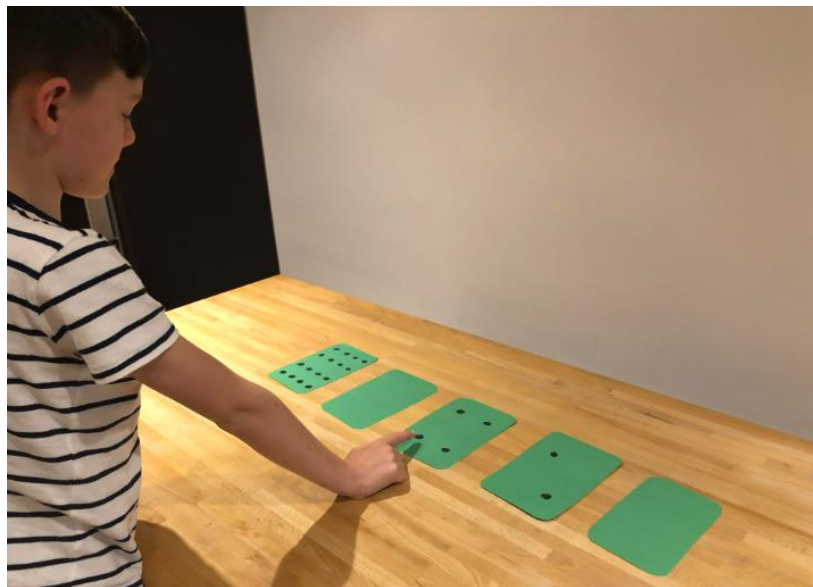


Figura 5: Actividad desconectada para aprender los números binarios

Con el empleo de actividades de este tipo se pretenden conseguir los siguientes objetivos (Zapotecatl, 2014):

- Introducir a los estudiantes a los conceptos de la computación alejándolos de las distracciones y problemas técnicos que puedan suponer el uso de ordenadores o dispositivos tecnológicos.
- Aprender nuevas formas de resolver problemas (en contextos diferentes de la informática)

a través de los conceptos de la computación.

- Aprender que los conceptos de la informática son clave para resolver problemas y que los ordenadores son sólo una herramienta para automatizar la resolución de problemas.
- Explicar problemas y soluciones desde el punto de vista de la informática.

3.3.2 Actividades con dispositivos

La programación como ya se ha mencionado es una herramienta muy potente para desarrollar el pensamiento computacional en los alumnos, se trata por lo general del instrumento más empleado para este fin, de hecho, en muchos contextos educativos pensamiento computacional y programación se usan casi como sinónimos. Al escribir líneas de código los alumnos aprenden a secuenciar y reconocer rutinas, además cuando el resultado de su programación no se ajusta a los objetivos que perseguían, los alumnos también aprenden a descubrir errores en su pensamiento computacional (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015).

Además, mediante la programación los alumnos consideran suyos los resultados de su trabajo, fomentando la construcción de conocimientos mediante “apropiación” (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015). El resultado de la programación, que puede ser un programa, un videojuego o un robot materializan y hacen público el pensamiento de los alumnos, dado que pueden ser compartidos con otros compañeros. De este modo el pensamiento computacional ha pasado a ser participativo, la programación suele ser una actividad que se desarrolla en un contexto social, fomentando por lo tanto la motivación y la participación. Como ejemplo de participación y colaboración los más de diez millones de proyectos que comparten entre los más de un millón de usuarios entre los 11 y los 18 años que conforman la comunidad Scratch.

El pensamiento computacional y la programación adquieren una dimensión tangible, dado que el resultado de las actividades y el modo de trabajar se hace a través de medios físicos. Tanto como sucedía en “Logo” hace años como sucede ahora con Scratch los alumnos trabajan con objetos en la pantalla, del mismo modo que podrían hacerlo en el mundo real. La programación es por tanto, además de una competencia cognitiva, una competencia social y cultural que produce un aprendizaje conectado, el cual permite aprender cómo funciona la tecnología y ayuda a descubrir nuevas formas para resolver problemas del día a día (Berrocoso, Sánchez & Arroyo, 2015).

Para el desarrollo de las actividades Matemáticas con dispositivos que se elaboraran en este trabajo se empleará Scratch, herramienta muy popularizada en el sector educativo a nivel mundial para aprender programación. Scratch es un entorno de programación orientado a cualquier persona que quiera aprender a desarrollar el pensamiento algorítmico y expresar ideas

de manera creativa, independientemente de que sean niños, adolescentes o adultos. Esta diseñado especialmente para edades entre los 8 y los 16 años, pero es usado por gente de todas las edades.

Existe una gran diferencia entre Scratch y otros lenguajes de programación tradicionales como pueden ser C o JAVA, y es que para poder trabajar con Scratch no es necesario ni tener unos conocimientos profundos de informática ni aprender sintaxis complicadas, dado que las instrucciones se dan mediante el uso de bloques predefinidos que el usuario apila de modo sencillo e intuitivo. En la figura 6 se muestra el aspecto de la interface gráfica de Scratch. En ella se pueden diferenciar tres partes, la zona de la izquierda en la que estarían los bloques de comandos que podemos utilizar, la parte central donde se encuentra el programa que se está construyendo empleando los bloques de comando, y la zona de la derecha con la salida del programa generado.

Con el uso de Scratch se pretenden alcanzar los siguientes objetivos (ZapotecatI, 2014):

- Desarrollar el pensamiento lógico y algorítmico
- Desarrollar métodos para resolver problemas de un modo ordenado y metódico.
- Tener la posibilidad de mediante ideas simples obtener resultados complejos.
- Aprender y asimilar conceptos matemáticos como pueden ser las coordenadas, las variables, los algoritmos o la aleatoriedad.
- Aprender los fundamentos de la programación.
- Emplear distintos medios como pueden ser el sonido, la imagen, el texto o los gráficos.
- Posibilitar el aprendizaje colaborativo mediante el intercambio de conocimientos.

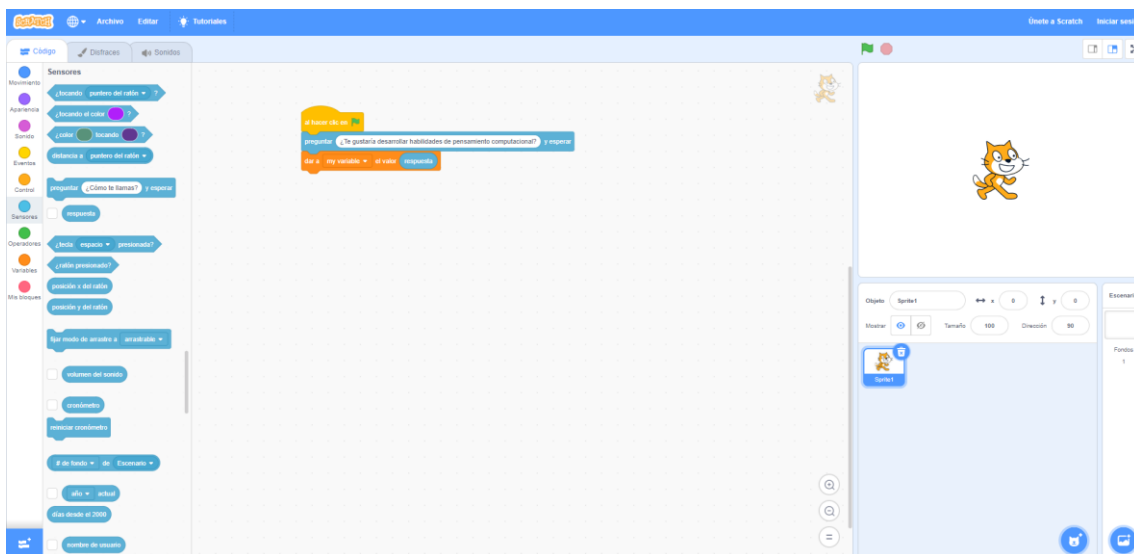


Figura 6: Interface gráfica Scratch

3.3.3 Actividades con Robots

Diferentes investigaciones demuestran que el desarrollo de actividades basadas en la programación y el pensamiento computacional mediante el uso de robots producen resultados positivos en los alumnos que las realizan. Actualmente la robótica educativa es uno de los recursos más usados como medio para el desarrollo de competencias técnicas y sociales y promover el pensamiento computacional. Los alumnos a través del diseño, programación y construcción de robots desarrollan conocimientos más fácilmente, dado que trabajan con algo material y no de manera abstracta. No se trata de que el alumno aprenda robótica sin más, sino de que el alumno aproveche el carácter multidisciplinar de esta materia para aprender a ser creativo y crear ideas que le permitan resolver los diferentes problemas que se le pueden plantear en el mundo real, y todo esto a través de unos recursos divertidos y motivadores.

El proceso de aprendizaje a través de la robótica se puede enfocar desde dos puntos de vista diferente. Por un lado, se puede buscar el aprendizaje a través de la construcción y la programación de robots, y por otro lado se busca el aprendizaje simplemente empleando el robot como un recurso didáctico más (Muñoz-Repiso, & González, 2019). Parece que el mejor de los dos métodos es el primero, y de hecho las principales iniciativas educativas van en este sentido. Los alumnos a través de sensores, actuadores, etc. aprenden a construir un robot y mediante la codificación de instrucciones aprenden a programarlos.

Las actividades con robots que se desarrollarán en la propuesta didáctica del punto 5 emplearán para su realización el robo mBot. MBot, cuyo aspecto se muestra en la figura 7, es un robot basado en Arduino ideal para que los niños se inicien en la robótica, programación y Scratch.



Figura 7: Robot mBot empleado en las actividades de la Unidad Didáctica.

Este robot permite construir fácilmente diferentes modelos y posteriormente programarlos mediante un ordenador, tableta o móvil con mBlock, un software basado en Scratch y Arduino.

Se trata de un software especialmente diseñado para niños y jóvenes con el que aprenderán a controlar su robot mediante sencilla programación gráfica de arrastrar y soltar bloques. MBlock también te permite ver el código equivalente de Scratch en Arduino para los usuarios más avanzados que quieran aprender a programar directamente desde el entorno de Arduino, y del mismo modo el robot también se puede programar directamente en Scratch. Con este robot los alumnos podrán:

- Construir y programar robots usando motores, sensores y otros componentes.
- Fomentar el pensamiento lógico y desarrollar habilidades para la resolución de problemas.
- Favorecer el trabajo en equipo, la creación de proyectos y la presentación de sus ideas.
- Adquirir conciencia de la mecánica y la robótica mientras lo construyen.

4 El pensamiento computacional y las Matemáticas

El número de investigaciones educativas que existen sobre el pensamiento computacional y las Matemáticas es reducido, además éstas suelen ser de tipo teórico y prospectivo. El desarrollo de este punto se basará principalmente en el estudio de Arnulfo Pérez titulado “A Framework for Computational Thinking Dispositions in Mathematics Education” cuyo objetivo es describir un marco para conceptualizar las habilidades del pensamiento computacional (que en este estudio son la tolerancia a la ambigüedad, persistencia y colaboración) y facilitar su integración en el aprendizaje de las Matemáticas (Perez, 2018).

Ayudar a los estudiantes a ver la importancia de las Matemáticas y su amplia aplicabilidad es un objetivo importante en la comunidad de educación matemática, pero muchos estudiantes continúan experimentando las Matemáticas escolares como un trabajo solitario, lineal y sujeto a reglas que implican memorizar paso a paso procedimientos en los que el éxito consiste en llegar rápidamente a una única respuesta correcta y para los que se necesitan talentos especiales de alto rendimiento. Estas experiencias pueden resultar en una disminución de la motivación y el rendimiento en Matemáticas. El pensamiento computacional ofrece un poderoso marco epistémico que, al poner en primer plano las habilidades y prácticas centrales útiles en informática, ayuda a los estudiantes a comprender los conceptos matemáticos como orientados hacia el exterior (Perez, 2018). Por todo esto es importante que los profesores de Matemáticas sean conscientes del potencial del pensamiento computacional como medio para enseñar a los alumnos la importancia de las Matemáticas.

Los dispositivos tecnológicos son un recurso para la pedagogía digital, y afectan a la forma en la que las personas piensan y aprende. Para potenciar la creatividad y conectar la psicología del desarrollo de Piaget con la pedagogía digital en el aprendizaje de las Matemáticas es clave desarrollar un modelo de aprendizaje innovador (Tabesh, 2016). Desde un punto de vista innovador hacia la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas los estudiantes deben ser socios y agentes activos en el proceso de aprendizaje y resolución de problemas (Boaler, 2008 a través de Tabesh, 2016). Este enfoque innovador en el aprendizaje de las Matemáticas es más experimental y colaborativo basado en "aprender haciendo" (Dewey, 1897 a través de Tabesh, 2016), y la ganancia de aprendizaje de los estudiantes es orgánica ya que son socios en el proceso de aprendizaje.

La integración de las habilidades y prácticas de pensamiento computacional en el aprendizaje de las Matemáticas respalda un cambio del paradigma en curso en la educación matemática (Perez, 2018). De acuerdo con un análisis realizado por el Consejo Nacional de Profesores de

Matemáticas sobre las tendencias de la educación matemática y sus implicaciones para la equidad: “Se presta demasiada atención a los procedimientos de aprendizaje sin ninguna conexión con el significado, la comprensión o las aplicaciones que requieren estos procedimientos” (NCTM, 2014).

El marco epistémico dominante para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas es el pensamiento matemático, que está fuertemente asociado con las ideas de pensar como un matemático y unirse a una comunidad de práctica matemática. Se ha invertido un esfuerzo significativo en cambiar las experiencias en el aula de la memorización y las experiencias basadas en procedimientos hacia procesos tales como demostrar comprensión conceptual, razonar estadísticamente, buscar patrones, pensar algebraicamente, plantear y resolver problemas, probar conjeturas y comunicarse y colaborar en estos esfuerzos, prácticas que a menudo se agrupan bajo el paraguas del pensamiento matemático. Este proceso tiene una clara orientación hacia el interior tal como se muestra en la figura 8: cada experiencia matemática dirige la atención del alumno nuevamente hacia el funcionamiento interno de las Matemáticas mismas como un sistema cerrado. Por lo tanto, vale la pena considerar las limitaciones que puede tener un enfoque centrado exclusivamente en el pensamiento matemático y considerar otras opciones que brinden a los estudiantes un acceso a diferentes oportunidades para el aprendizaje y el empleo del siglo XXI.

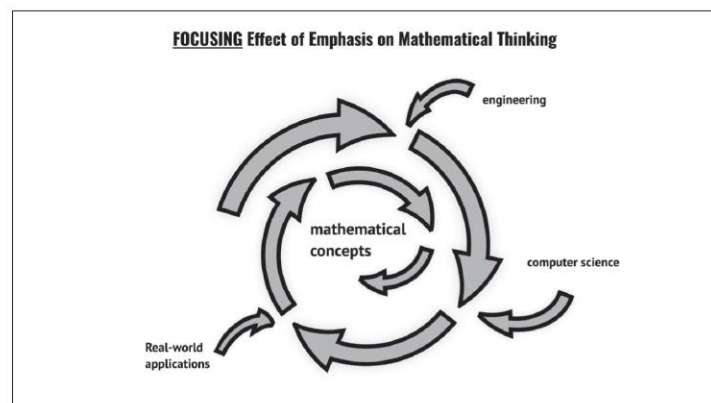


Figura 8: Representación de la orientación hacia el interior del pensamiento matemático, extraída de (Perez, 2018)

Existen similitudes entre el pensamiento computacional y el pensamiento matemático, de hecho, el pensamiento matemático como se indicó en el punto 2.2 está fuertemente ligado con el pensamiento abstracto-matemático. Esto puede llevar a alguien a suponer una similitud fundamental entre ellos, pero como también se indicó en dicho punto existen diferencias entre ambos. El pensamiento computacional ofrece un marco epistémico distinto para el aprendizaje de las Matemáticas (Perez, 2018). En este sentido, el medio de aprendizaje que ofrece el

pensamiento computacional enfatiza el valor de cruzar fronteras y transferir herramientas y estrategias de resolución de problemas de un área a otra. Poner en primer plano las habilidades y prácticas básicas del pensamiento computacional en el contexto del aprendizaje de las Matemáticas ayuda a los estudiantes a comprender los conceptos matemáticos con un enfoque hacia el exterior, permite a los estudiantes ver la relevancia de diversas áreas de las Matemáticas en otras disciplinas y ver el papel de las Matemáticas en una amplia gama de contextos (Barr, Harrison, & Conery, 2011). En la figura 9 se representa el ensanchamiento de esta orientación hacia el exterior, en la que los contextos y las tareas revelan la relevancia de los conceptos matemáticos en diversas disciplinas.

No se debe interpretar el hecho de enfatizar el valor del pensamiento computacional para el aprendizaje de Matemáticas con el hecho de que vaya a sustituir al pensamiento matemático. De hecho, el pensamiento computacional proporciona un complemento crítico para el pensamiento matemático, que ofrece a los estudiantes oportunidades más completas para involucrarse con la amplia aplicabilidad de las ideas Matemáticas. La tendencia demasiado común de los profesores de Matemáticas a priorizar la transmisión eficiente de conocimientos y procedimientos discretos puede debilitar el desarrollo de habilidades deseables en los estudiantes tanto a corto como a largo plazo (Perez, 2018).

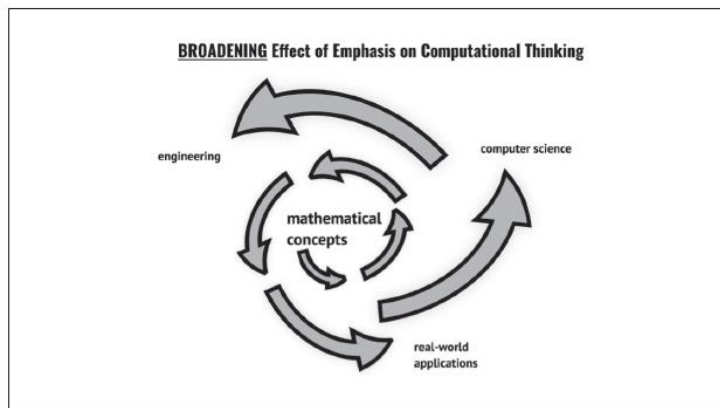


Figura 9: Representación de la orientación hacia el exterior del pensamiento computacional, extraída de (Perez, 2018)

Con este trabajo se pretende crear una serie de actividades basadas en la programación y la robótica para el aprendizaje matemático a través de la resolución de problemas de un modo creativo, desarrollando habilidades Matemáticas y promoviendo tanto el desarrollo del pensamiento matemático como habilidades de pensamiento computacional. Se trata de crear un entorno de aprendizaje en el que la base no sea aprender un conjunto de reglas formales, sino desarrollar una comprensión suficiente de los conceptos matemáticos. Se tratará de hacer crecer la mentalidad matemática de los alumnos mediante actividades prácticas y motivadoras.

Se puede mejorar la comprensión de varios temas matemáticos mediante el uso de actividades basadas en la programación y robots, como por ejemplo (López, 2009):

- Concepto de variable. Una variable es una ubicación de memoria en el computador o en la calculadora que tiene un nombre (identificador) y en la que se pueden almacenar diferentes valores.
- Concepto de función. La mayoría de las calculadoras científicas vienen de fábrica con cientos de funciones y los estudiantes pueden crear procedimientos que se comportan como funciones (aceptan parámetros, realizan cálculos y reportan un resultado).
- Manejo de ecuaciones y representación de gráficas.
- Modelado matemático. Algunas de las ideas clave de los modelos matemáticos están presentes en los manipulables virtuales (simulaciones y micromundos). Estos manipulables se pueden emplear tanto en procesos de entrenamiento (drill and practice) como de educación matemática. Sin embargo, la tendencia es a utilizarlos en ambientes en los que los estudiantes se convierten en diseñadores y no en simples consumidores.
- Evaluación. En la mayoría de las situaciones extraescolares, las personas que necesitan utilizar Matemáticas regularmente tienden a usar calculadoras, computadores y otros dispositivos especializados (GPS, medición con láser, etc) como ayuda en la solución de problemas. Esto sugiere que una evaluación auténtica en Matemáticas debe realizarse con libro y cuaderno abiertos, permitir el uso de calculadora y computador; en cuyo caso el ordenador puede aportar un ambiente de aprendizaje y evaluación enriquecidos.

El estudio de Arnulfo Pérez (Perez, 2018) termina indicando la necesidad de aumentar la investigación sobre el pensamiento computacional en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, e indica además que esta debe finalizar en investigaciones empíricas que permitan comprender mejor cómo y dónde se pueden entrelazar de manera más eficaz los objetivos de la educación matemática y el pensamiento computacional. En el estudio indica las siguientes posibilidades a la hora de investigar el pensamiento computacional en la educación matemática:

- Analizar propuestas para conseguir que los docentes se involucren en el estudio del pensamiento computacional como un marco epistémico para la educación matemática: ¿Puede un enfoque en habilidades de pensamiento computacional ayudar a los docentes a mantener el desafío cognitivo de las tareas al implementar experiencias de aprendizaje de pensamiento computacional basadas en proyectos y orientadas a la investigación?
- Marco del pensamiento computacional y observación del profesor: ¿Qué oportunidades formales e informales aumentan el uso del pensamiento computacional por parte de los

educadores como una herramienta para estudiar aspectos de la participación y el pensamiento de los estudiantes?

- Uso del pensamiento computacional para desarrollar unidades y enfoques curriculares adicionales: ¿Qué objetivos curriculares se adaptan mejor a la integración con el pensamiento computacional? ¿Cómo se pueden entrelazar efectivamente las experiencias de aprendizaje basadas en proyectos con otras tareas y enfoques en las aulas de Matemáticas?
- Implementación de unidades de pensamiento computacional en Matemáticas: ¿Hasta qué punto las cualidades de los profesores de Matemáticas y sus prioridades educativas dan forma a la implementación de unidades de pensamiento computacional y las oportunidades de los estudiantes para fortalecer sus habilidades? ¿Qué entienden los profesores de Matemáticas por implementaciones “exitosas”? ¿Cómo y cuándo muestran los estudiantes habilidades de pensamiento computacional en el curso de una lección o unidad?
- Pensamiento computacional y la matemática de los estudiantes: ¿Qué oportunidades ofrecen a los estudiantes las unidades de pensamiento computacional en Matemáticas para ayudarles a comprenderlas? ¿Cómo cambia el discurso en el aula y sus dinámicas al integrar el pensamiento computacional?
- Evaluación del pensamiento computacional: ¿Cómo se pueden evaluar formal o informalmente las prácticas y habilidades de pensamiento computacional? ¿Qué medidas tienen significado para educadores y estudiantes? ¿En qué medida se puede correlacionar la integración del pensamiento computacional con aumentos en el rendimiento de los estudiantes en tareas Matemáticas cognitivamente exigentes?
- Interacción entre el desarrollo del pensamiento computacional y las prácticas Matemáticas: ¿Cómo se relaciona el crecimiento en las habilidades de pensamiento computacional con las prácticas Matemáticas?
- Relación entre el pensamiento computacional y los esfuerzos para aumentar la equidad en la educación matemática: ¿Cómo varía la integración del pensamiento computacional en función del contexto educativo (p. ej., estado o dificultad implícitas del curso; diversidad socioeconómica, étnica y racial de los estudiantes; edad de los estudiantes; y factores contextuales relacionados a la escuela)? ¿Cómo perciben los estudiantes minoritarios las oportunidades de las unidades pensamiento computacional en Matemáticas en relación con las experiencias de aprendizaje de Matemáticas pasadas y futuras?
- Impacto de las experiencias de pensamiento computacional en la comprensión de las Matemáticas de los estudiantes y sus trayectorias a lo largo de los cursos: ¿Perciben los estudiantes las prácticas de habilidades de pensamiento computacional en Matemáticas como una disciplina orientada hacia el exterior? ¿En qué medida persisten las habilidades de pensamiento computacional a medida que los estudiantes avanzan en los

cursos y trayectorias profesionales?

En definitiva, el pensamiento computacional puede desempeñar un papel importante en el desarrollo de las posibilidades modos de enseñanza y aprendizaje de Matemáticas del siglo XXI. El pensamiento computacional complementa al pensamiento matemático al resaltar cómo las Matemáticas conectan con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y otros campos. Mientras que una metodología basada en enfatizar el pensamiento matemático orienta principalmente a los alumnos hacia una comprensión más profunda de la dinámica dentro del campo de las Matemáticas, el pensamiento computacional cambia el enfoque hacia afuera, generando una comprensión más completa de la gran relevancia que poseen las Matemáticas en una variedad de dominios (Perez, 2018).

5 Unidad Didáctica

En este punto se desarrolla una Unidad Didáctica en la que el eje principal de la misma será el pensamiento computacional desde la asignatura de las Matemáticas, Se intentará poner en práctica todo lo explicado en los puntos anteriores en relación con el pensamiento computacional, desarrollando una Unidad Didáctica que contenga todos los puntos necesarios para poder ser llevada a cabo en la realidad, en cualquier instituto de la comunidad de Castilla y León.

A la hora de contextualizar esta Unidad Didáctica hubiese sido muy interesante haber podido optar a la realización de unas prácticas en un instituto de Educación Secundaria tradicional y realizar esta Unidad Didáctica en base a todo lo aprendido y observado durante ese periodo. Dado que la asignatura del Practicum del master se ha realizado en un Centro de Educación de Personas Adultas (CEPA) en la que por sus características no tiene lugar una Unidad Didáctica de este tipo contextualizaré la Unidad Didáctica en el instituto en el que yo estudié, el I.E.S. Galileo de la ciudad de Valladolid.

En el punto de introducción contextual se profundizará más en este aspecto, pero aquí se indica que la Unidad Didáctica se desarrollará para una clase de 1º de la ESO del Instituto de Educación Secundaria Galileo de la ciudad de Valladolid, para la asignatura de Matemáticas y concretamente para el bloque de Geometría.

5.1 Introducción Contextual

Esta Unidad Didáctica se ha desarrollado en base a la legislación vigente en 2021 y es válida para el curso 2021/2022. Durante la elaboración de este trabajo ha entrado en vigor el nuevo Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria que no ha sido tenido en cuenta para el desarrollo de esta unidad pero que deberían tenerse en cuenta para el desarrollo de la unidad del próximo curso 2022/2023. Los documentos que se han tenido en cuenta para la elaboración de esta unidad son, por lo tanto:

- La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) es el elemento base que regula los aspectos generales de la educación en España en todos los niveles, incluidos la ESO y el Bachillerato.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

Esta Unidad Didáctica está dirigida a un grupo de 1º de ESO del Instituto de Educación Secundaria Galileo. De acuerdo con la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de castilla y León, el contenido del currículo de Matemáticas para 1º de la ESO se divide en los siguientes bloques:

Bloque 1: Contenidos Comunes

Bloque 2: Números y Álgebra

Bloque 3: **Geometría**

Bloque 4: Funciones

Bloque 5: Estadística y Probabilidad

Esta Unidad Didáctica se enmarca en el bloque 3 de Geometría. Toda la asignatura se divide en 12 Unidades didácticas, las unidades 1 y 2, 3, 4, 5, 6, y 7 dentro del Bloque 2, las unidades 8, 9 y 10 dentro del bloque 3, la unidad 11 dentro del bloque 4 y la unidad 12 dentro del bloque 5. El bloque 1 es un bloque de tipo transversal por lo que no se desarrolla en una Unidad Didáctica como tal, sino que se desarrolla dentro de las 12 unidades didácticas que conforman el curso.

En el primer cuatrimestre se llevarían a cabo las unidades 1, 2, 3 y 4, durante el segundo las unidades 5, 6, 7 y 8 y se dejarían las 4 últimas unidades para el tercer trimestre. La Unidad Didáctica a desarrollar se corresponde con la unidad 9 y se denominará “Figuras geométricas”. Es la segunda de las tres unidades dedicadas al bloque de Geometría y temporalmente cae sobre la tercera evaluación, se corresponde con la primera de las 4 unidades de la tercera evaluación. Se le asignan un total de 14 horas de las 140 horas totales que tiene el curso 2021/2022.

5.2 Competencias Clave

El aprendizaje por competencias favorece los procesos de aprendizaje y motiva al alumno a aprender. El alumno no sólo debe saber, sino que debe saber hacer y saber ser y estar. Este es el modo en el que el alumno se capacita para ser parte importante de la sociedad, consiguiendo

alcanzar sus metas personales y profesionales.

Esta Unidad Didáctica contribuye a la adquisición y el desarrollo de las 7 competencias clave de la Recomendación europea, competencias que se han vinculado con los principales retos y desafíos globales del siglo XXI a los que el alumno va a verse confrontado y ante los que necesitará desplegar esas mismas competencias clave.

En la Educación Secundaria Obligatoria las competencias claves son aquellas que el alumno debe adquirir para su realización y desarrollo personal, para su inclusión en la sociedad y en el mundo laboral de manera correcta, para ejercer una ciudadanía activa y lo más importante, para ser capaz de desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de toda su vida. La aportación de esta Unidad Didáctica a cada una de las competencias clave es la siguiente:

5.2.1 Competencia en comunicación lingüística

Esta competencia está muy ligada con el desarrollo de esta asignatura. Por un lado, el alumno debe ser capaz de expresar de un modo verbal el lenguaje matemático, debe ser capaz de comunicar al profesor o a sus compañeros, ya sea en modo hablado o escrito los conceptos y expresiones Matemáticas que en algunas ocasiones tendrán un carácter abstracto de cierta complejidad. Del mismo modo el alumno deberá ser capaz de entender y comprender tanto la teoría como los enunciados de los ejercicios y trabajos que se desarrollarán en esta Unidad Didáctica. Se trata de un tema (Geometría) muy visual, por lo que se enseñará al alumno a expresarse de un modo riguroso y a adquirir cierta cultura matemática relacionada con el tema (radio, diagonal, arco, perímetro, apotema, etc.).

5.2.2 Competencia matemática y competencia en ciencia y tecnología

Estamos desarrollando una de las 4 unidades que componen el bloque 3 para la asignatura de Matemáticas, y al igual que ocurre con el resto de las unidades del bloque y de la asignatura esta competencia se trabaja de manera explícita durante todas las sesiones de la unidad. La Geometría es una herramienta fundamental para otras ciencias, y además por tener un componente más visual y de fácil aplicabilidad con el mundo real permite una comprensión más fácil que otros bloques de las Matemáticas que presentan un componente más abstracto. Durante esta unidad se potenciará la aplicación del razonamiento matemático a la resolución de problemas.

5.2.3 Competencia digital

Esta unidad tiene un alto contenido digital y por lo tanto se contribuirá en gran medida al desarrollo y adquisición de esta competencia. El objetivo principal de esta unidad será la

realización de actividades Matemáticas que fomenten el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional y dentro de esas actividades se encontrarán actividades con dispositivos tecnológicos o actividades con robots. Dentro de las primeras se empleará la herramienta Scratch para realizar ciertas programaciones relacionadas con la Geometría y del mismo modo dentro de las segundas se programará un robot para comprender de un modo más práctico y visual los conceptos de la Geometría desarrollados en esta unidad.

5.2.4 Competencia en aprender a aprender

Como se ha mencionado anteriormente esta unidad persigue desarrollar habilidades relacionadas con el pensamiento computacional. Estas habilidades permiten a los alumnos enfrentarse a problemas de su vida cotidiana, que no tienen por qué estar relacionados con el mundo de las Matemáticas de un modo creativo. Al mismo tiempo se fomentará que el alumno sea autónomo a la hora de aprender, ya sea mediante el uso de internet, participación en chats o foros formativos o mediante la consulta de libros de texto u otras fuentes. Del mismo modo se fomenta la adquisición o mejora de hábitos o actitudes positivas frente al trabajo individual o colectivo.

5.2.5 Competencia social y cívica

En esta unidad se realizarán ciertas actividades relacionadas con la programación y la robótica. Al igual que ocurre en la vida real donde es difícil que un programa o aplicación sea desarrollado por una única persona, algunas de las actividades desarrolladas en esta unidad se desarrollaran en grupo. Los alumnos deberán ser capaces de trabajar en grupo, aprendiendo todos a exponer sus ideas y debatir de un modo correcto y educado.

5.2.6 Competencia en sentido de iniciativa y espíritu emprendedor

La Geometría es una rama de las Matemáticas muy visual y fácil de llevar a infinidad de situaciones del día a día, el cálculo de áreas, volúmenes o perímetros son problemas que se pueden asociar con multitud de problemas que nos podemos encontrar en nuestro día a día y en muchos trabajos profesionales. Todo esto resulta útil a la hora de plantear ejercicios y mostrar ejemplos de la utilidad de la Geometría en la vida diaria. El ejemplo de Ikea por ejemplo, donde mediante una optimización de los volúmenes de sus productos (conseguido a través de estudios geométricos) consiguen abaratar los precios de fabricación y transporte y lo que les ha llevado a ser una de las empresas de muebles más importante del mundo puede despertar el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor de nuestros alumnos.

5.2.7 Competencia en conciencia y expresión culturales

A parte de que ya de por si las Matemáticas son cultura, la Geometría está claramente vinculada

con la arquitectura y el arte, por lo que esta unidad nos permite dar a conocer a los alumnos infinidad de temas culturales como pueden ser los mosaicos, la proporción aurea, las ternas pitagóricas o la filotaxis. Para el desarrollo de algunas de las actividades de esta unidad se empleará la papiroflexia que es en sí cultura.

5.3 Objetivos

Los objetivos hacen referencia a los logros que los alumnos deben alcanzar al finalizar el curso, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje planificadas intencionalmente para ello. Los objetivos que a continuación se exponen se basan en la legislación vigente indicada en el punto 5.1 de esta Unidad Didáctica.

5.3.1 Objetivos generales

El Artículo 11 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, fija los objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria. De acuerdo con él la Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos las capacidades que les permitan:

- a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.
- d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.
- e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

- f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.
- i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.
- j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.
- k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.
- l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

Se trata de objetivos transversales y que por lo tanto se deben trabajar desde todas las asignaturas, incluida las Matemáticas. En el desarrollo de esta unidad y durante su ejecución se perseguirá mediante diferentes actividades y formas de trabajo el cumplimiento de dichos objetivos.

Por otro lado, está la norma que regula la Educación en el ámbito de la comunidad autónoma, en el caso de esta unidad la norma que aplica será la de Castilla y León. Se trata como se ha dicho en el punto 5.1 de la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, que concreta el currículo, la organización de las enseñanzas y otros aspectos. Para el bloque de Contenidos Comunes de Matemáticas de 1º de ESO establece los siguientes objetivos:

1. Utilizar procesos de razonamiento y estrategias de resolución de problemas, realizando los cálculos necesarios y comprobando las soluciones obtenidas.
2. Describir y analizar situaciones de cambio para encontrar patrones, regularidades y leyes Matemáticas en contextos numéricos, geométricos, funcionales, estadísticos y probabilísticos, valorando su utilidad para hacer predicciones.

3. Expresar verbalmente, de forma razonada el proceso seguido en la resolución de un problema.
4. Elaborar y presentar informes, de manera clara y ordenada, sobre el proceso, resultados y conclusiones obtenidas en los procesos de investigación
5. Desarrollar procesos de matematización en contextos de la realidad cotidiana (numéricos, geométricos, funcionales, estadísticos o probabilísticos) a partir de la identificación de problemas en situaciones problemáticas de la realidad.
6. Desarrollar y cultivar las actitudes personales inherentes al quehacer matemático.
7. Superar bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas.
8. Reflexionar sobre las decisiones tomadas, aprendiendo de ello para situaciones similares futuras.
9. Emplear las herramientas tecnológicas adecuadas, inicialmente de manera guiada, realizando cálculos básicos numéricos, algebraicos o estadísticos, haciendo representaciones gráficas, recreando situaciones Matemáticas mediante simulaciones que ayuden a la comprensión de conceptos matemáticos o a la resolución de problemas.
10. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación de modo habitual en el proceso de aprendizaje, buscando, analizando y seleccionando información relevante en Internet o en otras fuentes, elaborando documentos propios, haciendo exposiciones y argumentaciones de los mismos y compartiendo éstos en entornos apropiados para facilitar la interacción.

5.3.2 Objetivos del área

Para la materia de Matemáticas y concretamente para el bloque 3 de Geometría, la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo para el curso de 1º de ESO fija los siguientes objetivos:

1. Reconocer y describir figuras planas, sus elementos y propiedades características que permiten clasificarlas, identificar situaciones, describir el contexto físico y abordar problemas de la vida cotidiana.
2. Utilizar estrategias, herramientas tecnológicas y técnicas simples de la Geometría analítica plana para la resolución de problemas de perímetros, áreas y ángulos de figuras planas. Utilizar el lenguaje matemático adecuado para expresar los procedimientos seguidos en la resolución de los problemas geométricos. Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes y superficies del mundo físico.
3. Reconocer el significado aritmético del Teorema de Pitágoras (cuadrados de números, ternas pitagóricas) y el significado geométrico (áreas de cuadrados construidos sobre los lados) y emplearlo para resolver problemas geométricos y aritméticos.

En concreto al finalizar esta Unidad Didáctica, “Figuras Geométricas”, que se corresponde con la unidad 9 de 1º de ESO de Matemáticas se pretende que los alumnos sean capaces de:

1. Conocer y entender el concepto de polígono y saber diferenciar de otras figuras planas que no lo son.
2. Conocer y entender el concepto de simetría en una figura plana y ser capaz de obtener su eje de simetría.
3. Conocer y entender la relación que existe entre los lados y ángulos en un triángulo y ser capaz de construir un triángulo a partir de sus lados.
4. Conocer y entender los conceptos mediana-baricentro, altura-ortocentro, circunferencia circunscrita-circuncentro y circunferencia inscrita-incentro.
5. Conocer y entender las diferentes clasificaciones de los cuadriláteros y entender la diferencia entre cuadrilátero y paralelogramo. Conocer el concepto y las características de las diagonales y los ejes de simetría en los paralelogramos.
6. Conocer y entender el concepto de trapecios y trapezoides.
7. Conocer y entender el concepto de polígono regular y saber obtener sus ejes de simetría.
8. Conocer y entender el concepto de circunferencia y las posiciones de una recta respecto de ella (exteriores, tangentes y secantes). Ser capaces también de conocer las posiciones relativas entre dos circunferencias (Exteriores, tangentes exteriores, secantes, tangentes interiores, interiores y concéntricas).
9. Conocer y entender el Teorema de Pitágoras y conocer alguna de sus demostraciones.
10. Ser capaces de calcular la hipotenusa de un ángulo rectángulo conocidos sus dos catetos o calcular uno de sus catetos conociendo la hipotenusa y el otro cateto.
11. Ser capaces de ver la presencia del triángulo rectángulo en otras figuras planas y utilizar el teorema de Pitágoras para relacionar alguno de sus elementos.
12. Conocer y entender el concepto de cuerpos geométricos y diferenciar sus dos grandes grupos: poliedros y cuerpos de revolución.
13. Conocer y entender los conceptos de cara, arista y vértice de un poliedro.
14. Conocer y entender los conceptos de prisma, pirámides y poliedros regulares. Conocer los cinco tipos de poliedros regulares que existen (tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro).
15. Conocer y entender cómo se forman los cuerpos de revolución y conocer el nombre de alguno de los más importantes (cilindros, conos y esferas).
16. Utilización de herramientas informáticas para la comprensión y construcción de los diferentes conceptos de Geometría estudiados en la unidad.
17. Fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional mediante la resolución de actividades Matemáticas.

18. Realizar pequeñas programaciones en Scratch o mBlock que le permitan resolver determinados problemas relacionados con la Unidad Didáctica.

5.4 Contenidos

Según marca el currículo de la comunidad de Castilla y León según Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, el contenido mínimo para esta Unidad Didáctica es:

1. Figuras planas elementales: triángulo, cuadrado, figuras poligonales.
2. Clasificación de triángulos. Rectas y puntos notables del triángulo. Uso de medios informáticos para analizarlos y construirlos. Clasificación de cuadriláteros. Propiedades y relaciones.
3. Circunferencia, círculo, arcos y sectores circulares.
4. Uso de herramientas informáticas para estudiar formas, configuraciones y relaciones geométricas.
5. Triángulos rectángulos. El teorema de Pitágoras. Justificación geométrica y aplicaciones.

5.5 Metodología:

Esta Unidad Didáctica está basada en las siguientes propuestas metodológicas:

5.5.1 Clase magistral

La exposición del contenido teórico indicado en el punto 5.4 de esta unidad se llevará a cabo a través de la clase magistral. Se aprovechará principalmente los momentos iniciales de la clase donde los alumnos a priori están más descansados y atentos para exponer los contenidos teóricos que correspondan en esa sesión. Para evitar que se produzcan faltas de motivación y atención que ocasionen el no entendimiento de algunos conceptos por parte de una parte del alumnado no será una clase magistral tradicional en la que el profesor explica y el alumno atiende y toma apuntes. Durante la clase se relacionarán continuamente los conceptos geométricos explicados con aspectos de la vida cotidiana y se generarán debates y discusiones entre los alumnos que mejore el aprendizaje de los conceptos. Se guiará a los alumnos para que ellos mismos sean capaces de elaborar las definiciones o demostraciones que vayan surgiendo en el transcurso de la clase.

5.5.2 Problemas y ejercicios

Se trata de una parte importante de las Matemáticas, y es que la resolución de problemas y ejercicios es parte fundamental para el aprendizaje de esta materia. Se intercalará la resolución

de ejercicios con las explicaciones teóricas y se intentará que estos, para que resulten más interesantes y motivadores, reflejen aspectos de la vida cotidiana. Para evitar que los alumnos empleen para la resolución de los problemas métodos puramente mecánicos se intercalarán ejercicios de diferentes tipos y diferentes niveles de dificultad. Algunos de los ejercicios (principalmente los primeros) serán resueltos por el profesor para posteriormente ser el alumno quien se enfrente a ellos. Se fomentará que en caso de dudas los propios compañeros sean quienes les ayuden a resolverlas impulsando de este modo algunas de las competencias clave mencionadas en el punto 5.2.

5.5.3 Actividades

Uno de los objetivos de esta Unidad Didáctica indicado en el punto 17 del apartado 5.3.2 es el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional por parte de los alumnos. Para conseguir dicho objetivo durante esta unidad se desarrollarán diferentes tipos de actividades:

Actividades desenchufadas: se trata de actividades que enseñan conceptos de programación o computación, pero sin el uso de ordenadores, evitando de este modo las distracciones que puedan ocasionar estos dispositivos. En este tipo de actividades se pueden emplear juegos de mesa, puzzles, lápices de colores o dibujos. Para el caso de esta unidad se empleará el papel y la papiroflexia como actividad desenchufada.

Estas actividades están basadas principalmente en un enfoque constructivista. Los alumnos deben resolver problemas basados en reglas sencillas y en ese proceso de resolución es donde aprenderán ideas por cuenta propia. Es por tanto una forma importante y entretenida de aprender, pero además se trata de una metodología que los hace ver que esas ideas que les surgen están a su alcance.

Para esta Unidad se empleará la papiroflexia como actividad desenchufada. Mediante la papiroflexia se pueden explicar multitud de conceptos de la Geometría y todo ello simplemente mediante el uso de un papel. Con esta herramienta se pueden desarrollar técnicas como el diseño de algoritmos, la abstracción, la descomposición y el reconocimiento de patrones, todas ellas técnicas asociadas con el pensamiento computacional.

Actividades con dispositivos: Se trata de actividades con ordenadores para realizar actividades de programación. La programación es una herramienta muy potente para desarrollar el pensamiento computacional y en esta unidad se diseñarán actividades de programación relacionadas con el tema de Geometría. Al escribir líneas de código los alumnos aprenden a secuenciar y reconocer rutinas, además cuando el resultado de su programación no se ajusta a

los objetivos que perseguían, los alumnos también aprenden a descubrir errores en su pensamiento computacional. Además, mediante la programación los alumnos consideran suyos los resultados de su trabajo, fomentando la construcción de conocimientos mediante “apropiación”.

Para el desarrollo de las actividades que se desarrollarán en esta unidad se empleará Scratch. Scratch es una herramienta muy popularizada en el sector educativo a nivel mundial para aprender programación. Es un entorno de programación orientado a cualquier persona que quiera aprender a desarrollar el pensamiento algorítmico y expresar ideas de manera creativa, por lo tanto, es una herramienta válida para alumnos de 1º de ESO, de hecho, está diseñado especialmente para edades entre los 8 y 16 años.

Actividades con robots: Como último método para desarrollar habilidades de pensamiento computacional se realizarán algunas actividades con robots que permitan a los alumnos además de desarrollar habilidades de pensamiento computacional afianzar los conocimientos teóricos adquiridos mediante la clase magistral. Actualmente la robótica educativa es uno de los recursos más usados como medio para el desarrollo de competencias técnicas y sociales y promover el pensamiento computacional. Los alumnos a través del diseño, programación y construcción de robots desarrollan conocimientos más fácilmente, dado que trabajan con algo material y no de manera abstracta. Además, se sienten más motivados a aprender dado que se trata de un recurso divertido y motivador.

En el caso de las actividades diseñadas se buscará el aprendizaje a través de la programación de robots. En este sentido se realizarán tres tipos de actividades:

1. Actividades basadas en secuencias, es decir se buscará que el alumno programe una secuencia de acciones para dar respuesta al problema planteado.
2. Actividades basadas en correspondencia acción-instrucción, es decir, se buscará que el alumno viendo la programación de un robot sea capaz de averiguar la acción que este va a realizar.
3. Actividades basadas en la depuración. Con estas acciones el alumno tendrá que depurar el código, bien para corregir errores en la programación o para cambiar el resultado de la acción.

A parte de las actividades anteriores en la primera de las sesiones de la unidad se realizará una actividad mediante la plataforma *kahoot* para conocer los conocimientos previos en Geometría con los que parte cada uno de los alumnos. También se utilizará esta herramienta en la novena

sesión de la unidad.

Esta herramienta registra todas las respuestas dada por cada uno de los alumnos y permite obtener al docente una idea de los conocimientos de cada alumno, prestando para cada uno de ellos más atención donde la merezcan. Del mismo modo permite ver a nivel general cuales han sido las respuestas con mayor tasa de acierto y mayor tasa de fallo, por lo que le permitirá saber en qué temas debe profundizar más o sobre cuales puede hacer un paso más rápido.

5.6 Recursos

Los recursos que se emplearán para el desarrollo de la Unidad Didáctica serán los siguientes:

- Pizarra y tizas para el desarrollo de la clase magistral
- Proyector y pantalla para proyectar bien el libro de texto en formato digital, algunas hojas de problemas a resolver o algún contenido audiovisual relacionado con el tema impartido. También se usará para proyectar la prueba de *kahoot* empleada en la primera sesión de la unidad.
- Cuaderno: recurso fundamental para que los alumnos tomen apuntes y resuelvan los problemas propuestos. Será un modo importante de comprobar el aprendizaje de los alumnos.
- Bolígrafos, lápices, rotuladores, regla y compás para escribir y dibujar entre otras cosas.
- Ordenadores sobre los que se ejecutarán tanto las actividades con dispositivos como las actividades con robots indicadas en el punto 5.5.
- Robot mBot para las actividades con robot.

5.7 Distribución temporal y secuenciación de contenidos

Como tónica general se empleará como máximo la primera mitad de la clase en impartir los conocimientos teóricos correspondientes y el resto de la sesión, que al menos tendrá una duración de la mitad de la sesión, en la realización de ejercicios y resolución de dudas. Los primeros minutos de cada sesión (no más de 5) se emplearán para dar un repaso muy rápido de lo explicado en la clase anterior.

Sesión 1

Al tratarse de la primera sesión y al estar ante alumnos de primero de la ESO nuevos en el centro resulta interesante como punto de partida conocer los conocimientos previos con los que parte cada uno de los alumnos. Tras la realización de las unidades didácticas anteriores ya

conocemos las cualidades y capacidades de cada uno de nuestros alumnos, pero al igual que se ha hecho en la primera sesión de todas las unidades anteriores se empleará una pequeña parte del inicio de esta primera sesión en evaluar los conocimientos de Geometría con los que parte cada uno de ellos. Para ello y para realizarlo de un modo motivador se usará la plataforma *kahoot*, que gracias a su carácter lúdico y competitivo suele resultar bastante motivador y gratificante para los alumnos.

Una vez realizada la actividad se empezará con la definición de polígono y se diferenciará de otras figuras planas. Se hablará del concepto de simetría y eje de simetría. Se resolverán los ejercicios propuestos en el libro de texto y algunos otros obtenidos mediante otras fuentes o de elaboración propia.

Tareas para casa: En esta sesión no se mandan tareas para casa

Sesión 2

En la primera mitad de la clase se estudiará el tema de los triángulos. Se mostrará la relación entre los lados y los ángulos de un triángulo y se enseñará a construir un triángulo mediante regla y compas a partir de sus tres lados. En esta sesión se estudiarán también los siguientes conceptos

- El de la mediana y el baricentro como punto de corte de las tres medianas de un triángulo.
- El de la altura y el ortocentro como punto de corte de las tres alturas del triángulo.
- El del circuncentro o centro de la circunferencia circunscrita en un triángulo. Se enseñará el modo de obtenerlo.
- El del incentro o centro de la circunferencia inscrita en un triángulo. Se enseñará también el modo de obtenerlo.

La segunda mitad de la sesión se empleará en la resolución de los problemas planteados en el libro de texto y algunos otros obtenidos de otras fuentes o de elaboración propia.

Tareas para casa: Actividades sobre los triángulos y sus propiedades.

Sesión 3

La primera mitad de la clase se empleará en explicar los conceptos teóricos de los cuadriláteros, su clasificación y cuando es un paralelogramo y cuando no. Se explicará el concepto de diagonal y eje de simetría en los paralelogramos y se explicará el concepto de trapecio y trapecoide, explicando sus diferencias y los tipos que existen.

La segunda mitad de la sesión se dedica a problemas y ejercicios, en primer lugar, se resuelven las dudas que hayan podido surgir con los ejercicios del día anterior y posteriormente se resuelven los problemas planteados en el libro de texto y algunos otros obtenidos de otras fuentes o de elaboración propia.

Tareas para casa: Actividades sobre los cuadriláteros.

Sesión 4

Esta sesión a diferencia de lo habitual será una sesión con gran contenido teórico, por este motivo lo primero que se hará en ella será resolver las posibles dudas que hayan podido surgir en los ejercicios mandados el día anterior.

Después de ello se trabajará el concepto de los polígonos regulares, enseñándoles el concepto de apotema y a establecer los ejes de simetría. Se estudiará también el concepto de circunferencia, explicando las posiciones de una recta respecto de ella (exteriores, tangentes y secantes) y las posiciones relativas entre dos circunferencias (Exteriores, tangentes exteriores, secantes, tangentes interiores, interiores y concéntricas).

Si sobra tiempo tras la explicación teórica se comenzará resolviendo los ejercicios del libro de texto.

Tareas para casa: En esta sesión no se mandan tareas para casa.

Sesión 5

A diferencia de la sesión anterior esta sesión será una sesión puramente práctica. Se dedicará toda ella a la resolución de ejercicios. Se empezará resolviendo los ejercicios relacionados con el tema de polígonos regulares y circunferencia, primero los del libro de texto y posteriormente otros problemas de otras fuentes o de elaboración propia.

Posteriormente, con la intención de repasar y refrescar conceptos, se resolverán ejercicios de todo lo explicado hasta el momento, polígonos y otras figuras planas, simetrías en las figuras planas, triángulos y cuadriláteros.

Tareas para casa: Actividades sobre todo lo explicado hasta el momento (polígonos y otras figuras planas, simetrías en las figuras planas, triángulos, cuadriláteros, polígonos regulares y circunferencias). La penúltima sesión de la unidad (sesión 13) se empleará para resolver

problemas de toda la unidad, entre ellos estos.

Sesión 6

La sesión 6 será una de las dos sesiones que se dediquen al Teorema de Pitágoras. En esta primera sesión se enunciará dicho teorema y se les enseñarán algunas demostraciones sencillas que existen de él. Con la intención de que vean la importancia de dicho teorema, de que aprendan un poco de historia de las Matemáticas y aprendan lo que son las ternas pitagóricas y a que siglo se remontan y además romper la dinámica de la clase magistral, en esta sesión se visualizará el siguiente video de canal de YouTube “*Derivando*”:

<https://www.youtube.com/watch?v=4I6YIccTkA>

Tras la visualización del video se expondrán las aplicaciones del teorema de Pitágoras, como calcular la hipotenusa conocidos los dos catetos y como calcular un cateto conocidos la hipotenusa y el otro cateto.

Se empleará la parte final de la clase a resolver posibles dudas que hayan podido surgir en los ejercicios del día anterior y si sobra tiempo se resolverán algunos de los ejercicios del libro de texto.

Tareas para casa: En esta sesión no se mandan tareas para casa.

Sesión 7

Segunda y última sesión dedicada al teorema de Pitágoras. En esta sesión se les enseñará a reconocer la presencia del triángulo rectángulo en otras figuras y a utilizar el teorema de Pitágoras para relacionar alguno de sus elementos. Se resolverán por parte del profesor algunos ejercicios de este tipo.

Con un cuarto de la clase debería ser suficiente para esta explicación teórica. El resto de la clase se empleará en resolver problemas del teorema de Pitágoras, en primer lugar, los del libro de texto y posteriormente otros de otras fuentes o de elaboración propia.

Tareas para casa: Actividades relacionadas con el Teorema de Pitágoras.

Sesión 8

En esta sesión se introduce a los alumnos el concepto de cuerpos geométricos y se les muestra sus dos grandes grupos, los poliedros y los cuerpos de revolución. Se desarrollará el tema de los

poliedros explicándoles el concepto de cara, arista y vértice de un poliedro. Se explican las características principales y los tipos de prismas y pirámides y finalmente se les enseña que es un poliedro regular y los cinco tipos de poliedros regulares que existen (tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro).

El resto de clase se emplea resolviendo ejercicios de poliedros.

Tareas para casa: Actividades relacionadas con los poliedros.

Sesión 9

Será la última sesión teórica de la unidad. En ella se trabajarán los cuerpos de revolución, haciéndoles ver como se forman estos cuerpos geométricos y dándoles a conocer algunos de los más importantes: cilindros, conos y esferas.

Posteriormente se pasará a resolver las dudas que hayan podido surgir en las tareas mandadas el día anterior y se realizarán tareas sobre cuerpos de revolución. Se dejarán los últimos 20 minutos de la sesión para realizar de nuevo un *kahoot*. En este caso en la prueba se realizará un repaso de todos los contenidos de la unidad, de modo que a los alumnos les sirva de repaso de todo lo estudiado y de guía a las posibles cuestiones que pueden entrar en la prueba escrita

Tareas para casa: Actividades relacionadas con la segunda parte de la Unidad Didáctica (El teorema de Pitágoras, cuerpos geométricos, poliedros y cuerpos de revolución). Todas las dudas que puedan surgir en estos problemas se resolverán en la penúltima sesión de la unidad (unidad 13) que se empleará para resolver problemas de toda la unidad.

Sesión 10

Sesión puramente práctica, se trabajará de manera individual realizando las actividades desenchufadas indicadas en el punto 5.10.

Sesión 11

Esta sesión se realizará en el aula TIC de la escuela y se trabajará por parejas. En ella se realizarán las tareas con dispositivos indicadas en el punto 5.10. Básicamente consistirá en realizar programaciones en la plataforma Scratch relacionadas con los temas de esta Unidad Didáctica.

Sesión 12

Esta sesión también se lleva a cabo en el aula TIC de la escuela y en este caso se trabajará por

equipos de 4 o 5 alumnos. Se realizarán las tareas con robots indicadas en el punto 5.10. en esta ocasión las actividades consistirán en trabajar algunos de los conceptos de la Geometría estudiados mediante la programación de un robot. Existirán tres tipos de ejercicios:

1. Actividades basadas en secuencias, es decir se buscará que el alumno programe una secuencia de acciones para dar respuesta al problema planteado.
2. Actividades basadas en correspondencia acción-instrucción, es decir, se buscará que el alumno viendo la programación de un robot sea capaz de averiguar la acción que este va a realizar.
3. Actividades basadas en la depuración. Con estas acciones el alumno tendrá que depurar el código, bien para corregir errores en la programación o para cambiar el resultado de la acción.

Sesión 13

Esta sesión se dedicará a resolver dudas y a realizar ejercicios de cara a preparar a los alumnos para la prueba escrita del día siguiente. Se empezará resolviendo las dudas que hayan podido surgir con los ejercicios mandados en las sesiones 5 y 9 y se continuará después resolviendo todo tipo de ejercicios relacionados con la unidad. Se prestará especial interés en los temas que se haya observa en el *kahoot* de la sesión 9 han generado más dificultades. Esta sesión se planifica como una sesión dinámica en la que la participación de los alumnos debe ser alta, ellos saldrán a la pizarra a resolver los ejercicios y ellos mismo serán capaces de encontrar los fallos que se produzcan y de resolverlos. La sesión se planifica de tal modo que el profesor en este caso sea un simple moderador y guía de la clase, pero la atención recae principalmente en los alumnos.

Sesión 14

La última sesión se dedicará a la realización de la prueba escrita mediante la cual se evaluará el aprendizaje de los contenidos desarrollados en clase.

5.8 Atención a la diversidad

En el aula existen multitud de factores que hacen que cada alumno sea diferente. Algunos de esos factores pueden estar relacionados con la capacidad y los ritmos y estilos de aprendizaje de cada alumno. Otros simplemente con la motivación e interés que tengan hacia la materia y otros con su situación socioeconómica y cultural o con su estado de salud. Dado que existen multitud de factores que hacen que el aula sea totalmente diversa es de vital importancia prestar atención a ella, con la intención de que cada uno de los alumnos que la componen tengan acceso a los

aprendizajes de la unidad y sean capaces de adquirir las competencias clave y los objetivos marcados por la ley.

La atención a la diversidad se aborda desde la perspectiva de plantear actividades con diferentes grados de dificultad, para de este modo atender las diferencias de los alumnos realizando tareas de apoyo y refuerzo tanto para los alumnos cuyo ritmo de aprendizaje es más lento, como para aquellos que desarrollen un ritmo de trabajo más alto.

El tratamiento de los contenidos en los materiales que se van a utilizar, ya suponen por sí mismos una medida de atención a la diversidad, ya que plantean múltiples actividades y ejercicios adaptados a dicha diversidad. Se incorpora un tratamiento sistemático de la atención a la diversidad mediante:

1. Actividades de refuerzo
2. Actividades de ampliación
3. Actividades con diferentes niveles de dificultad (baja, media, alta).
4. Ayudas didácticas: una serie de recursos que facilitan la inclusión de todos los alumnos.
5. Metodología inclusiva para no dejar a nadie atrás. Con esto lo que se pretende es introducir una dinámica en el con la cual cada uno de los alumnos se sienta cómodo, comprometido con su proceso de aprendizaje y motivado. Se intenta que el alumno no muestre desinterés y se sienta ajeno o descolgado de la clase.

Existe la posibilidad de que en el aula existan alumnos con algún tipo de discapacidad, problemas auditivos, visuales o trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH). En estos casos se trabajará en colaboración con los departamentos correspondientes del centro (Departamento de orientación, pedagogo, etc.) que guiarán al docente para trabajar con estos alumnos del mejor modo en función de sus características.

Relativo a los niveles de dificultad de las actividades que se indica en el punto 3 anterior poner como ejemplo las actividades con robots. Estas actividades se realizan con el robot mBot que puede ser programado tanto en Scratch como mBlock, un software basado en Scratch y muy similar a él. Pero además el robot está basado en Arduino por lo que en el caso de existir algún alumno de altas capacidades en el aula se le podrán proponer actividades basadas en programación de Arduino en lugar de en Scratch, programación con más posibilidades que en Scratch y que por lo tanto exigirá una mayor demanda cognitiva.

5.9 Evaluación

5.9.1 Procedimiento de evaluación del alumnado

La Orden EDU/363/2015, de 4 de mayo relaciona los objetivos perseguidos, con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje. Para el bloque de Geometría del curso de 1º de ESO en la asignatura de mate Matemáticas estos criterios de evaluación son los que se indican en la tabla 5. Los que se corresponden con esta unidad serían los puntos 1 y 3.

Tal como establece la ley en el punto 2 del Artículo 20 sobre la evaluación en Educación Secundaria Obligatoria esta será:

- Continua: de modo que se podrán establecer medidas de refuerzo educativo en cualquier momento del curso, desde el momento que se detecte que el progreso de un alumno no es el adecuado. El objetivo de estas medidas es garantizar que todos los alumnos adquieran las competencias imprescindibles para continuar el proceso educativo.
- Formativa: debe proporcionar de manera constante una mejora tanto de los procesos de enseñanza como de los procesos de aprendizaje.
- Integradora: se deberán tomar las mejores decisiones para favorecer la consecución de los objetivos educativos marcados y la adquisición de las competencias clave, y todo ello teniendo en cuenta las características del alumnado y el contexto del centro educativo.

Tabla 5: Criterios de evaluación y Estándares de aprendizaje del Bloque 3 de Geometría de 1º de ESO de Matemáticas para Castilla y León

CRITERIOS DE EVALUACION	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
1. Reconocer y describir figuras planas, sus elementos y propiedades características que permiten clasificarlas, identificar situaciones, describir el contexto físico y abordar problemas de la vida cotidiana.	1.1 Reconoce y describe las propiedades características de los polígonos regulares: ángulos interiores, ángulos centrales, diagonales, apotema, simetrías, etc.
	1.2 Define los elementos característicos de los triángulos, trazando los mismos y conociendo la propiedad común a cada uno de ellos, y los clasifica atendiendo tanto a sus lados como a sus ángulos.
	1.3 Clasifica los cuadriláteros y paralelogramos atendiendo al paralelismo entre sus lados opuestos y conociendo sus propiedades referentes a ángulos, lados y diagonales.
	Identifica las propiedades geométricas que caracterizan los puntos de la circunferencia y el círculo.
2. Utilizar estrategias, herramientas	2.1 Resuelve problemas relacionados con distancias,

tecnológicas y técnicas simples de la Geometría analítica plana para la resolución de problemas de perímetros, áreas y ángulos de figuras planas. Utilizar el lenguaje matemático adecuado para expresar los procedimientos seguidos en la resolución de los problemas geométricos. Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes y superficies del mundo físico	perímetros, superficies y ángulos de figuras planas, en contextos de la vida real, utilizando las herramientas tecnológicas y las técnicas geométricas más apropiadas.
	2.2 Realiza simulaciones y predicciones, en el contexto real, para valorar la adecuación y las limitaciones de los modelos, proponiendo mejoras que aumenten su eficacia.
	2.3 Usa, elabora o construye modelos matemáticos sencillos que permitan la resolución de un problema o problemas dentro del campo de las Matemáticas
3. Reconocer el significado aritmético del Teorema de Pitágoras (cuadrados de números, ternas pitagóricas) y el significado geométrico (áreas de cuadrados construidos sobre los lados) y emplearlo para resolver problemas geométricos y aritméticos	3.1 Comprende los significados aritmético y geométrico del Teorema de Pitágoras y los utiliza para la búsqueda de ternas pitagóricas o la comprobación del teorema construyendo otros polígonos sobre los lados del triángulo rectángulo.
	3.2 Aplica el teorema de Pitágoras para calcular longitudes desconocidas en la resolución de triángulos y áreas de polígonos regulares, en contextos geométricos o en contextos reales.

5.9.2 Instrumentos de evaluación

Para la evaluación de la Unidad Didáctica y determinar los aprendizajes adquiridos por cada alumno y el grado de logro obtenido de las competencias clave se emplearán los siguientes instrumentos de evaluación con los siguientes pesos en la nota de la unidad:

Prueba escrita	Cuaderno	Participación en clase	Trabajo en casa	Asistencia y comportamiento
70%	5%	10%	10%	5%

La prueba escrita estará diseñada para poder ser resuelta en el tiempo de una sesión (50 minutos) y contendrá únicamente ejercicios relacionados con la Unidad Didáctica. Su finalidad

será evaluar que los alumnos han adquiridos los conocimientos indicados en la tabla 5. Estará compuesta por entre 7 y 10 ejercicios, un número suficiente para que ninguno de los ejercicios tenga un peso demasiado elevado en la nota final. Esta nota irá de 0 a 10 puntos en función del número de ejercicios superados en la misma. La puntuación de cada ejercicio en principio será la misma, aunque puede haber excepciones si algún ejercicio se considera entraña más o menos dificultad que el resto.

Tanto en la realización de la prueba escrita como en el cuaderno de clase, el orden, la limpieza y las faltas de ortografía serán aspectos a valorar.

La Unidad Didáctica se dará por superada si la nota total de los 5 instrumentos evaluados es superior al 5. En caso de no llegar a 5 y siempre que se supere el 3 se hará media con el resto de unidades didácticas del trimestre (en este caso la 10, 11 y 12) para obtener la nota total del trimestre. Si la nota de la Unidad Didáctica es inferior a 3 o inferior a 5 y la media con el resto de unidades no supera el 5 el alumno tendrá que hacer una prueba de recuperación escrita de la unidad. Los alumnos que lo deseen podrán presentarse a la prueba de recuperación para subir nota, la nota final de esta unidad para esos alumnos será la obtenida en la prueba de recuperación.

5.10 Actividades de aprendizaje y enseñanza

Como se ha indicado en el punto 5.5.3 para desarrollar habilidades de pensamiento computacional en los alumnos se llevarán a cabo tres tipos de actividades. La secuencia lógica para introducir el pensamiento computacional en el aula es llevar a cabo estas actividades en el siguiente orden:

Actividades desenchufadas

Actividades con dispositivos

Actividades con robots

A continuación, se detallarán actividades de los tres tipos de las que el profesor elegirá las que desee en función del tiempo y de las necesidades que observe.

5.10.1 Actividades desenchufadas

Durante la resolución de estas actividades el alumno de manera inconsciente estará desarrollando técnicas de diseño de algoritmos, abstracción, descomposición y reconocimiento de patrones, propios del pensamiento computacional.

Actividad 1

La primera actividad consistirá en realizar el juego del Tangram a partir de una hoja de papel. Para ello a los alumnos se les dará una serie de instrucciones que tendrán que seguir como si fuese un algoritmo. Las instrucciones aportadas estarán relacionadas con los conceptos teóricos explicados durante la unidad. Instrucciones:

1. Dobla por la diagonal del cuadrado de papel y corta.
2. En uno de los dos triángulos rectángulos obtenidos hacer un pliegue para obtener la altura por el lado de la hipotenusa y corta.
3. En el otro triángulo que se formó en el punto 1 calcular el punto medio de la hipotenusa uniéndolo sus extremos.
4. Lleva el vértice opuesto a la hipotenusa al punto obtenido en el paso 3, dobla y corta.
5. Una de las dos piezas resultantes de ese corte será un trapecio isósceles. Sobre ese trapecio lleva uno de los vértices de la base más larga al punto obtenido en el paso 3, dobla y corta.
6. Sobre el único cuadrilátero que nos queda, concretamente un trapecio rectángulo, junta los dos extremos de la base más corta, dobla y corta.
7. Tras el paso anterior volvemos a obtener otro trapecio rectángulo. Une dos de sus vértices que se encuentren en la misma diagonal de modo que al doblar aparezca un romboide, dobla y corta.



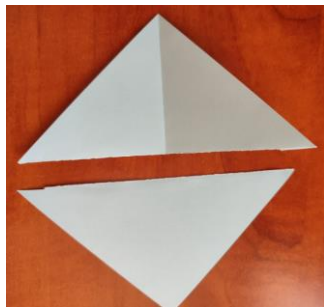
Paso 0



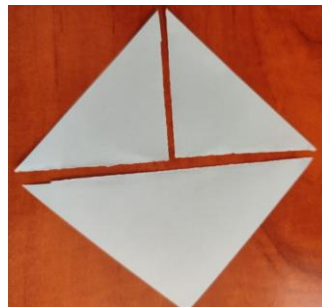
Paso 1



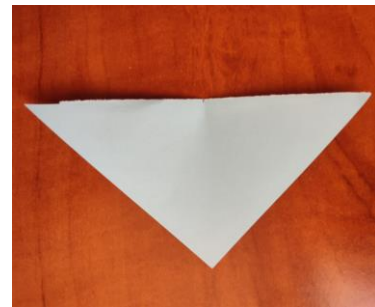
Paso 1



Paso 2



Paso 2



Paso 3

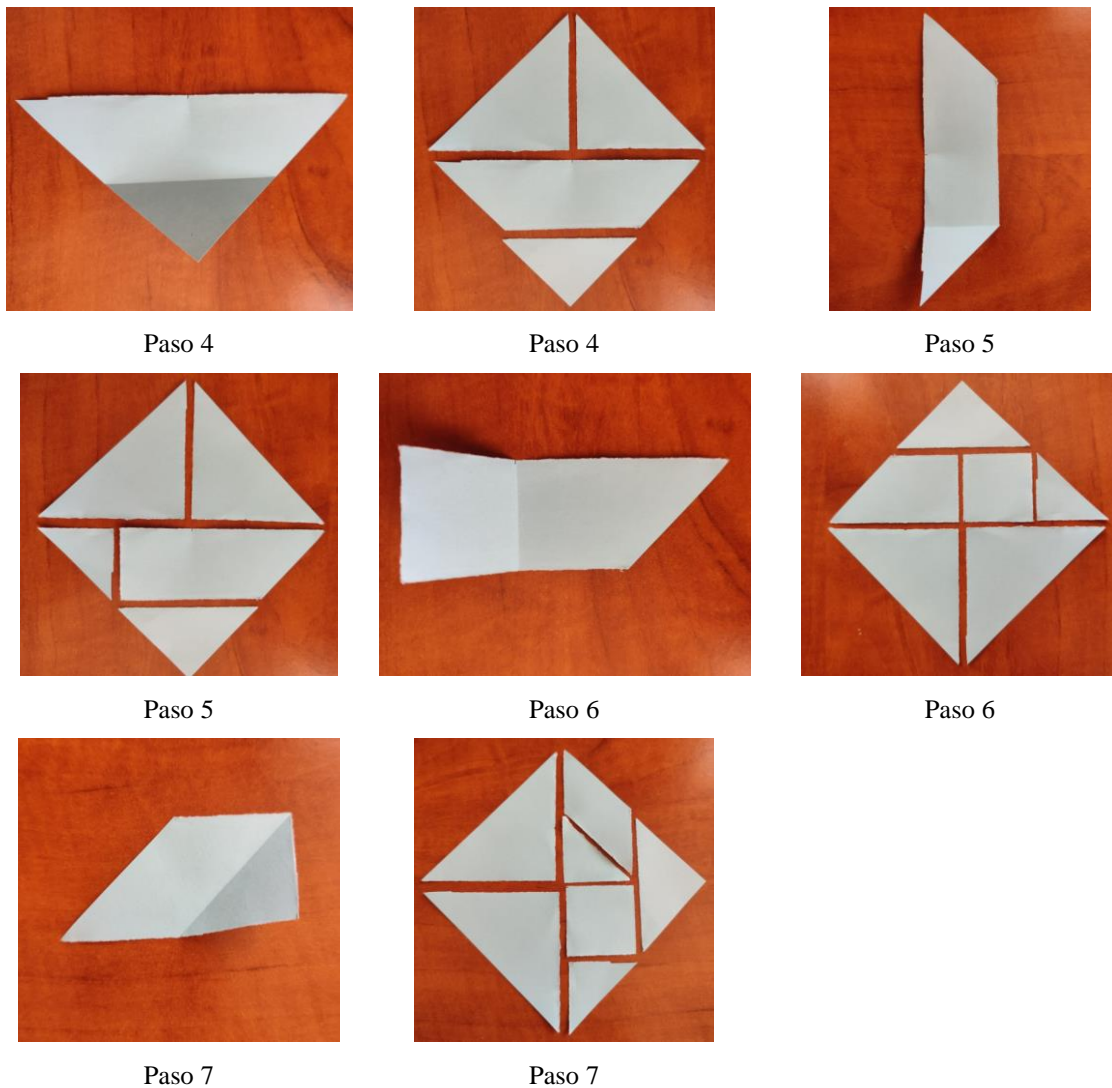


Figura 10: Actividad 1, construcción de Tangram (elaboración propia)

Actividad 2

En esta actividad vamos a demostrar el teorema de Pitágoras mediante papiroflexia, para lo cual los alumnos de nuevo seguirán una serie de instrucciones tal como si ejecutasen un algoritmo.

Instrucciones:

1. Dobra por la diagonal del cuadrado de papel y vuelve a abrir.
2. A continuación, lleva los vértices de la diagonal marcada a un punto de la propia diagonal, no es necesario que sea el punto medio de la diagonal, pero si es necesario que los dos vértices vayan al mismo punto.

Llegados a este punto se hace ver a los alumnos que se han formado dos triángulos rectángulos de distinto tamaño (color azul) y dos rectángulos (en amarillo) exactamente iguales.

3. Sobre uno de los dos rectángulos plegar hacia atrás y desdoblar por una de sus diagonales de modo que queden dos triángulos rectángulos.
4. Abrir la hoja y observar. ¿Qué veis?

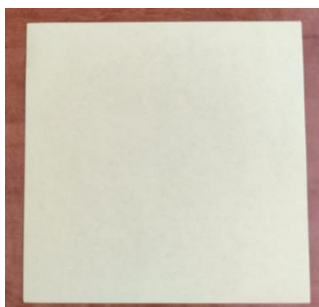
Tras esta pregunta se les deja pensar y se les guía para que vean que tenemos 4 triángulos rectángulos de lados a , b y c y dos cuadrados, uno de lado a y otro de lado b . Es decir, la longitud de los catetos de los triángulos coincide con la longitud de los lados de los cuadrados. La conclusión a la que llegamos es que el área de la hoja original es $a^2 + b^2$ + el área de los 4 triángulos.

5. Da la vuelta al papel y dobla hacia ti el triángulo rectángulo amarillo que obtuviste en el paso 3.
6. Realiza el mismo proceso con el resto de esquinas de modo que te quede algo similar a la figura 11 paso 6.
7. Observa y saca conclusiones.

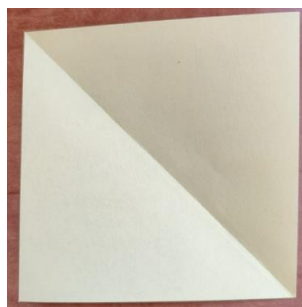
Se guiará a los alumnos para que vean que hemos obtenido un cuadrado de lado la hipotenusa del triángulo rectángulo anterior, es decir de lado c , y que si a ese cuadrado de área c^2 le sumamos los mismos 4 triángulos de antes (que es lo que hemos quitado de la hoja original para llegar a ese cuadrado) obtenemos de nuevo el área de la hoja original. Es decir:

$$\text{Área hoja original} = a^2 + b^2 + 4 * \text{área triángulo rectángulo} = c^2 + 4 * \text{área triángulo rectángulo}$$

Esto a lo que nos lleva es a que $a^2 + b^2 = c^2$, que no es otra cosa que el Teorema de Pitágoras.



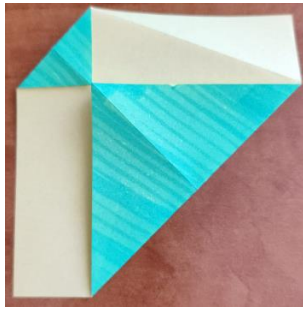
Paso 0



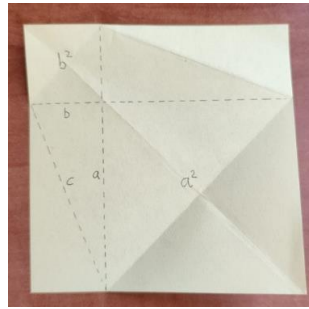
Paso 1



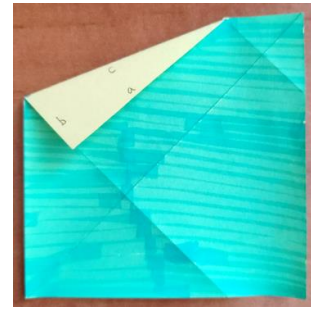
Paso 2



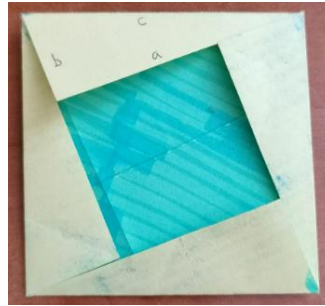
Paso 3



Paso 4



Paso 5



Paso 6

Figura 11: Actividad 2, demostración del Teorema de Pitágoras mediante papiroflexia (elaboración propia)

Para las siguientes actividades emplearemos triángulos rectángulos como los obtenidos en la actividad 1 y una plantilla como la que se muestra en la figura 12 que cada alumno podrá hacer en su cuaderno (vendrán con ella hecha de casa para aprovechar al máximo el tiempo de la sesión).

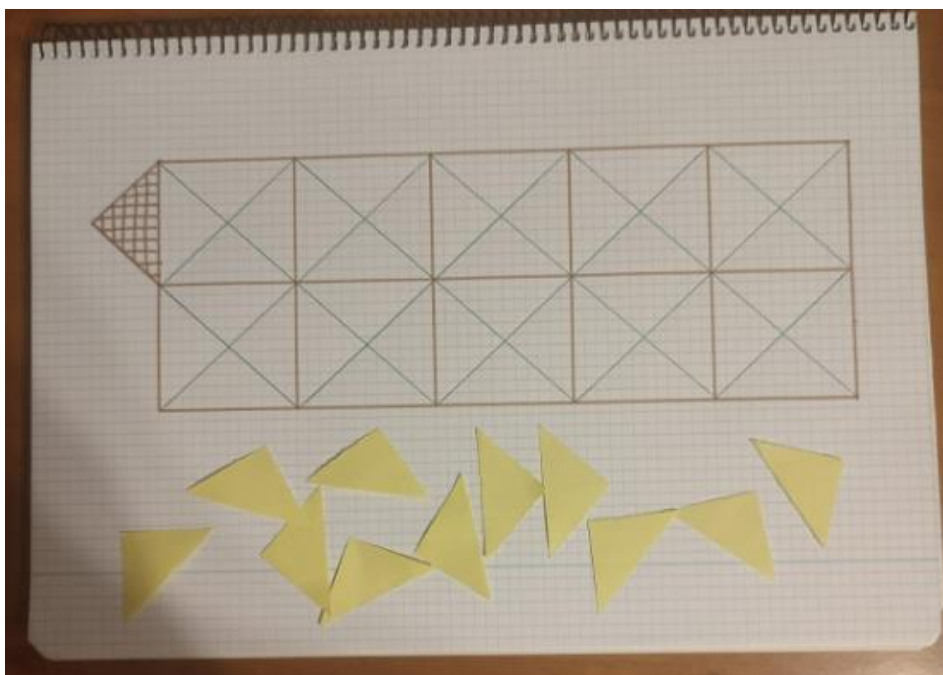








Figura 12: Plantilla y piezas para las actividades desenchufadas (elaboración propia)

En la actividad mediante una secuencia de instrucciones se dibujarán en la plantilla diferentes polígonos de los estudiados en clase. Para ello se situará por cada instrucción un triángulo en la posición inicial que es el triángulo cuadrículado, y se moverá en función de la instrucción que podrá tener los siguientes comandos:

	Mover triángulo al cuadrado de la derecha
	Mover el triángulo al cuadrado de la izquierda
	Mover el triángulo al cuadrado de arriba
	Mover el triángulo al cuadrado de abajo
	Mover triángulo 90° en sentido horario
	Mover triángulo 90° en sentido horario

De este modo si la instrucción fuese la siguiente



La pieza acabaría en la siguiente posición:

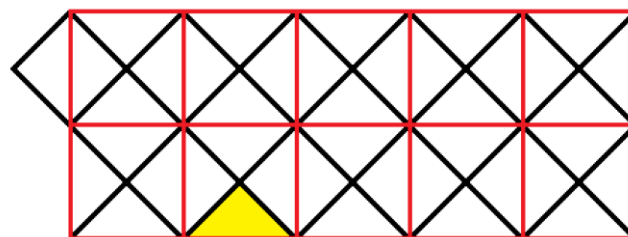


Figura 13: Ejemplo actividad desenchufada (elaboración propia)

Se debe aclarar que cuando la pieza se mueve de cuadrado mantiene la posición relativa dentro del cuadrado.

Esta actividad genera muchísimas posibilidades, desde hacer otro tipo de instrucciones, que cuando la pieza cambie de cuadro siempre se coloque en la misma posición relativa, o modificar la cuadrícula para que perita ángulos diferentes de 45° y 90°, cualquier cosa que se nos ocurra.

Actividad 3

Ejecuta el siguiente código de instrucciones y di el nombre de la figura obtenida:

1	→	→	↓	↻	
2	→	↻	↓	↻	→
3	→	→			
4	→	→	↓		
5	→	↻	→		
6	→	→	↻		
7	→	↻	↓	→	
8	→	→			

El resultado que se obtiene es un rectángulo tal como se muestra en la figura 14:

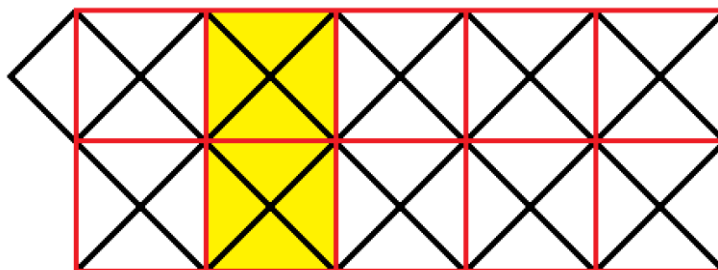


Figura 14: Rectángulo, resultado actividad 3 (elaboración propia)

Actividad 4

Crear un código para crear un hexágono como el de la figura 15

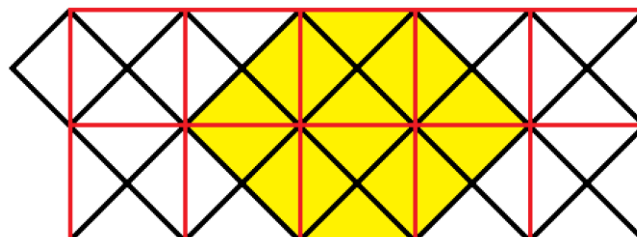


Figura 15: Hexágono actividad 4 (elaboración propia)

5.10.2 Actividades con dispositivos

Actividad 5

Dibujamos polígonos regulares mediante Scratch. El profesor en las primeras actividades guiará a los alumnos explicándoles el manejo de la herramienta para que posteriormente los alumnos vayan resolviendo el resto de las actividades.

- a) Realizar una programación en Scratch para dibujar un triángulo equilátero:

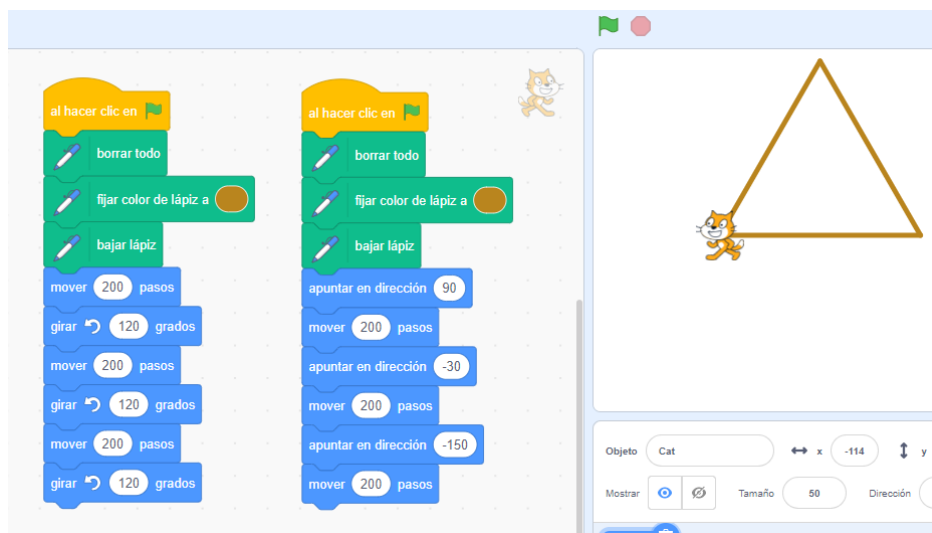


Figura 16: Programa de Scratch para crear un triángulo equilátero (elaboración propia)

Se puede llegar a la solución con diferentes programaciones. En el ejemplo de la figura 16 se presentan dos posibles programaciones que producen el mismo resultado. En la programación de la izquierda lo que se dice es que el objeto avance una distancia determinada en la dirección en la que este y luego se le indica que gire un número de grados. En la programación de la derecha lo que se le indica al objeto es la dirección en la que debe moverse en cada momento.

Actividad 6

Realizar un programa en Scratch para dibujar un cuadrado

Los alumnos tras la actividad 5 deberán ser capaces de generar el programa para realizar el cuadrado. Ellos desarrollarán un programa similar al de la izquierda de la figura 17. Con esta actividad les enseñaremos que existen dos posibilidades a la hora de realizar la programación para crear un polígono regular. Les enseñamos el concepto de bucle en la programación. En la programación de la izquierda de la figura 17 estamos repitiendo 4 veces la misma instrucción por lo que podemos crear otro programa como el de la derecha, donde se simplifica la

programación creando un bucle que se repite 4 veces. Les hacemos ver que podemos hacer esto en los polígonos regulares donde todos los ángulos interiores son iguales.

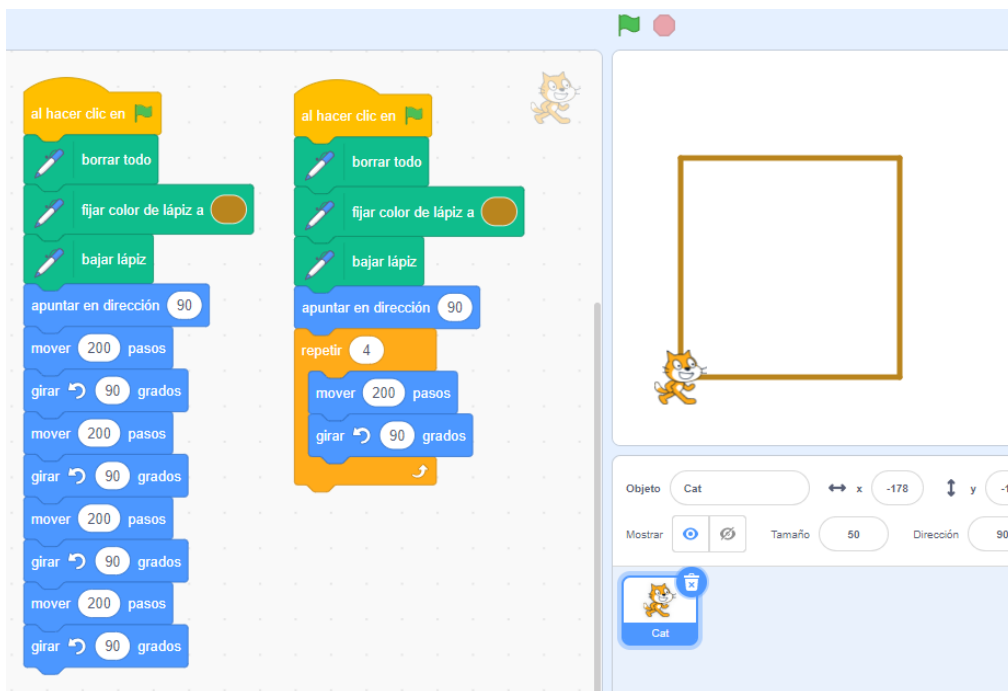


Figura 17: Programa de Scratch para crear un cuadrado (elaboración propia)

Actividad 7

En esta actividad guiaremos a los alumnos para construir un programa en Scratch que les permita, dados los tres lados de un triángulo saber si es rectángulo, acutángulo u obtusángulo. Con este ejercicio les introduciremos el concepto de variable y el de sentencias condicionales.

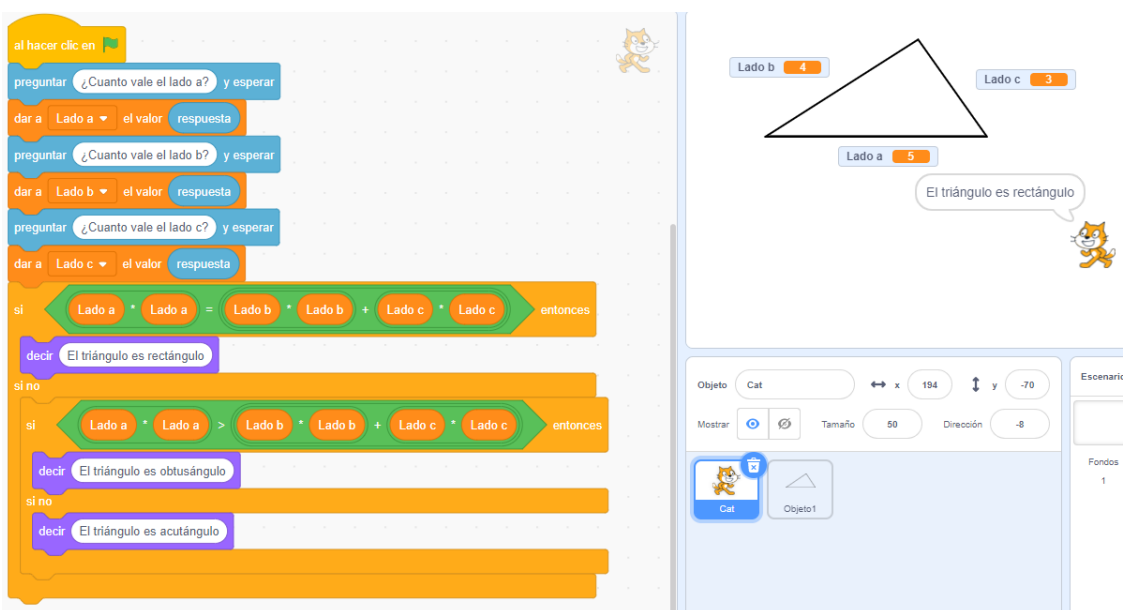


Figura 18: Programa de Scratch para calcular el tipo de un triángulo según sus lados (elaboración propia)

En la figura 18 se muestra una posible solución al problema planteado en la actividad 7. Se trata de un programa sencillo en el que los datos tienen que ser introducidos en orden de mayor a menor. Una versión de este programa sería que calculase el resultado independientemente de cómo se introdujesen los datos. Simplemente bastaría con añadir alguna sentencia condicional más en la programación que nos ordenase los datos de entrada.

Actividad 8

Se trata de una variante del programa de la actividad 7. En este caso se guiará a los alumnos para que creen un programa en Scratch donde conocidos los valores de la hipotenusa y un cateto de un triángulo rectángulo calcule el valor del otro cateto.

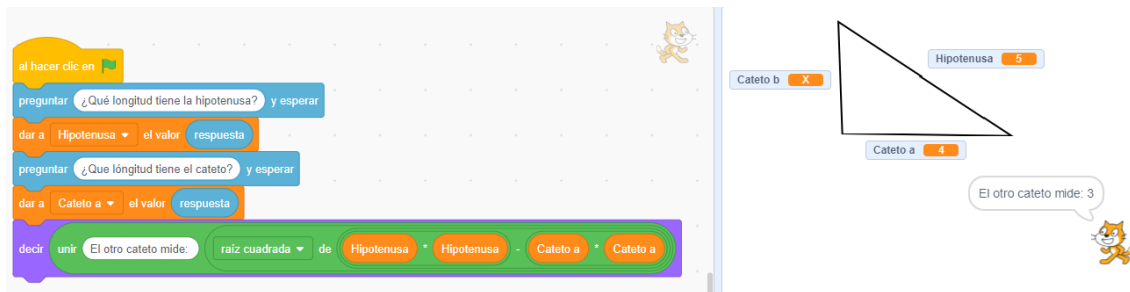


Figura 19: Programa de Scratch que devuelve el valor de un cateto de un triángulo rectángulo conocidos el valor de la hipotenusa y del otro cateto (elaboración propia)

Un programa de este tipo nos da una infinidad de posibilidades a la hora de resolver problemas de Geometría y de crear nuevos programas como el de la actividad 9.

Actividad 9

En esta actividad guiaremos a los alumnos para que creen un programa en el que se cree un pentágono regular y se dibujen todas sus apotemas conocidos el tamaño del lado (6cm) y el radio (5cm).

Los programas mostrados en las figuras 16, 17, 18, 19 y 20 que dan respuesta a las actividades de este bloque de actividades con dispositivo son ejemplos. Se puede llegar al mismo resultado a través de programas diferentes.

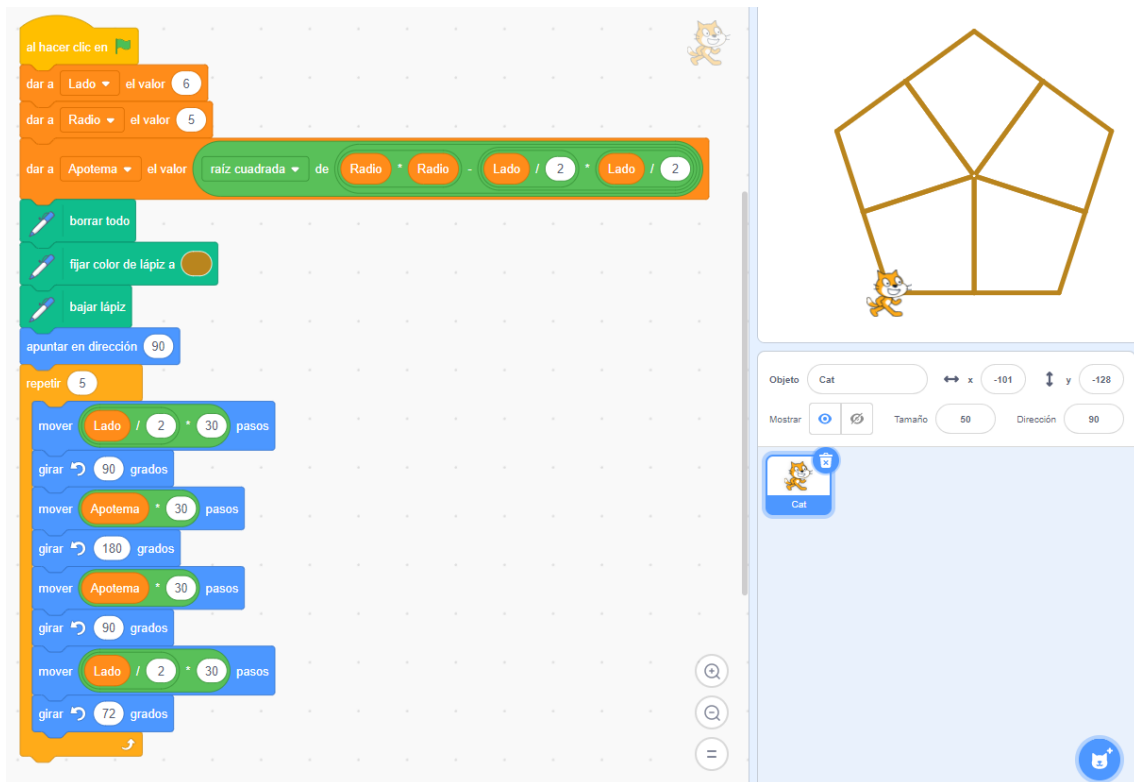


Figura 20: Programa de Scratch para dibujar un pentágono regular y sus apotemas (elaboración propia)

5.10.3 Actividades con robots

En primer lugar, se propondrán actividades basadas en secuencias, el alumno tendrá que programar una secuencia de acciones para dar respuesta al problema planteado.

Actividad 10

Realizar una programación en Scratch para que el robot al desplazarse dibuje polígonos regulares de:

- 5 lados (pentágono)
- 6 lados (hexágono)
- 8 lados (octógono)
- 9 lados (Eneágono)
- 10 lados (decágono)

¿Por qué piensas que se ha excluido el heptágono?

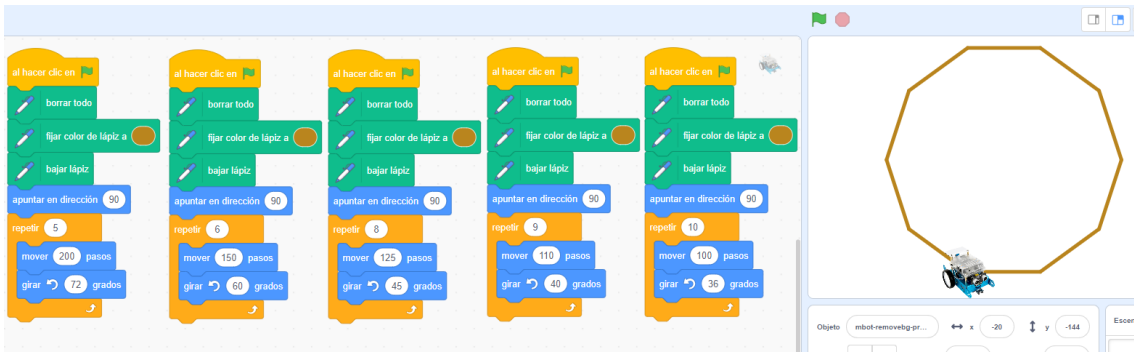


Figura 21: Programa de Scratch para crear polígonos regulares (elaboración propia)

Tras la realización de este ejercicio les hacemos ver como a medida que el número de lados del polígono aumenta dicho polígono se va pareciendo más a una circunferencia. Esto les será de ayuda para una de las siguientes actividades.

Las siguientes actividades estarán basadas en la correspondencia acción-instrucción. Al alumno se le dará un programa del robot y deberá averiguar qué va a realizar.

Actividad 11

El siguiente programa (parte izquierda de la figura 22) hace que el robot dibuje un polígono. Examina el código y averigua que polígono dibujará el robot:

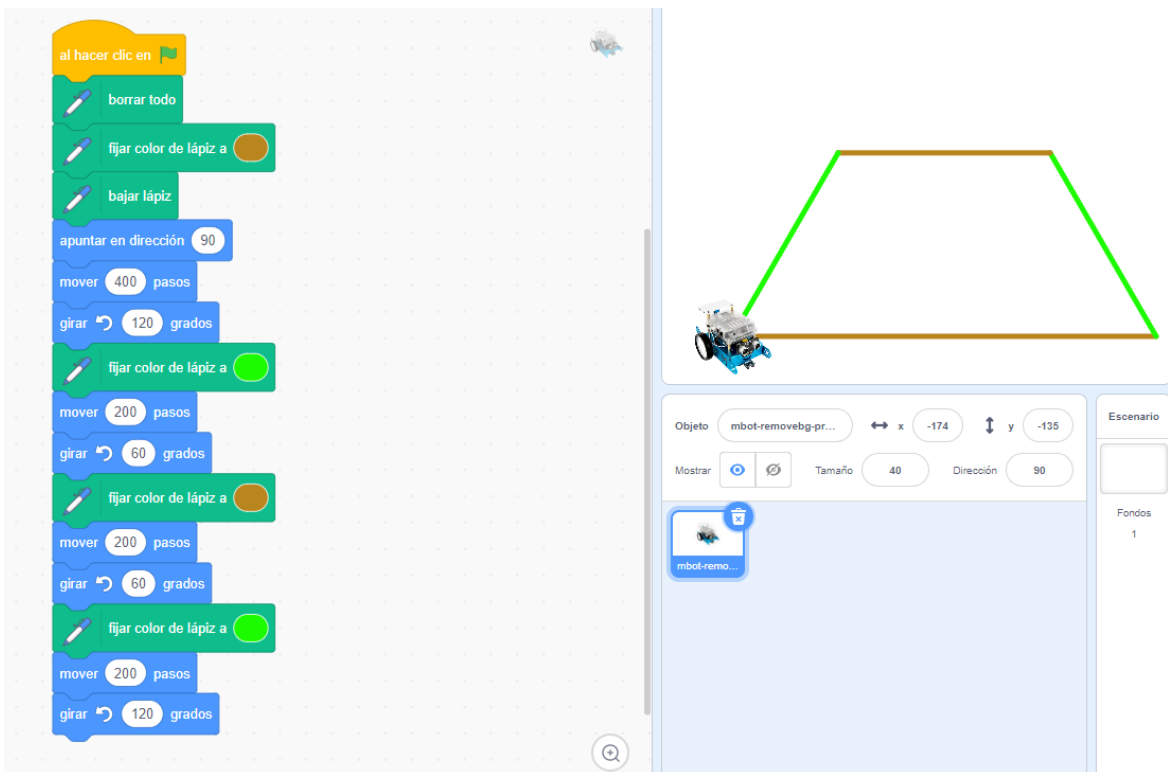


Figura 22: Programa actividad 11 y solución (elaboración propia)

Los alumnos deberán analizar el programa descomponiéndolo en instrucciones y abstrayéndose de las instrucciones que no aporten nada, sacarán patrones de las actividades anteriores que les ayudarán con la actividad. Tras esto deberían ser capaces de observar que el polígono dibujado tiene 4 lados y que por tanto es un cuadrilátero. Deben observar que dos de los lados son paralelos y los otros dos no y que además los lados paralelos tienen diferente longitud, mientras que los otros tienen la misma. La última clave que les dirá que polígono es, será que los ángulos son iguales dos a dos y que esos ángulos iguales son contiguos, no opuestos. Por lo tanto, se trata de un trapecio isósceles como se ve en la parte derecha de la figura 22 que sería lo que dibujase el robot sobre el suelo.

Actividad 12

Analiza el siguiente código (parte izquierda de la figura 23) y averigua que dibujará el robot:

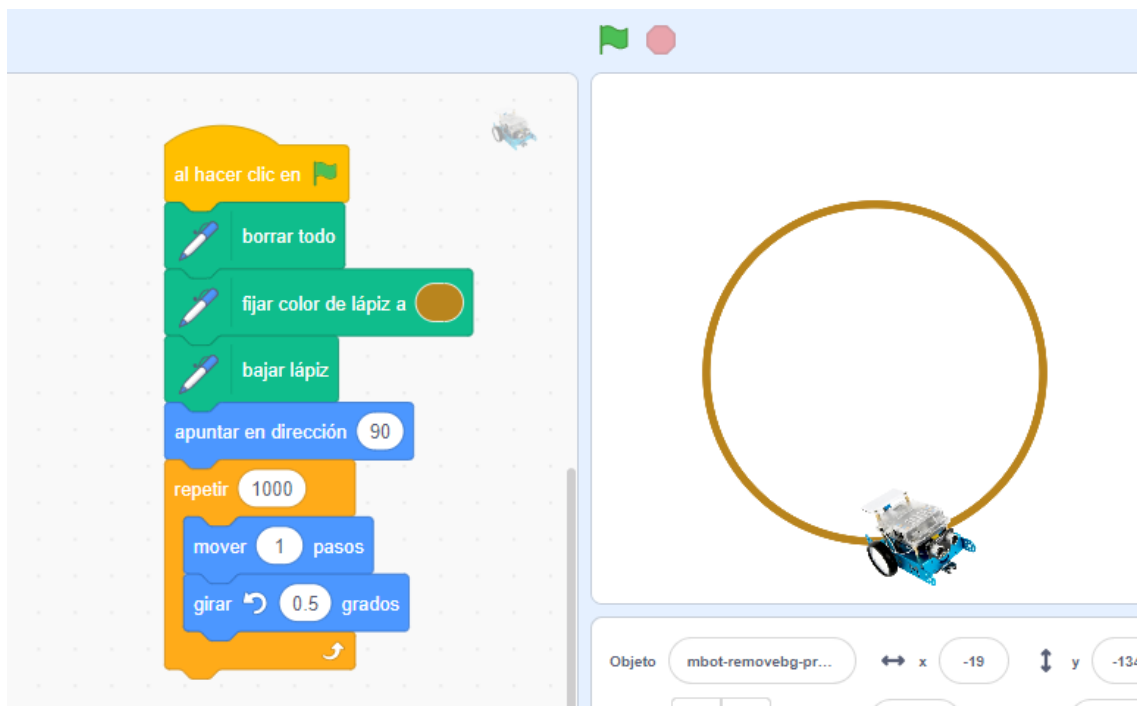


Figura 23: Programa actividad 12 y solución (elaboración propia)

En este caso deberán observar que se trata de un bucle que dibuja un polígono de 1000 lados (dado que las instrucciones dentro del bucle dibujan un lado y gira). Por lo que aprendieron en la actividad 10 deberían averiguar que el robot dibujará un círculo.

Por último, se propone alguna actividad basada en la depuración. Es decir, al alumno se le dará un programa y se le pedirá bien que lo corrija bien que lo modifique.

Actividad 13

Modificando sólo tres de los valores de las instrucciones del código de la actividad 11 hacer que el robot pase de dibujar un trapecio isósceles a dibujar un romboide.

Los alumnos deberán llegar a la conclusión de que a diferencia del trapecio isósceles el romboide tiene los lados iguales dos a dos y paralelos dos a dos (esto último implica ángulos iguales dos a dos pero opuestos, no contiguos como en el trapecio isósceles). Por todo esto simplemente modificando los valores remarcados en rojo de la figura 24 se consigue que el robot pase a dibujar un romboide.

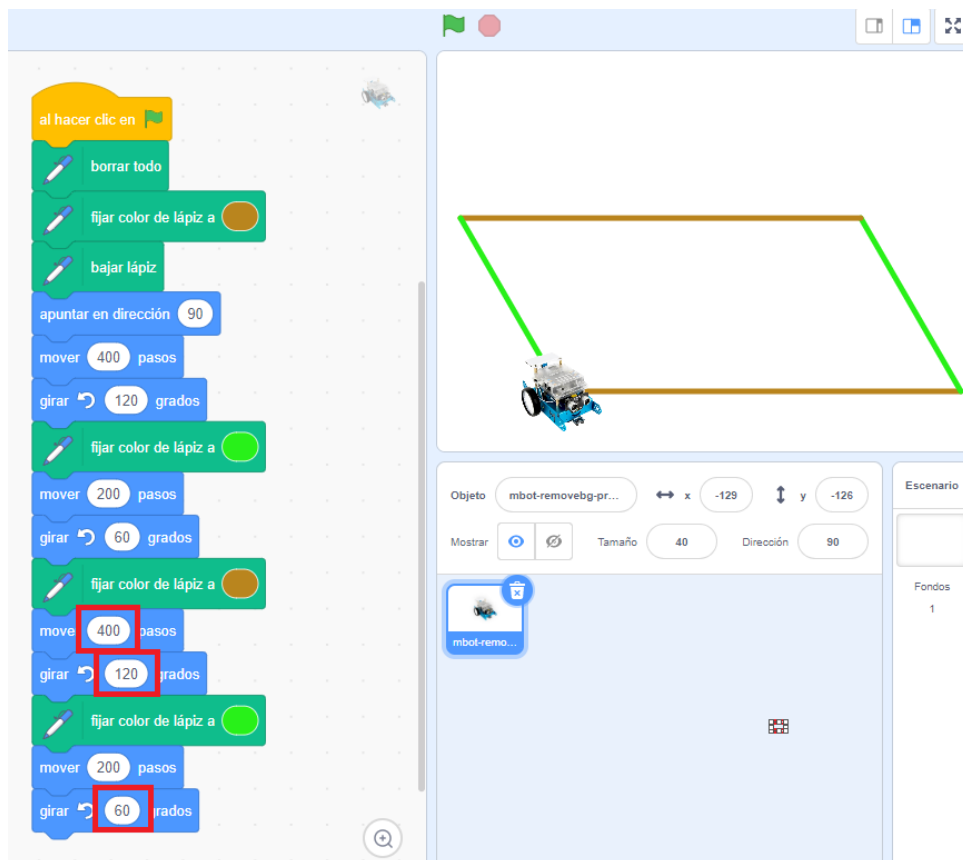


Figura 24: Resultado actividad 17 (elaboración propia)

Actividad 14

Modifica el código creado en la actividad 8 para que el programa en lugar de calcular el cateto de un triángulo rectángulo conocidas la hipotenusa y el otro cateto, calcule el valor de la hipotenusa conocidos los dos catetos.

6 Conclusiones

El pensamiento computacional es un concepto relativamente nuevo que tiene sus orígenes en la década de los 80 con las teorías construccionistas de Seymour Papert, pero que no es formalmente definido hasta 2006, cuando Jeanette Wing lo define como una forma de resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano a partir de los conceptos fundamentales de la informática. Desde ese momento hasta hoy han surgido multitud de definiciones para este concepto y se le han atribuido diferentes características. No existe consenso sobre el alcance de este pensamiento, pero donde si existe consenso es en su importancia.

El pensamiento computacional, debido al momento de la historia en el que vivimos, donde nos encontramos rodeados de dispositivos tecnológicos se ha convertido, al igual que ya lo son la lectura, escritura o las Matemáticas, en una competencia clave que todo individuo debe poseer para desenvolverse de manera correcta. Esta situación obliga a las distintas administraciones educativas a tenerlo en cuenta e introducirlo dentro de sus currículos. En España recientemente ha entrado en vigor el nuevo Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo por el que se establecen las enseñanzas mínimas en la Educación Secundaria y en el que el pensamiento computacional cobra un peso importante, y en concreto en la asignatura de Matemáticas también.

Y es que el pensamiento computacional puede desempeñar un papel importante en los modos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas del siglo XXI. El pensamiento computacional complementa al pensamiento matemático al resaltar como las Matemáticas conectan con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y otros campos. Es importante por tanto desarrollar las habilidades asociadas a este pensamiento en las diferentes etapas educativas de los jóvenes, y por lo cual también en la Educación Secundaria Obligatoria. Para ello es vital que los profesores posean un conocimiento adecuado del pensamiento computacional y de cómo impartirlo y evaluarlo en sus disciplinas, pero esta tarea es complicada ya que como se ha dicho el alcance del término pensamiento computacional es algo que no goza de una única definición.

Con este trabajo se ha desarrollado una Unidad Didáctica para el bloque de Geometría de la asignatura de Matemáticas para un curso de 1º de ESO en la que actividades que fomentan el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional son la base. Para ello se define el pensamiento computacional como la capacidad y la habilidad para resolver problemas de un modo creativo utilizando los conceptos fundamentales de la informática y se le atribuyen cuatro técnicas: el diseño de algoritmos, la abstracción, la descomposición y el reconocimiento de patrones. El modo lógico que se establece para llevarlo al aula es a través de tres tipos de

actividades que se temporalizan en el siguiente orden: actividades desenchufadas, actividades con dispositivos y actividades con robots.

Diferentes investigaciones demuestran que el uso de actividades basadas en la programación y la robótica promueven el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional. Pero en este punto es importante aclarar que programar no es lo mismo que pensamiento computacional. El pensamiento computacional es una habilidad cognitiva de las personas, mientras que la programación sólo es un medio para desarrollarla.

Dado que la unidad creada en este trabajo no se ha podido llevar a cabo en la realidad no se pueden sacar conclusiones acerca de sus posibles beneficios, dejando esta tarea como línea futura. Sería interesante poder llevar a cabo esta Unidad Didáctica sobre un grupo real (grupo experimental) de 1º de ESO y tras ella comparar mediante algún tipo de test las habilidades de pensamiento computacional del grupo en comparación con las de otro grupo que no hayan realizado la unidad (grupo de control).

Referencias

Libros y artículos

- Barr, D., Harrison, J. & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A digital age skill for everyone. *Learning and Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Barrera, R. & Montaña, R. (2015). Desarrollo del Pensamiento Computacional con Scratch. *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2015*, 616-620.
- Berrocoso, J., Sánchez, M. & Arroyo, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(3), 1-18.
- Bilbao, J., Bravo, E., García, O., Varela, C. & Rebollar, C. (2017). Assessment of computational thinking notions in secondary school. *Baltic Journal of Modern Computing*, 5(4), 391-397.
- Blikstein, (2013). *Seymour Papert's Legacy: Thinking About Learning, and Learning About Thinking*.
- Boaler, J. (2008). *What's math got to do with it?* New York: Penguin.
- Dewey, J. (1897). My pedagogic creed. *School Journal*, 54, 77-80.
- Goode, J., Margolis, J. & Chapman, G. (2014). Curriculum is not enough: the educational theory and research foundation of the exploring computer science professional development model. *SIGCSE '14 Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education*, 493-498.
- Kemp, P. (2014). *Computing in the national curriculum. A guide for secondary teachers*. Computing at School. London: NAACE.
- Korucu, A., Gencturk, A. & Gundogdu, M. (2017). Examination of the computational thinking skills of students. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 2(1), 11-19.
- López García, J. (2009). *Guía docente, Algoritmos y programación, guía para docentes*. Segunda Edición.
- Moreno-León, J., Robles, G., Román-González, M. & Rodríguez, Juan. (2019). Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)*, 26-35.
- Muñoz-Repiso, A. & González, Y. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, (59), 63-72.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Reston, VA: Author.
- Pérez, A. (2018). A framework for computational thinking dispositions in mathematics

- education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 424-461.
- Raja, T. (2014). *Revista-blog Mother Jones*. Obtenido de post We Can Code It!: <https://www.motherjones.com/media/2014/06/computer-science-programming-code-diversity-sexism-education/>
- ScratchEd Team [Portal Web] (2015). Computational Thinking webinars. Recuperado 2 de Junio de 2015, de <http://scratched.gse.harvard.edu/content/1488>.
- Tabesh, Y. (2016). Digital Pedagogy in Mathematical. *Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education Learning*, Chapter 37, 669-678.
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wing, J. M. (2011, March 06). *Computational thinking: What and why*.
- Basogain, X., Olabe, M. & Olabe, J. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(6).
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 1-16.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46, 1-47.
- Zapata-Ros, M. y Pérez-Paredes, P. (2018). *El pensamiento computacional, análisis de una competencia clave*. II Edición.
- Zapotecatl, J. (2014). Pensamiento computacional, obtenido de la URL: www.pensamientocomputacional.org.

Legislación

- Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria.
- ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León
- ORDEN EDU/589/2016, de 22 de junio, por la que se regula la oferta de materias del bloque de asignaturas de libre configuración autonómica en tercer y cuarto curso de educación secundaria obligatoria, se establece su currículo y se asignan al profesorado de los centros públicos y privados en la Comunidad de Castilla y León.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.