

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO DE MAESTRO/A EN EDUCACIÓN PRIMARIA

**EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL A TRAVÉS DE LA
ROBÓTICA: CATEGORIZACIÓN DE SECUENCIAS Y ACTIVIDADES
INNOVADORAS**

PROYECTO DE INNOVACIÓN

CRISTIAN ANTÚNEZ PERERA

ALU0101386102@ULL.EDU.ES

SARA GONZÁLEZ PÉREZ (AUTORIZACIÓN)

SGONZAL@ULL.EDU.ES

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

CONVOCATORIA: MAYO

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Grado se plantea como un Proyecto de Innovación con el que se pretende trabajar el pensamiento computacional a través de la robótica, pues las experiencias prácticas hasta ahora conocidas y los recursos empleados en las aulas son muy escasos. Para ello, se propone una categorización, de autoría y elaboración propia, sobre cómo elaborar y resolver secuencias de programación, así como se plantea un plan de actividades siguiendo dicha categorización, con el fin de proporcionar a los docentes recursos y estrategias didácticas que les permitan desarrollar el pensamiento computacional del alumnado. El plan de actividades se desarrolló durante el periodo de prácticas del Prácticum de Mención en Innovación e Investigación Curricular en un centro educativo en la isla de Tenerife. En líneas generales, los resultados expuestos fueron muy positivos, observándose una mejora notable en el desarrollo del pensamiento computacional del alumnado.

Palabras clave: Innovación, Pensamiento Computacional, Robótica, Categorización de secuencias.

Abstract

This Final Degree Project is proposed as an Innovation Project with the purpose of developing computational thinking through robotics, since the practical experiences so far known and the resources used in the classroom are limited. For that, it is proposed a categorization, self-authorship, on how to elaborate and solve programming sequences, as a plan of activities following this categorization, in order to provide teachers with resources and didactic strategies that allow them to develop students' computational thinking. The plan of activities was developed during the period of training of the Mention in Innovation and Curricular Research in a school located in Tenerife. In general terms, the results obtained were very positive, showing an improvement in the computational thinking of the students.

Keywords: Innovation, Computational Thinking, Robotics, Categorizing Sequences.

ÍNDICE

1. Introducción.....	4
2. Datos de identificación del proyecto de innovación.....	5
3. Justificación teórica.....	7
3.1. La innovación educativa.....	7
3.2. El pensamiento computacional.....	8
4. Objetivos del Proyecto de Innovación.....	12
5. Propuesta metodológica.....	13
5.1 Categorización de secuencias para trabajar el pensamiento computacional.....	15
5.1.1. Tablero y sus características.....	15
5.1.2 Robot y tipos de robots.....	15
5.1.3 Secuencias y sus tipos:.....	17
5.2 Actividades.....	21
5.3. Recursos materiales y espacios.....	27
5.4. Temporalización.....	28
6. Propuesta de evaluación del proyecto.....	29
6.1. Criterios e indicadores de evaluación.....	31
7. Resultados.....	32
8. Conclusiones.....	33
9. Propuestas de mejora.....	35
10. Bibliografía.....	36
11. Anexos.....	39

1. Introducción

Actualmente las tecnologías están teniendo un gran impacto en nuestras vidas. Se han ido desarrollando a lo largo de los años a una velocidad estratosférica hasta el punto en el que se ha podido evidenciar que la realidad educativa y su modelo pedagógico se aleja enormemente de cómo se va configurando el entorno y la realidad social que existe tras los muros de las escuelas. Esta falta de concordancia entre lo que ocurre en los centros educativos y el entorno social, cultural y político ha generado un amplio debate.

Las posibilidades de generación de conocimiento que ofrecen las Tecnologías de la Información y Comunicación (en adelante TIC) son amplias y diversas, por lo que se presentan como un gran desafío en el ámbito educativo (Balladares, Avilés y Pérez, 2016). Recientemente se ha integrado en los currículos de educación la necesidad de desarrollar en el alumnado el pensamiento computacional como parte de su competencia digital. Esto ha supuesto un reto para los docentes pues hoy en día se continúa priorizando la enseñanza del contenido sobre el desarrollo de destrezas y habilidades cognitivas que fomenten el desarrollo del pensamiento de los estudiantes (Balladares, Avilés y Pérez, 2016).

El pensamiento computacional presenta un alto grado de dificultad y abstracción, no es sinónimo de programación de un ordenador, ya que “se puede desarrollar pensamiento computacional sin utilizar ordenadores (basta papel y lápiz), si bien los dispositivos digitales nos permiten abordar problemas que sin ellos no nos atreveríamos a enfrentar” (Valverde, Fernández y Garrido, 2015, p. 4). El uso de las TIC no es suficiente para generar procesos de enseñanza-aprendizaje, sino que deben convertirse en generadoras del conocimiento y promover el desarrollo de estrategias metodológicas tanto dentro como fuera del aula. Tampoco deben limitarse a una determinada asignatura o contenido, sino que este pensamiento debe considerarse como transversal en el proceso educativo mediado por las TIC (Balladares, Avilés y Pérez, 2016).

Por tanto, los docentes se enfrentan a nuevos escenarios y contextos educativos en los que deben plantear actividades, situaciones reales y problemas que permitan al alumnado enfrentarse a situaciones que estimulen su creatividad y desarrollen el pensamiento complejo a través del pensamiento computacional (Balladares, Avilés y Pérez, 2016). En este sentido, la falta de acuerdo entre los expertos sobre la definición, estructura y componentes del pensamiento computacional complica su enseñanza y evaluación, la inclusión de su didáctica

en la formación del profesorado, así como el establecimiento de criterios para su integración en el currículo (Adell et al., 2019).

En este Trabajo de Fin de Grado se realiza una propuesta de intervención innovadora relacionada con el pensamiento computacional a través de la robótica en Educación Primaria. El objetivo principal de esta propuesta es proporcionar a los docentes recursos y estrategias didácticas con las que puedan trabajar el pensamiento computacional haciendo uso de la robótica. Asimismo, a través de estos recursos los docentes podrán estructurar adecuadamente las sesiones de clase en relación a su dificultad y atendiendo a las necesidades y motivaciones del alumnado, donde serán partícipes activos de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para ello, se ha llevado a cabo una justificación teórica que respalde y justifique esta necesidad no solo a nivel escolar, sino también a nivel social y normativo. Además, en ella se incluyen diferentes connotaciones acerca del pensamiento computacional para tener en cuenta el conocimiento que hay hasta el momento en la teoría científica, siendo este un término sobre el cual aún queda mucho por investigar.

Esta propuesta fue puesta en práctica en un centro educativo de Educación Infantil y Primaria localizado en la isla de Tenerife, en Canarias. Esta propuesta se ejecuta durante las sesiones destinadas al proyecto de “robótica” que lleva a cabo el centro. Durante el periodo de estancia en el centro se pudieron observar ciertos aspectos que podrían mejorarse a la hora de trabajar el pensamiento computacional a través de la robótica y por ello, emerge la idea de innovar elaborando una categorización y un plan de actividades que puedan paliar esta situación.

Por último, se analizan los resultados obtenidos con diferentes grupos de trabajo, donde se puede valorar cómo ha favorecido el desarrollo de la propuesta al alumnado. Asimismo, podemos observar cómo se ha logrado alcanzar los objetivos de esta propuesta y el por qué de la importancia de trabajar el pensamiento computacional en el aula en una época digitalizada como en la que nos encontramos.

2. Datos de identificación del proyecto de innovación.

“Los proyectos de innovación pueden ser definidos como planificaciones estratégicas novedosas (conocimientos, recursos, servicios, productos, etc.) que ayudan a desarrollar el ámbito donde se implementan, en este caso de tipo educativo, social y cultural.” (Garcés et al., 2020, p.28)

En el presente Trabajo de Fin de Grado se plantea un proyecto de innovación educativa con el que se pretende mejorar el desarrollo del pensamiento computacional (en adelante PC) en un contexto como es el de la Comunidad Autónoma de Canarias, pues las experiencias prácticas hasta ahora conocidas y los recursos empleados en las aulas son muy escasos. Así pues, esta propuesta proporciona una nueva perspectiva sobre cómo trabajar el PC en la etapa de Educación Primaria a través de un recurso tan potente como es la robótica, aprovechando al máximo el potencial que se tiene sobre esta área de conocimiento, y no usando la robótica como un simple instrumento motivador para el alumnado.

De modo específico, en este proyecto de innovación se propone un plan de actividades innovadoras para mejorar la práctica educativa docente y el aprendizaje del alumnado de Educación Primaria en relación al pensamiento computacional. Esta propuesta se llevó a cabo en el CEIP Fernando III El Santo, centro público de Educación Infantil y Primaria que se encuentra ubicado en el barrio de La Higuera, situado en el municipio de San Cristóbal de La Laguna, en la isla de Tenerife. Se trata de un centro educativo de línea dos que desarrolla una gran diversidad de planes y proyectos que están orientados a alcanzar distintos objetivos pedagógicos. Entre ellos se destaca el Proyecto “Robótica” con el cual se pretende trabajar el pensamiento computacional con el alumnado del centro educativo.

Durante el curso académico 2023-2024, desarrollé en el CEIP Fernando III El Santo las prácticas correspondientes a la Mención en Innovación e Investigación Curricular del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de La Laguna. En este periodo de prácticas acompañé a la profesora del centro encargada de desarrollar el Proyecto de Robótica y pude observar la práctica educativa que se lleva a cabo en el aula en relación con dicho proyecto.

A grandes rasgos, las sesiones de robótica comenzaban normalmente con una explicación general por parte de la docente, con el fin de que el alumnado reconociera los aspectos que se iban a trabajar durante la sesión, o bien, para recordar aspectos trabajados en sesiones anteriores. Tras las explicaciones, les planteaba en la pizarra secuencias de programación, llamémoslas *simples* (siendo, por ejemplo: adelante, derecha, adelante, adelante, izquierda), pues estaban ligadas a un lenguaje de programación muy sencillo que utiliza el Bee-bot (Figura 1), tipo de robot que se emplea en el centro educativo para trabajar la robótica. Seguidamente, el alumnado debía atender a la posición inicial del robot y a la posición final, en caso de que se facilitara, para posteriormente programarlo y comprobar el resultado final.

Figura 1.

Bee-bot parte posterior.



Figura 2.

Bee-bot parte anterior.



Este tipo de sesiones se repetía a lo largo del proyecto, mostrando ciertas carencias en cuanto al desarrollo del pensamiento computacional puesto que la reproducción de una secuencia de programación como las anteriormente mencionadas se convierte en una mera reproducción de lo observado. En consecuencia, se detectó una serie de necesidades que invitaban a implementar una propuesta innovadora en el aula, como fueron: la necesidad de estructurar las sesiones en función de los intereses y motivaciones del alumnado, la necesidad de establecer actividades que sean retos para el alumnado y que les permita reflexionar y aplicar los principios del PC, la necesidad de proponer un plan de actividades progresivo en cuanto a su dificultad para que los alumnos/as adquieran cierto bagaje en este área, ... De la misma manera, esta propuesta innovadora también surge con el fin de aportar a los docentes herramientas que les permitan mejorar el desarrollo del PC del alumnado a través de la robótica de una manera eficaz.

3. Justificación teórica.

3.1. La innovación educativa

La integración del uso de las tecnologías alberga todos los ámbitos de la sociedad, y por tanto, la educación no puede quedar exenta de ello. Por esta razón, aquellos centros educativos que a día de hoy llevan a cabo procesos de enseñanza-aprendizaje tradicionales, necesitan adaptarse a esta evolución y así responder a las necesidades actuales de una sociedad tecnológica (Amaru et al., 2020).

Así pues, la innovación educativa surge como una necesidad para poder suplir la demanda de una serie de competencias y conocimientos tecnológicos que son de necesario dominio para estar en consonancia con nuestro entorno social, político y cultural, donde se precisa una

intervención pedagógica que posibilite al alumnado integrarse en un contexto que se encuentra en constante evolución. Por ello, “la innovación tiende a ser cada vez más tecnológica, la sociedad vive inmersa en una espiral ascendente, en una sociedad muy tecnificada...” (Rojas, 2016, p.1815)

Sin embargo, ¿qué es la innovación educativa? Desde un punto de vista epistemológico, la palabra innovación procede del latín *innovatio* y significa “acción y efecto de innovar” según la Real Academia Española (s.f., definición 1) o también, se define como “creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado” (s.f., definición 2). En este sentido, múltiples autores e instituciones definen la innovación como “el proceso de creación de conocimientos, productos y procesos nuevos, el cual conforma una parte esencial del trabajo de las organizaciones ya que es un valor imprescindible para la sociedad del siglo XXI” (Gros y Lara, 2009, p.225). No obstante, para autores como Zabalza y Zabalza (2012, como se citó en Martínez. 2021), “la innovación educativa no es simplemente hacer algo distinto, sino que, lo que decidimos emprender en algún campo educativo nos brinde mejores resultados. Además, tampoco significa buscar cambios constantemente hacia lo que resulta ser novedoso...”(p.3). Dentro de las numerosas connotaciones que presenta la palabra, se destaca la definición de innovación educativa de Carbonell (2002, como se citó en Ruiz y Cabrera, 2020: “un conjunto de ideas, procesos y estrategias, más o menos sistematizados, mediante los cuales se trata de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes” (p.201). En línea con lo que define este autor, debemos considerar que “meter más tecnología en las aulas no es de por sí más innovador” (Carbonell, 2017).

Por otro lado, no debemos de obviar que el uso de las TIC en el aula también está sujeto a diversas críticas pues hay quienes creen que las tecnologías son una fuente de problemas y que existe una relación directa con el uso indiscriminado y excesivo de las mismas; lo que podría convertir las tecnologías en un claro enemigo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por esta razón, se considera muy importante la formación docente en el uso de las TIC para que su utilización en el aula pueda ser como un complemento potenciador del proceso de enseñanza-aprendizaje y no meramente como un simple recurso más.

A continuación, nos detendremos a analizar aspectos relevantes sobre el pensamiento computacional:

3.2. El pensamiento computacional.

La mayor parte de las publicaciones sitúan el origen del concepto de pensamiento computacional en el artículo “Computational Thinking” de Jeannette Wing (2006), quien lo define de la siguiente manera:

El pensamiento computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la ciencia de la computación. El PC incluye una amplia variedad de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la computación... [además] representa una actitud y unas habilidades universales que todos los individuos, no sólo los científicos computacionales, deberían aprender y usar (Wing, 2006, p.33).

Por tanto, de acuerdo con Adell et al. (2019), esta definición del pensamiento computacional como un conjunto de habilidades y destrezas (“herramientas mentales”) que todos los seres humanos deberían poseer y utilizar para “resolver problemas”, “diseñar sistemas” y “comprender el comportamiento humano”, debería formar parte de la educación de todo ser humano.

Por su parte, el Gobierno de Canarias (2022) define el concepto de la siguiente manera:

Es el proceso de pensamiento que permite formular o resolver problemas del mundo que nos rodea haciendo uso de habilidades y técnicas, como las secuencias de instrucciones ordenadas (algoritmos), para llegar a la solución. Además, implica identificar, representar, organizar y analizar lógicamente la información, implementando posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más efectiva y eficiente entre pasos y recursos”.

En este sentido, el Gobierno de Canarias (2022) establece una serie de técnicas y habilidades que se consideran necesarias para el desarrollo del pensamiento computacional:

- La descomposición, que consiste en dividir un problema o sistema complejo en partes más pequeñas que se pueden examinar y resolver o diseñar individualmente, ya que resultan más manejables y sencillas.
- El reconocimiento de patrones, que consiste en encontrar similitudes o características que comparten los problemas.
- Abstracción, que consiste en seleccionar la información relevante, filtrando la esencial e ignorando detalles no relacionados o irrelevantes.

- Realización de algoritmos. Un algoritmo es un plan, un conjunto de instrucciones a seguir paso a paso para resolver un problema, identificando cada instrucción y planificando el orden en que se deben ejecutar. Los algoritmos se usan cuando se diseñan pasos simples para resolver problemas

Para ello, en su plataforma web, se propone desarrollar el pensamiento computacional en el aula a través de la rutina “Pienso – Programa – Pruebo”.

En el ámbito educativo el PC comenzó a cobrar importancia tras la publicación de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). La introducción de este nuevo concepto provocó incertidumbre entre muchos docentes debido a la escasa información que había respecto a este término.

Sin embargo, ¿por qué es importante el desarrollo de este concepto en el aula? Atendiendo al Gobierno de Canarias (2022), la finalidad del pensamiento computacional es adquirir y desarrollar destrezas propias del siglo XXI, donde el alumnado sea capaz de resolver problemas aplicados a cualquier ámbito de la vida. A través del PC los alumnos y alumnas de Educación Infantil y Primaria pueden ir adquiriendo conocimientos sobre cómo funcionan muchos de los elementos con los que interactuamos a diario en nuestras vidas, desde teléfonos móviles, ordenadores, hasta otros dispositivos digitales que están presentes en casa o en nuestro entorno cercano. La importancia de que el alumnado sepa reconocer su funcionamiento es muy relevante para su desarrollo dentro de esta sociedad tecnológica, pues estaremos educando ciudadanos competentes digitalmente, que no es lo mismo que educar ciudadanos dependientes de las tecnologías.

El pensamiento computacional permitirá al alumnado conocer y resolver las incógnitas de su entorno, de su vida personal, social y cultural. Por tanto, ante una sociedad actual caracterizada por el desarrollo de las tecnologías, es de vital importancia el desarrollo de competencias como el pensamiento computacional.

En cuanto a la normativa que acoge a este nuevo concepto, si nos detenemos a analizar el DECRETO 211/2022, de 10 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias observamos que se incluye el pensamiento computacional dentro de la Competencia digital y la Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM). En líneas generales, las áreas del currículo que mayor importancia otorgan al desarrollo del pensamiento computacional en el

alumnado son el área de Conocimiento del Medio natural, social y cultural y el área de Matemáticas.

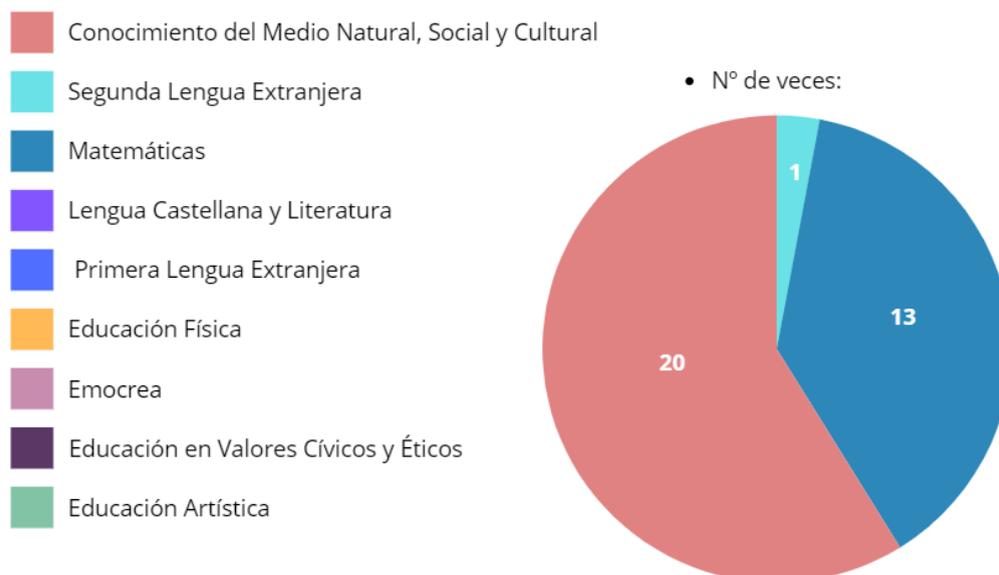
De modo específico, desde el área de Conocimiento del Medio natural, social y cultural se promueve la alfabetización en información y datos, la comunicación y la colaboración, la educación mediática, la reelaboración y creación de contenidos digitales, el desarrollo de proyectos de diseño y del pensamiento computacional a través de la iniciación en la programación, la seguridad, la ciudadanía digital, la privacidad, la propiedad intelectual, la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

Por otra parte, en el área de Matemáticas se plantea entre sus objetivos utilizar los principios básicos del pensamiento computacional para organizar su pensamiento y aplicar de forma estructurada y coherente las ideas y acciones necesarias, comprobando todo el proceso seguido y aplicando mecanismos de autocorrección.

A continuación, se mostrará un gráfico con el número de veces en las que se refleja el pensamiento computacional en las distintas áreas del DECRETO 211/2022, de 10 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias.

Figura 3.

Representación gráfica del número de veces que aparece el concepto “pensamiento computacional” en cada una de las áreas del currículo



Es importante prestar atención a ciertos detalles que se observan en el gráfico y que son interesantes. El primer punto a destacar es la aparición del PC en el área de la “Segunda Lengua Extranjera” mientras que no consta aparición dentro de lo que sería la “Primera Lengua Extranjera”. En este sentido, ocurre lo mismo en áreas como “Lengua Castellana y Literatura”, “Educación Física”, “Educación en Valores Cívicos y Éticos” o incluso en “Educación Artística”. Este hecho invita a la reflexión puesto que el término pensamiento computacional aparece en el currículo indistintamente en unas áreas u otras sin seguir unas pautas o ideas claras sobre por qué se trabaja en ciertas áreas y no en otras. Respecto al área de Educación Física, el PC a través de la robótica tienen una relación directa debido a la necesidad de dominar por parte del alumnado con cierta soltura su lateralidad y orientación en el plano y en el espacio, así como la correcta orientación de sí mismo respecto a otras personas u objetos. Sin embargo, a pesar de esta relación directa, en el gráfico se puede observar que el pensamiento computacional no se menciona en el currículo dentro del área de Educación Física.

No obstante, de manera indirecta, el currículum de Educación Primaria sigue haciendo referencia al pensamiento computacional de una forma más insistente en aquellas áreas relacionadas con las ciencias, como son “Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural” y “Matemáticas”.

En definitiva, en este Trabajo Fin de Grado se plantea una propuesta de innovación con la que se pretende cambiar la realidad educativa a través de un plan estratégico, novedoso y actualizado. Este proyecto de innovación cumple con las características que establecen Garcés et al. (2020, p.29):

- La planificación de las estrategias parte de la investigación de una situación determinada que se desea cambiar, mejorar o potenciar.
- Responde a unos objetivos bien definidos y característicos de los procesos de innovación.
- Busca el logro de metas de mayor ambición que los proyectos de innovación existentes.
- Se utiliza el conocimiento de la teoría científica como punto de partida para la elaboración de la propuesta innovadora.
- La propuesta debe entenderse como un reto para el desarrollo personal, social y profesional, además de como una oportunidad para emprender; siendo un medio para el cambio y no un fin en sí misma.

4. Objetivos del Proyecto de Innovación.

El Proyecto de Innovación que se propone en el presente TFG se articula en torno a unos objetivos de intervención que se desarrollarán mediante las sesiones y actividades planificadas en la propuesta metodológica.

Objetivos generales:

- Elaborar una propuesta de innovación para mejorar la práctica educativa docente y el aprendizaje del alumnado de Educación Primaria en relación al pensamiento computacional.
- Desarrollar una categorización concreta que permita a los docentes estructurar sesiones en las que se pretenda desarrollar el pensamiento computacional a través de la robótica.
- Proporcionar recursos y estrategias didácticas para el profesorado que quiera aplicar dicha propuesta en el aula de Educación Primaria.

Objetivos específicos:

- Fomentar y hacer uso de la robótica como un recurso eficaz y robusto, y no tan solo como un instrumento motivador.
- Desarrollar el pensamiento crítico del alumnado de Educación Primaria.
- Desarrollar el pensamiento lógico-matemático del alumnado de Educación Primaria.
- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.
- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.

5. Propuesta metodológica.

En este apartado se plantea la propuesta de intervención con la que se pretende mejorar la práctica educativa de los docentes y el aprendizaje del alumnado en relación con el pensamiento computacional en un centro educativo público de Educación Infantil y Primaria ubicado en la isla de Tenerife.

En primer lugar conviene aclarar que la implementación de esta propuesta de innovación requiere de la intervención del docente antes de su puesta en práctica ya que se necesita realizar un análisis del nivel inicial que presenta el alumnado en relación con el pensamiento computacional para poder proporcionar un proceso de enseñanza-aprendizaje acorde a sus necesidades y destrezas en ese momento, tal y como expresa Sáenz (2023).

Partiendo de la importancia de conocer el punto de partida de nuestro alumnado, se propone emplear la encuestación como técnica de evaluación diagnóstica pues no solo permitirá conocer sus conocimientos previos, sino que además permitirá adquirir información acerca de sus intereses y motivaciones en relación con el pensamiento computacional y la robótica. Una vez recogidos estos datos, podremos proceder a estructurar las sesiones en función de la información obtenida.

En el caso de este proyecto de innovación los alumnos/as demandaban la necesidad de que las sesiones de robótica fueran más divertidas, puesto que resolver secuencias les resultaba aburrido; otros demandaban utilizar otro tipo de robot, puesto que el Bee-bot les parecía una herramienta muy sencilla; así como otros querían aprender a hacer cosas más difíciles con los robots.

De esta manera, conociendo el punto de partida y las respuestas iniciales del alumnado, se ha orientado esta propuesta de innovación a sus necesidades, al mismo tiempo que se ha intervenido para alcanzar el objetivo propuesto: desarrollar el pensamiento computacional. La puesta en práctica, teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados, ha sido la siguiente:

Primeramente, se proyectó al alumnado una presentación visual (Anexo I) en la que se expuso una serie de contenidos tanto teóricos como prácticos. Por un lado, en cuanto a los contenidos teóricos, se incluyeron aquellos aspectos que el alumnado ya conocía como fase de activación de conocimientos previos. Además, también se incluyó una explicación sobre el concepto de pensamiento computacional, su importancia, cómo se iba a trabajar, ... haciendo énfasis en el desarrollo de la competencia aprender a aprender. A través de esta explicación, se les facilitó una serie de estrategias claves para poder afrontar de manera adecuada las actividades que se realizarían a lo largo de las siguientes sesiones. Asimismo, se les mostró cuatro pilares o elementos fundamentales que se trabajarán y que tienen cierta relación con el pensamiento computacional, como son el *pensamiento crítico*, *el pensamiento lógico matemático*, *la orientación espacial* y *el trabajo en equipo*. Por otro lado, en cuanto a los contenidos prácticos que se expusieron en la presentación, se planteó al alumnado unas preguntas o retos a reflexionar que se resolvieron en gran grupo.

En segundo lugar, se presentó al alumnado el plan de actividades propuesto acorde a su nivel de competencia en pensamiento computacional. Esta propuesta contaba con una serie de actividades que se exponen más adelante, las cuales han sido graduadas en relación a su

dificultad y están centradas en la resolución de secuencias completas que cuentan con diferentes tipos de condicionantes.

Las actividades que se han puesto en práctica en esta propuesta de innovación se han elaborado a partir de la categorización de secuencias que se expone a continuación. Esta categorización, de autoría y elaboración propia, recoge aquellos tipos de secuencias con los que cualquier docente interesado puede elaborar sus propios planes de actividades con los que trabajar el pensamiento computacional en el aula de Educación Primaria a través de la robótica.

En esta categorización podemos observar enunciadas los tipos de secuencias existentes, así como una serie de condicionantes que se pueden aplicar a cada una de esas secuencias para ir añadiendo dificultad. Además, hemos de considerar dos elementos principales como son el tablero que utilizará nuestro robot y el propio robot.

5.1 Categorización de secuencias para trabajar el pensamiento computacional.

5.1.1. Tablero y sus características.

El tablero o tapete es aquello sobre lo que se mueve el robot Bee-bot, es un elemento fundamental para poder llevar a cabo la propuesta pues se necesita que tenga unas características u otras en función del objetivo. El tapete puede tener diferentes tamaños o formas que podemos ir variando a lo largo de las sesiones. A continuación, podemos observar dos tableros diferentes, uno de casillas de 5x5 y otro de 7x5. Incluso, se podrían plantear tableros que no fueran simétricos.

Figura 4.

Tablero 5x5.

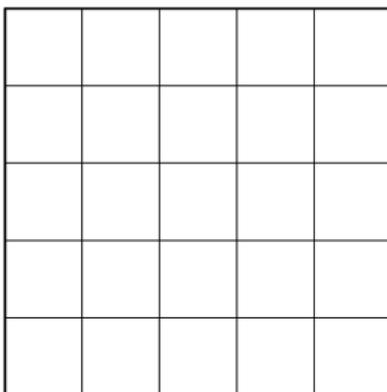
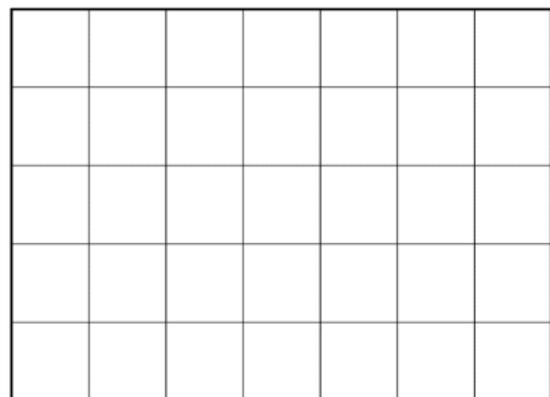


Figura 5.

Tablero 7x5.



5.1.2 Robot y tipos de robots.

En la tabla que se expone a continuación, se muestran, de forma resumida, diferentes tipos de robots con los que se puede poner en práctica esta propuesta de innovación u otras que puedan elaborar aquellos docentes interesados en esta rama. En primer lugar, se encuentra el Bee-bot, que es el robot por excelencia en el aula de Educación Primaria o Infantil, el cual se programa mediante las flechas de su parte superior o, en cursos más avanzados, por bloques utilizando una APP. Este tipo de robot no cuenta con tablero y tiene una peculiaridad, que su desplazamiento lo realiza de 15 en 15 centímetros, por lo que a la hora de elaborar el tablero se tiene que atender a esas medidas concretas.

En segundo lugar, podemos destacar el Robot Mind que se trata de un robot que permite programar por teclas como el Bee-bot, pero que además cuenta con una serie de funciones adicionales muy interesantes para trabajar con el alumnado. Estas funcionalidades son: la posibilidad de programarlo a través de una tablet o dispositivo electrónico, programación por voz o incluso dibujo libre, donde se puede colocar un rotulador sobre el robot y pintar mientras realiza sus movimientos. A diferencia del Bee-bot, el Robot Mind sí cuenta con un tablero específico con el que podemos trabajar sus funcionalidades y su desplazamiento puede ser configurado para moverse libremente o por casillas de distancia variable.

Otra opción interesante para cursos del primer ciclo de Educación Primaria e Infantil es el Robot Mouse, un robot con forma de ratón que es muy similar al Bee-bot pero que, además, sus flechas de dirección destacan por contar con colores concretos que ayudan al alumnado a identificar claramente a qué lado se va a mover. Este robot también cuenta con un tablero de plástico más resistente para su uso con los más pequeños.

Finalmente, mencionamos al Robot Kibo, un robot de madera que se programa por bloques que también son de madera. La principal característica de este robot es que reconoce el código a través de unos códigos de barras contenidos en cada bloque de madera. Además, es un robot que cuenta con múltiples sensores, pero no dispone de un tablero específico.

Tabla 1.*Tipos de robots y características.*

Robot	Ilustración	Programación por flechas de dirección	Tablero	Etapa	Otras funcionalidades
Bee-bot		✓	✗	Infantil / Primaria	- En su versión Bluetooth, programación por bloques con APP.
Robot Mind		✓	✓	Primaria	- Programación con App - Programación avanzada - Programación por voz - Dibujo libre
Robot Mouse		✓	✓	Infantil	✗
Robot Kibo		✗	✗	Infantil / Primaria	- Sensor de sonido - Sensor de distancia - Sensor de luz
Otros	

Nota: Esta tabla muestra los diferentes tipos de robots, el tipo de programación, si tienen o no un tablero, la etapa en la que se pueden utilizar y otras funcionalidades.

El robot es uno de los elementos más importantes a la hora de poner en práctica nuestra propuesta, pues las características propias de cada robot varían y, por lo tanto, hemos de utilizar aquel robot que por sus características nos permita lograr aquellos objetivos que nos hemos propuesto.

5.1.3 Secuencias y sus tipos:

La categorización de secuencias se puede dividir principalmente en los siguientes tipos: completas, incompletas, condicionadas o elaboradas por los alumnos/as.

- **Secuencias completas.**

En primer lugar, las secuencias completas son aquellas que, como su propio nombre indica, están completas, es decir, que disponen de todos los comandos con los que fue programada. De este tipo de secuencia podemos encontrar tres tipos:

- Secuencias completas *reducidas*. Estas son el tipo de secuencias completas más sencillas pues su tamaño es más reducido.
- Secuencias completas *extensas*. Este tipo de secuencias son iguales que las anteriores pero con un mayor tamaño.
- Secuencias completas *desordenadas*. Estas son el tipo de secuencias completas más complejas, pues requiere de mayor destreza a la hora de resolverlas.

- **Secuencias incompletas.**

En segundo lugar, las secuencias incompletas son un tipo de secuencias más complejas que las completas, pues estas se caracterizan por su falta de comandos de programación, algo que denominaremos *incógnitas*. Si en las secuencias completas podíamos observar la totalidad de sus comandos, en este otro tipo de secuencias como son las incompletas nos podemos encontrar con una o varias incógnitas en la secuencia.

- Secuencias incompletas *reducidas*. Este es el tipo de secuencias incompletas más sencillas, puede tener una o más incógnitas.

Figura 6.

Ejemplo de secuencias incompletas reducidas



- Secuencias incompletas extensas. Al igual que ocurre con las anteriores, estas son más completas por su tamaño y también pueden contener una o más incógnitas.

Figura 7.

Ejemplo de secuencias incompletas extensas.



- Secuencias incompletas desordenadas. Este es el tipo de secuencia incompleta más compleja y requiere de un nivel de competencia y destreza mucho mayor para resolverlas.

- **Secuencias condicionadas.**

Las secuencias condicionadas pueden ser tanto completas como incompletas y vienen determinadas por uno o varios condicionantes. Las secuencias condicionadas pueden ser de diferentes tipos:

- Secuencias condicionadas por la casilla de inicio o llegada.

Ejemplo: Indica cuál es la casilla de llegada si "X" es la de salida o indica cuál es la casilla de salida si "X" es la de llegada.

- Secuencias condicionadas por la orientación inicial, final o ambas del robot.

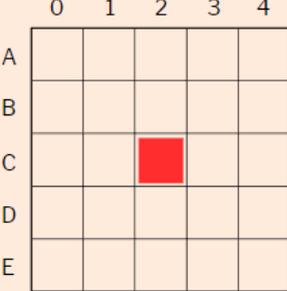
Ejemplo: No es lo mismo realizar la siguiente secuencia: "Adelante, izquierda, adelante, adelante, derecha, adelante" colocando la orientación del *Bee-bot* hacia el frente que hacia atrás o un lado, ya que la casilla de llegada será diferente.

- Secuencias condicionadas por una o varias direcciones de la programación.

Ejemplo: En este tipo de secuencias condicionadas podemos establecer que la secuencia en su totalidad esté condicionada por la inversión o alteración de una de las direcciones de la programación, como puede ser que la izquierda sea la derecha y viceversa; o bien, se puede plantear de otra manera en medio de una secuencia ya dada como veremos a continuación:

Figura 8.

Ejemplo de secuencia condicionada por una o varias direcciones.

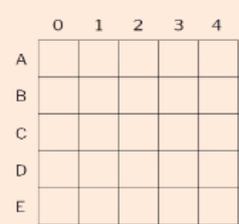
TABLERO	ENUNCIADO ACTIVIDAD
	<p>Resuelve la secuencia indicando cuál es la casilla de llegada teniendo en cuenta las siguientes condicionantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La casilla de salida se sitúa en (C:1) • El Bee-bot se encuentra mirando hacia arriba. 

- Secuencias condicionadas por un número concreto de movimientos

Ejemplo: Se puede dar el condicionante de una secuencia donde se establezca un número fijo, un número mínimo, máximo de movimientos o incluso se puede establecer que el número de veces que es utilizada una dirección concreta de movimiento ha de ser igual en todas y cada una de las direcciones. Es decir, si me muevo dos veces hacia adelante, obligatoriamente he de moverme también dos hacia atrás, dos a la derecha y dos a la izquierda. Veamos un ejemplo:

Figura 9.

Ejemplo de secuencia condicionada por un número concreto de movimientos

TABLERO	ENUNCIADO ACTIVIDAD
	<p>Elabora una secuencia teniendo en cuenta los siguientes condicionantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La casilla de salida se sitúa en (D:0) y la de llegada en (D:2) • El Bee-bot se encuentra mirando hacia abajo. • La secuencia debe contener al menos una vez cada una de las direcciones del Bee-bot. Además, cada comando debe tener el mismo número de movimientos que el resto. Por ejemplo: Si queremos movernos hacia adelante 2 veces, tendremos que movernos 2 veces en el resto de direcciones obligatoriamente.
SOLUCIÓN	
 <p>Se realizan dos movimientos en cada una de las direcciones posibles</p>	

- Secuencias condicionadas por su desplazamiento.

Es común y automático elaborar secuencias que se configuren comando por comando, pero podemos condicionar dicha secuencia indicando que el robot en lugar de moverse de uno en uno, se mueva de dos en dos casillas.

- **Secuencias elaboradas por el alumnado.**

Este tipo de secuencias son las que elabora el propio alumnado. Para ello, el docente le facilita una serie de condiciones según el objetivo del reto o la actividad, y seguidamente, el alumno deberá elaborar su propia secuencia atendiendo y respetando dichos condicionantes para resolverla adecuadamente.

5.2 Actividades.

La propuesta de actividades de este proyecto de innovación se ha implementado con el alumnado de 5º de Educación Primaria del CEIP Fernando III El Santo en un total de 6 sesiones de 55 minutos cada una.

Estas actividades se han elaborado teniendo en cuenta los objetivos generales y específicos del presente proyecto, han sido graduadas según el nivel de dificultad y están centradas en la resolución de secuencias completas que cuentan con diferentes tipos de condicionantes.

Las distintas actividades se han agrupado en un plan que se estructura en dos partes diferenciadas. En cada parte se plantearon cuatro actividades que el alumnado, en pequeños grupos, debía ir respondiendo. Para ello, se entregaron impresas las distintas actividades donde los alumnos/as disponían de un recuadro a la derecha para escribir la solución, indicando con coordenadas la casilla correcta. En aquellas actividades donde el espacio era insuficiente, se facilitó al alumnado una hoja adicional para escribir libremente su respuesta.

A continuación, se muestra el tablero de la primera parte del plan de actividades, así como se detallan las distintas actividades que conforman esta primera parte del plan.

Tabla 2.

Tabla de actividades parte 1.

Parte 1. Tablero					
	0	1	2	3	4
A					
B					
C					
D					
E					

Parte 1. Actividad 1
Título actividad: Secuencias completas y condicionadas
Objetivo general: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollar el pensamiento computacional Objetivo específico: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.
Descripción: <p>Resuelve la secuencia indicando cuál es la casilla de llegada teniendo en cuenta las siguientes condicionantes.</p> <ul style="list-style-type: none">• La casilla de salida se sitúa en (C:1)• El Bee-bot se encuentra mirando hacia arriba. <div style="text-align: center;"></div>
Desarrollo: <p>Esta primera actividad del plan se trata de una actividad sencilla, donde se utiliza una secuencia similar a lo que el alumnado ha trabajado en el aula hasta ahora. Para ello, se utiliza el verbo “resuelve” y una condición en cuanto a la posición inicial del Bee-bot. Con esta actividad, se trabaja principalmente la orientación espacial del alumnado puesto que han de prestar atención a cómo van a orientar el tablero y el Bee-bot, ya que habrá alumnos que verán el robot moverse de frente pero otros lo verán desde el lado opuesto o el lateral.</p>

Parte 1. Actividad 2
Título actividad: Secuencias completas y condicionadas
Objetivo general: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollar el pensamiento computacional Objetivo específico: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.- Desarrollar el pensamiento crítico.

- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.

Descripción:

Resuelve la secuencia indicando cuál es la casilla de llegada teniendo en cuenta los siguientes condicionantes.

- La casilla de salida se sitúa en (D:3)
- El Bee-bot se encuentra mirando hacia la izquierda



Desarrollo:

Esta segunda actividad del plan presenta una particularidad definida deliberadamente con el objetivo de poder fomentar el pensamiento crítico del alumnado. Esta particularidad tiene que ver con el resultado de la secuencia, pues en este caso, no existe una “solución” como tal. No obstante, esto permite a los alumnos afianzar la idea de que no siempre todos los problemas tienen solución o que incluso un mismo problema puede tener una o varias soluciones. Esto fue algo que se comentó en sesiones anteriores como aspecto a tener en cuenta y que les sirve para reflexionar de cara a futuros problemas con los que se pueden encontrar en otras áreas o incluso en su vida cotidiana. En esta actividad, comenzaron los debates y discusiones del grupo, así que también se fomentó el trabajo en grupo y cómo se podían solventar dichos problemas.

Parte 1. Actividad 3

Título actividad: Secuencias completas y condicionadas

Objetivo general:

- Desarrollar el pensamiento computacional

Objetivo específico:

- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.
- Desarrollar el pensamiento crítico.
- Desarrollar el pensamiento lógico matemático.
- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.

Descripción:

Resuelve la secuencia indicando cuál es la casilla de llegada teniendo en cuenta los siguientes condicionantes.

- La casilla de salida se sitúa en (E:2)
- El Bee-bot se encuentra mirando hacia abajo
- ¡Ojo! Al pasar por la casilla roja, **las direcciones** (izquierda y derecha) **se invierten** durante el resto de la secuencia.



Desarrollo:

Esta tercera actividad presenta al alumnado otra secuencia con una serie de condicionantes de mayor grado de dificultad. Esta vez ya es necesario un razonamiento mayor y han de poner en práctica el pensamiento lógico-matemático, ya que una de las condiciones que presenta el problema les hará pensar con minuciosidad, pues al pasar por la casilla roja que les presenta el enunciado, las direcciones “derecha e izquierda” se invierten.

Parte 1: Actividad 4

Título actividad: Secuencias completas y condicionadas

Objetivo general:

- Desarrollar el pensamiento computacional

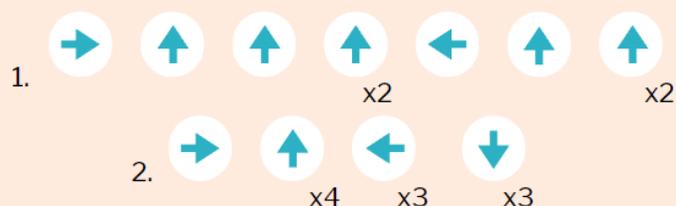
Objetivo específico:

- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.
- Desarrollar el pensamiento crítico.
- Desarrollar el pensamiento lógico matemático.
- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.

Descripción:

Observamos las secuencias atendiendo a los condicionantes y responde a las siguientes preguntas:

- La casilla de salida es (A:0) y la de llegada (E:3)
- El Bee-bot se encuentra mirando hacia la derecha.
- *¿Las secuencias cumplen los condicionantes? ¿Por qué?*
- *¿Cuál de las secuencias es **más eficiente**? ¿Por qué?*
- ***Elabora** cuál sería la secuencia **más eficiente** para este caso.*



Desarrollo:

En esta cuarta y última actividad de la primera parte del plan los alumnos/as contarán con una variante que la gran mayoría de grupos cometieron el error de saltarse. Hasta el momento, el verbo utilizado para enunciar las actividades había sido “resuelve” pero, en este caso, era “observa”. De modo que el alumnado debía observar las secuencias planteadas y responder a una serie de preguntas. Siendo este el segundo problema que nos encontramos puesto que únicamente dos grupos respondieron a dichas preguntas.

A continuación, se mostrará el tablero correspondiente a la segunda parte del plan de actividades, así como se detallan las distintas actividades que conforman esta segunda parte del plan, en las cuales la dificultad aumenta considerablemente.

Tabla 3.

Tabla de actividades parte 2.

Parte 2. Tablero					
	0	1	2	3	4
A					
B					
C					
D					
E					

Parte 2. Actividad 1.
Título actividad: Secuencias completas y condicionadas
Objetivo general: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollar el pensamiento computacional Objetivo específico: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.- Desarrollar el pensamiento crítico.- Desarrollar el pensamiento lógico matemático.- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.
Descripción: <p>Ordena correctamente la siguiente secuencia para conseguir llegar hasta la casilla de llegada teniendo en cuenta las siguientes condicionantes.</p> <ul style="list-style-type: none">• La casilla de salida se sitúa en (4:A) y la de llegada (2:D)• El Bee-bot se encuentra mirando hacia la derecha. <p style="text-align: center;"></p>
Desarrollo: <p>Esta primera actividad vuelve a tener una variante no mostrada hasta el momento en otras actividades, donde se ha modificado nuevamente el verbo por “ordena”. En este caso, el alumnado debía ordenar la secuencia, aunque la gran mayoría de grupos se limitaron a reproducir la secuencia observada.</p>

Parte 2. Actividad 2.

Título actividad: Secuencias completas y condicionadas

Objetivo general:

- Desarrollar el pensamiento computacional

Objetivo específico:

- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.
- Desarrollar el pensamiento crítico.
- Desarrollar el pensamiento lógico matemático.
- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.

Descripción:

Elabora una secuencia teniendo en cuenta los siguientes condicionantes:

- La casilla de salida se sitúa en (D:0) y la de llegada en (D:2)
- El Bee-bot se encuentra mirando hacia abajo.
- La secuencia debe contener al menos una vez cada una de las direcciones del Bee-bot. Además, cada comando debe tener el mismo número de movimientos que el resto. Por ejemplo: Si queremos movernos hacia adelante 2 veces, tendremos que movernos 2 veces en el resto de direcciones obligatoriamente.

Desarrollo:

Esta segunda actividad se plantea creando nuevamente incertidumbre en el alumnado. Se trata de una secuencia donde se vuelve a modificar el verbo por “elabora”. En este caso, el alumnado es quien debe elaborar la secuencia atendiendo a una serie de condicionantes. Uno de estos condicionantes les indica concretamente que la secuencia que han de elaborar debe incluir todos y cada uno de los movimientos disponibles del Bee-bot y que, además, el número de veces que sea utilizado uno de los movimientos debe ser igual en el resto de movimientos. Es decir, que si utilizan 5 movimientos hacia adelante, obligatoriamente deben utilizar 5 movimientos a la derecha, a la izquierda y hacia atrás.

Parte 2. Actividad 3.

Título actividad: Secuencias completas y condicionadas

Objetivo general:

- Desarrollar el pensamiento computacional

Objetivo específico:

- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.
- Desarrollar el pensamiento crítico.
- Desarrollar el pensamiento lógico matemático.
- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.

Descripción:

Averigua los valores de las siguientes figuras geométricas para formar una secuencia que cumpla con los siguientes condicionantes:

- La casilla de salida se sitúa en (B:1) y la de llegada en (E:3)
- El Bee-bot se encuentra mirando hacia arriba y tiene que acabar mirando hacia arriba.



Desarrollo:

Esta tercera actividad, posiblemente sea una de las que más controversia generó entre los grupos de alumnos/as. Se trata de una actividad donde salieron a relucir algunos alumnos que a través de las estrategias previamente planteadas lograron descifrar con mayor soltura qué dirección escondía cada figura geométrica. Esta actividad tenía como variante principal que la secuencia ya no era planteada como una sucesión de direcciones, sino que las direcciones estaban ocultas tras una figura geométrica que el alumnado tenía que descubrir para cumplir con los condicionantes que se les plantearon.

Parte 2. Actividad 4.

Título actividad: Secuencias completas y condicionadas

Objetivo general:

- Desarrollar el pensamiento computacional

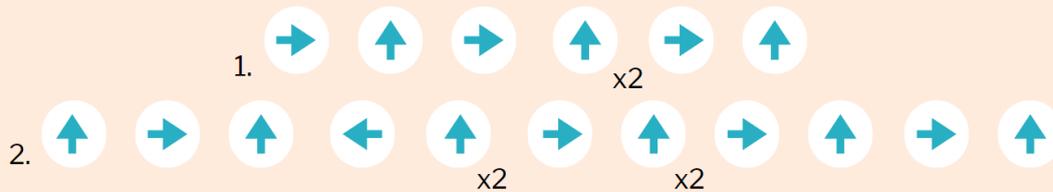
Objetivo específico:

- Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.
- Desarrollar el pensamiento crítico.
- Desarrollar el pensamiento lógico matemático.
- Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.

Descripción:

Averigua cuál es la casilla de salida de las siguientes secuencias teniendo en cuenta los siguientes condicionantes:

- La casilla de llegada es (C:3) para ambas pero no sabemos la de salida.
- El Bee-bot llega al final y se queda mirando hacia la izquierda en ambas secuencias.



Desarrollo:

Esta cuarta y última actividad del plan, rompe con las pautas marcadas hasta ahora y aumenta su dificultad hasta el punto en el que ningún grupo consiguió resolver del todo. Se trata de una actividad donde se plantean dos secuencias, una más sencilla que les permite afianzar la estrategia que se pretende que utilicen (pensamiento invertido) y otra un poco más compleja donde tienen que prestar mucha atención puesto que requiere de una elevada concentración. La dificultad principal de esta actividad viene marcada por el desconocimiento de la casilla de partida, pero sí que se nos facilita la de llegada.

5.3. Recursos materiales y espacios.

Los principales recursos materiales que se utilizaron para desarrollar las actividades de este proyecto de innovación fueron los robots Bee-bot y sus correspondientes tableros. Concretamente, fue necesario disponer de al menos un Bee-bot por grupo de alumnos/as, para que cada grupo tuviera la posibilidad de usarlo cuando lo requiriera. De lo contrario, si sólo se dispusiera de un robot en el aula sería muy probable que varios grupos de alumnos/as lo necesitaran al mismo tiempo, imposibilitando la comprobación de las diferentes hipótesis que se elaboran para cada actividad, perdiendo así el hilo de ellas.

Atendiendo al coste del material utilizado, se debe tener en cuenta que el precio de un robot Bee-bot en su página oficial “ro-robotica.com” es de 71,20€, aunque se necesitaría pedirlo fuera de nuestra Comunidad Autónoma. No obstante, en el caso de la Comunidad Autónoma de Canarias existen otras alternativas como son las jugueterías Lifer, las cuales también disponen de este robot a la venta, aunque a un precio un poco más elevado (92€ aproximadamente).

Por otro lado, necesitamos disponer de un tablero para utilizar el Bee-bot, pues este robot no tiene ningún tablero original, sino que habría que elaborarlo teniendo en cuenta nuestras necesidades y el uso que vayamos a darle a dicho robot. El tablero se puede crear utilizando un mantel o un trozo de tela monocolor y hacer manualmente las líneas sobre él, respetando la distancia de desplazamiento del Bee-bot.

Además de los materiales mencionados, es preciso tener en consideración el uso de otros materiales fungibles como el lápiz y goma, así como la plantilla de actividades impresa y el uso de un cuaderno para realizar los posibles esquemas o plasmar los razonamientos e hipótesis del alumnado durante el proceso.

Finalmente, se destaca que el espacio empleado para el desarrollo de esta propuesta ha sido el aula de robótica del centro, un aula con amplitud de espacio para facilitar que el alumnado se pueda distribuir en pequeños grupos y sentarse en el suelo. En el aula se distribuyeron tantos tapetes como grupos de alumnos/as había y se colocaron en el suelo para que el alumnado pudiera trabajar con ellos en pequeños grupos.

5.4. Temporalización.

La temporalización para una propuesta de intervención como esta ha de ser concretada al inicio del curso junto a los tutores de los grupos en los que se vaya a implementar, con el fin de graduar las distintas actividades y organizar las sesiones.

De modo específico, se recomienda llevar a cabo al menos 2 sesiones a la semana para que el alumnado pueda ir conociendo, adquiriendo e integrando aquellos elementos que se van a trabajar en relación al pensamiento computacional a través de la robótica. Desarrollando 2 sesiones a la semana el docente podrá observar la evolución del alumnado y las destrezas que van adquiriendo con el tiempo, así como ir adaptando las distintas actividades o realizar un repaso de aquellos elementos que se necesiten reforzar. Además, es importante que una propuesta como esta se realice durante al menos 1 o 2 meses para poder observar el avance del alumnado, la mejoría en el desarrollo del pensamiento computacional y cómo lo aprendido lo aplican a otras áreas.

Si el desarrollo de las sesiones no presenta inconvenientes y el alumnado avanza progresivamente, se pueden llevar a cabo proyectos que permitan al alumnado profundizar en el ámbito de la robótica, iniciándose en otros aspectos más complejos como la programación por bloques, Scratch o incluso en la construcción de sus propios robots con Arduino.

Esta propuesta se ejecuta durante las sesiones destinadas al proyecto de “robótica” que lleva a cabo el centro

En el caso de este proyecto de innovación, la propuesta de actividades se llevó a cabo durante el mes de mayo en un total de 6 sesiones de 55 minutos cada una. Estas sesiones correspondían al proyecto de “robótica” que se implementaba en el centro y, teniendo en cuenta que esta propuesta de innovación se llevó a cabo durante el periodo de prácticas de la Mención en Innovación e Investigación Curricular del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de La Laguna, el tiempo que se disponía era limitado y, por ello, la temporalización fue la siguiente:

Tabla 4.

Temporalización de la puesta en práctica.

Abril - Mayo						
22 abril	23 abril	24 abril	25 abril	26 abril	27 abril	28 abril
Sesión 1: Cuestionario				Sesión 2: Clase teórica (Presentación visual)		
29 abril	30 abril	1 mayo	2 mayo	3 mayo	4 mayo	5 mayo
	Sesión 3: Práctica			Sesión 4: Práctica		
6 mayo	7 mayo	8 mayo	9 mayo	10 mayo	11 mayo	12 mayo
Sesión 5: Práctica	Sesión 6: Práctica					

Nota: En este calendario se puede observar cómo se distribuyeron las sesiones de clase durante la intervención.

6. Propuesta de evaluación del proyecto.

La evaluación en el marco curricular de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias todavía crea controversia entre docentes interesados en implementar actividades relacionadas con el pensamiento computacional en el aula y cómo evaluarlas, pues no existen, al menos en el marco curricular mencionado, herramientas de evaluación que permitan evaluar al alumnado en este contexto. “Hay un enorme vacío sobre cómo medir y evaluar el PC, hecho que debe ser abordado. Y es que sin la atención suficiente sobre la medida y evaluación del PC, será muy difícil que este se abra camino exitosamente en cualquier currículum” (Román, 2015, p.4).

En esta línea, otros autores como Grover y Pea (2013) indican que si no se presta atención a la evaluación, el pensamiento computacional puede tener pocas esperanzas de tener éxito en cualquier plan de estudios o currículo. Además, para juzgar la eficacia de cualquier currículum que incluya el concepto de PC se necesitan instrumentos que permitan a los docentes evaluar lo que el niño/a ha aprendido.

La evaluación cobró una gran importancia en el desarrollo de este proyecto de intervención ya que nos ha permitido obtener información del proceso de enseñanza-aprendizaje y valorar si nuestro alumnado ha adquirido las competencias y objetivos planteados en un inicio.

Para ello, la evaluación se llevó a cabo durante todo el desarrollo del proyecto, destacando tres momentos en su aplicación: inicial, continua y final. La evaluación inicial se realizó antes de comenzar el proyecto para conocer los conocimientos previos del alumnado, el potencial o dificultades de partida, así como sus principales intereses y motivaciones. Para desarrollar la evaluación inicial, se ha empleado como herramienta de evaluación el cuestionario y como técnica de evaluación la encuestación.

Posteriormente, durante la implementación del proyecto, se llevó a cabo una evaluación continua del progreso de nuestro alumnado a lo largo de las sesiones, empleando como técnica de evaluación la observación sistemática y utilizando como herramienta de evaluación el diario del docente (Anexo II). En este diario se recogieron los aspectos más importantes que se observaron a lo largo de las sesiones, incluyendo una valoración personal sobre la calidad de la propia propuesta, una valoración de la participación y cooperación del alumnado, información sobre el rol docente, una valoración general de la sesión, así como algunas anotaciones de cada grupo de alumnos/as.

Finalmente, se llevó a cabo una evaluación final para valorar el nivel de consecución de los objetivos y de las competencias en el alumnado. Para ello, se utilizó como instrumento de evaluación el plan de actividades que disponía cada grupo de alumnos/as. En este plan de actividades el alumnado debía ir indicando cada una de las soluciones y sus propias reflexiones o esquemas en caso de que los tuvieran.

6.1. Criterios e indicadores de evaluación.

Los criterios e indicadores de evaluación que se desarrollan en esta propuesta de innovación se centran principalmente en el desarrollo del pensamiento computacional. No obstante, como se ha reflejado a lo largo de esta propuesta de innovación, el desarrollo del pensamiento computacional a través de la robótica implica también el desarrollo de otras habilidades como son la orientación espacial, el trabajo en equipo, el pensamiento lógico-matemático, etc. Por tanto, se han abordado criterios y competencias asociados a diversas áreas.

De modo específico, en esta propuesta de innovación se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de evaluación del área de Matemáticas relacionados con el pensamiento computacional que se exponen en el DECRETO 211/2022, de 10 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias:

Tabla 5.*Fundamentación curricular*

Área:	Matemáticas
Competencia específica:	4. Utilizar el pensamiento computacional, organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, generalizando e interpretando, modificando y creando algoritmos de forma guiada, para modelizar y automatizar situaciones de la vida cotidiana.
Criterios de evaluación:	4.1. Modelizar rutinas en contextos diversos, identificando patrones a partir de regularidades, utilizando secuencias numéricas, geométricas o gráficas; hacer predicciones razonadas comprobando la validez de las mismas; y crear algoritmos sencillos. 4.2. Resolver problemas y realizar pequeñas investigaciones, utilizando las herramientas adecuadas, entre ellas las tecnológicas.
Saberes básicos:	IV - Sentido algebraico <ol style="list-style-type: none"> 1. Pensamiento computacional. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Modificación y creación de algoritmos sencillos (secuencias de pasos ordenados, esquemas, simulaciones, patrones repetitivos, bucles, instrucciones anidadas y condicionales, programación por bloques, robótica educativa, etc.) haciendo uso de recursos tecnológicos. 1.2. Resolución de retos con actividades desenchufadas y aplicaciones informáticas para el desarrollo del pensamiento computacional.

A continuación, se muestra un ejemplo de herramienta de evaluación donde se pueden observar una serie de indicadores de evaluación con los que podemos evaluar las actividades planteadas en esta propuesta de innovación.

Tabla 6.*Escala de valoración.*

Indicadores de evaluación	Siempre	Muchas veces	Pocas veces	Nunca
El grupo de trabajo es capaz de hacer predicciones razonadas sobre las actividades, comprobando la validez de las mismas.				
El grupo de trabajo es capaz de crear por sí mismos, secuencias de programación sencillas acorde a los condicionantes dados.				
El grupo de trabajo es capaz de resolver problemas o retos aplicando las estrategias correctas.				
El grupo es capaz de aportar una solución consensuada entre ellos sin generar conflictos.				
El grupo es capaz de proporcionar por escrito o verbalmente razonamientos críticos o lógico matemáticos que respondan a los requisitos de cada actividad.				

7. Resultados.

Los resultados obtenidos después de una intervención estructurada y graduada en función de su dificultad para el alumnado de 5º de Primaria fue un éxito en cuanto a los resultados obtenidos. Las actividades planteadas supusieron un reto y un extra de motivación para el alumnado que se mostró interesado en la realización de dichas actividades desde su comienzo. En el aula se constituyeron, por elección docente, 5 grupos de 5 alumnos en cada uno, no obstante, en este caso solo se hará referencia únicamente a dos de los grupos constituidos en el aula para tener una visión más clara y concreta de los resultados.

Es por ello que para realizar el análisis y valoración de los resultados se han seleccionado dos grupos de clase para realizar el muestreo: un primer grupo (al que denominaremos grupo 1) que consiguió responder a casi todas las actividades a lo largo de las 6 sesiones de clase con cierta fluidez y autonomía, aunque con la presencia de algunos errores; y un segundo grupo (lo denominaremos grupo 2) que consiguió resolver solo algunas de las actividades planteadas, mostrando ciertas dificultades.

En líneas generales, la comparación de ambos casos invita a reflexionar sobre el resultado final de la propuesta. Se realizará una valoración objetiva, basándonos en las respuestas aportadas por los alumnos/as de aquellas actividades con mayor relevancia, y una valoración subjetiva, basada en la observación y experiencia en el aula.

Atendiendo a las respuestas del alumnado en las actividades, se destaca que en la segunda actividad de la parte 1 se observan diferencias notables entre ambos grupos. El grupo 1 aporta la siguiente solución: “No tiene casilla, se va del tapete”, argumentando verbalmente que no tiene solución posible con los condicionantes de la actividad. Mientras que el grupo 2, responde “Está mal” a la propia actividad, pudiendo observarse que el alumnado no es capaz de razonar que los problemas pueden o no tener solución, indicando así que el problema planteado por el docente está mal planteado. Seguidamente, otra de las actividades en la que se observa una diferencia de razonamiento entre ambos grupos es la actividad número 3 de la parte 2, concretamente la actividad donde el alumnado debe aplicar estrategias previamente explicadas en el aula para averiguar qué movimiento se oculta tras las diferentes figuras geométricas (Anexo III). En esta actividad, la principal diferencia entre un grupo y otro fue la capacidad que tuvo el grupo 1 para aplicar las estrategias y conseguir descifrar la solución, mientras que el grupo 2 lo intentó por ensayo-error, llegando a necesitar una sesión más de clase para poder acercarse a la solución, donde el docente tuvo que intervenir para

proporcionarles una serie de pautas que les ayudara a continuar. Por lo tanto, podemos destacar la importancia de que el alumnado tenga un conocimiento y comprensión de las estrategias para que puedan ser capaces de resolver este tipo de problemas, entendiendo el por qué de su aplicación y logrando alcanzar la solución de manera efectiva. Además, se pudo analizar como la puesta en práctica de secuencias más complejas que las que habían trabajado anteriormente, provocaba en el alumnado un aumento en el interés y motivación a la hora de realizar las actividades. Asimismo, el rol de guía por parte del docente, interviniendo en casos concretos, aumentó satisfactoriamente el grado de cohesión y trabajo cooperativo del alumnado para conseguir sus objetivos, donde también se observó cómo alumnos con mayores dificultades de reflexión eran capaces de participar y desarrollar las actividades con la ayuda y cooperación de sus compañeros. Estos fueron los resultados más relevantes en las soluciones del alumnado en las actividades.

Por otro lado, teniendo en cuenta la observación y experiencia en el aula, podemos destacar que se ha observado una mejora notable en el desarrollo del pensamiento computacional del alumnado de 5º de Educación Primaria del CEIP Fernando III El Santo, datos fiablemente extraídos de la evaluación realizada a lo largo de las sesiones. Comparando los resultados y el nivel de dificultad de las actividades realizadas con anterioridad a esta intervención, donde principalmente se trabajaban secuencias simples de manera automática, el alumnado tras la intervención ha demostrado la capacidad de llevar a cabo razonamientos de mayor complejidad mediante actividades que les suponen un extra de motivación. Además, ante enunciados más complejos se ha evidenciado una mejora en la capacidad de abstracción del alumnado a la hora de atender a los los elementos más relevantes del enunciado, siendo capaces de abstraerse para lograr sus resultados.

8. Conclusiones.

La demanda actual del desarrollo de competencias como el pensamiento computacional desde edades tempranas y la importancia que tiene para que el alumnado entienda el mundo que les rodea ha sido mi principal fuente de inspiración para llevar a cabo este Trabajo de Fin de Grado. Además, el desarrollo del pensamiento computacional en concordancia con la robótica, hace que esta propuesta de innovación se plantee como una gran oportunidad para aquellos docentes que quieran trabajar en sus aulas estos conceptos y no tengan los recursos necesarios para llevarlo a cabo. Por ello, se ha logrado la consecución de los objetivos planteados en esta propuesta, entre ellos: **“desarrollar una categorización concreta que**

permita a los docentes estructurar sesiones en las que se pretenda desarrollar el pensamiento computacional a través de la robótica". Además de esto, se crean recursos didácticos para el profesorado que quiera aplicar dicha propuesta en el aula de Educación Primaria.

De esta manera, estamos ante un **proyecto de innovación educativa** que se plantea como consecuencia de la escasez de recursos y elementos metodológicos que existen en la actualidad sobre el pensamiento computacional a través de la robótica.

En cuanto a los resultados obtenidos, se destaca que se han logrado desarrollar los objetivos principales de esta propuesta de innovación:

1. Fomentar y hacer uso de la robótica como un recurso eficaz y robusto, y no tan solo como un instrumento motivador.

Este objetivo se ha logrado gracias a la elaboración de actividades donde se emplea como instrumento principal el Bee-bot, permitiendo al alumnado corroborar y valorar *in situ* las soluciones pertinentes.

2. Desarrollar el pensamiento crítico del alumnado de Educación Primaria.

El desarrollo del pensamiento crítico se consiguió a través de las diferentes propuestas de actividades y la organización de los grupos para su realización. El pensamiento crítico lo adquieren los alumnos/as gracias a la capacidad de poder analizar junto a sus compañeros/as las hipótesis aportadas, así como también desarrollar la propia capacidad de dudar de ciertas afirmaciones sobre problemas matemáticos u otros problemas de la vida cotidiana, presentándoles retos donde no siempre existe solución, o existe más de una solución posible, brindándoles la oportunidad de desenvolverse eficazmente en otros ámbitos de la vida.

3. Desarrollar el pensamiento lógico-matemático del alumnado de Educación Primaria.

El pensamiento lógico-matemático era otra de las competencias a desarrollar por nuestro alumnado. Esta competencia se encontraba de manera general en todas las actividades propuestas donde el alumnado pudo observar relaciones entre diferentes elementos.

4. Desarrollar la orientación espacial del alumnado de Educación Primaria.

El desarrollo de la orientación espacial era otra de las competencias que se encontraban presentes en todas y cada una de las actividades, puesto que el alumnado debía orientarse en

relación al tablero, a sus compañeros/as situados frente a ellos e incluso a la propia orientación del Bee-bot.

5. Mejorar las habilidades de trabajo en equipo.

Finalmente, otro de los objetivos pretendidos y conseguidos en esta propuesta fue mejorar el trabajo en equipo de los alumnos/as. El trabajo en equipo parece ser una habilidad que ha de venir innata en el alumnado pero lo cierto es que deben entrenar y aprender a trabajar en equipo. Por ello, en esta ocasión el docente interviene en aquellos casos donde surgen conflictos en el equipo para que, a través de una serie de preguntas, razonen y solucionen el problema entre iguales. De esta forma, el alumnado desarrolla su autonomía y capacidad de reflexionar junto a sus compañeros/as la posibilidad de lograr llegar a un acuerdo que beneficie al grupo y no a la individualidad.

9. Propuestas de mejora.

Como propuesta de mejora para este proyecto de innovación se considera relevante que la temporalización de la puesta en práctica sea mayor, desarrollando más sesiones durante uno o varios trimestres. De esta manera, se garantiza una mejor intervención, mejores resultados en el progreso y evolución del alumnado, así como la consecución de los objetivos planteados. Por otra parte, también se considera relevante destacar la posibilidad de que intervengan dos docentes, ya que de esta forma se puede trabajar con grupos más reducidos de alumnos/as y prestar mayor atención a ciertos detalles que proporcionen información de calidad para la evaluación del alumnado, así como poder atender a las necesidades y dificultades de cada grupo de manera más personalizada.

10. Bibliografía

Adell, J., Llopis, M. Á., Esteve, F. M. y Valdeolivas, M. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 22, núm. 1, p. 171-186. <https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/189983>

Amaru, G. M. M., Lidia, R. V. S., Alberto, R. L. R., & Fernando, G. M. G. (2020). Tecnología en el proceso educativo: nuevos escenarios. *Revista Venezolana de Gerencia*, Vol. 25 (Nº. 92), 1809- 1823. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890359>

Balladares, J.A., Avilés. M.R. y Pérez, H.O. (2016). Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: retos para la educación contemporánea. *Sophia, colección de Filosofía de la Educación*, 21(1), 143-159. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5973042>

Carbonell, J (22 de mayo de 2017). “Meter más tecnología en las aulas no es de por sí innovador”. Universidad de La Laguna. Noticias. Recuperado de <https://www.ull.es/portal/noticias/2017/jaume-carbonell-ull/>

DECRETO 211/2022, de 10 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias. (Boletín Oficial de Canarias nº231, 23 de noviembre de 2022).

<https://www.gobiernodecanarias.org/boc/2022/231/001.html>

Garcés, Y., Ceballos, E., González, M., Souto, R., Álvarez, Y., Ruíz, Z., Suárez, A., Tacoronte, M.J., García, E., Castro, F. y San Nicolás, M.B. (2020). Guía para el alumnado Asesoramiento para elaborar Trabajos de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

<https://drive.google.com/file/d/1jovX-A1OL0IqrZ-EFgg0IFPjRvUzgVg/view>

Gobierno de Canarias. (2022). *Kit de Pedagogía y TIC*. Pensamiento computacional <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/pedagogic/pensamiento-computacional/>

Gros, B. y Lara, P. (2009). Estrategias de innovación en la educación superior: el caso de la Universitat Oberta de Catalunya. *Revista Iberoamericana de Educación*, Vol. 49, 223-245. <https://doi.org/10.35362/rie490681>

Grover, S y Pea, R. (2013) Computational Thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, Vol. 42 (nº1), 38-43
<https://doi.org/10.3102/0013189x12463051>

Martínez, E (2021) ¿Qué es la innovación educativa? *Innovación Educativa*. 3-6. Recuperado de https://www.ipn.mx/assets/files/dfie/docs/slider/revista_innovacion.pdf

Real Academia Española (2001). Innovación. En *Diccionario de la lengua española (23a ed.)*. Recuperado de <https://www.rae.es/drae2001/innovaci%C3%B3n>

Rojas, L (2016). Gerencia estratégica de la innovación tecnológica en el proceso de vinculación Universidad Entorno Social. *Revista de la Universidad del Zulia*, Vol. 7 (Nº. 19), 65- 79. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rluz/article/view/29905>

Román, M., (2015) Test de pensamiento computacional: principios de diseño, validación de contenido y análisis de ítems. *Perspectivas y avances de la investigación: I Jornada de Doctorandos, Madrid, 8 de mayo de 2015*. UNED-Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2015. p. 291-314. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Roman-Gonzalez/publication/288341872>

Ruiz, C. y Cabrera, P (2020). La innovación educativa en América Latina: lineamientos para la formulación de políticas públicas. *Innovaciones Educativas*, Vol. 22 (Nº. 32), 199-212. <https://doi.org/10.22458/ie.v22i32.2828>

Sáenz de Cabezón, E. (2023) *Invitación Al Aprendizaje: La alegría de aprender durante toda la vida*. Barcelona: Somos B.

Terán, A (2019). Ciberadicciones. Adicción a las nuevas tecnologías (NTIC). *AEPap (ed.)*. *Congreso de Actualización Pediatría 2019*. Madrid: Lúa Ediciones 3.0, 131-141. https://www.aepap.org/sites/default/files/pags._131-142_ciberadicciones.pdf

Valenzuela, A. G., Ruiz, M. E. y Peña, M.A. (2016). Innovación y práctica docente : mirada de los protagonistas. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, Vol. 3 (Nº5), 1-14. <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/443>

Valverde, J., Fernández, M. R., y Garrido, M. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, (46). Recuperado de: <https://revistas.um.es/red/article/view/240311>

Wing, J, W (2006) Computational Thinking. *Communications of the ACM*, Vol. 49 (N°3), 33-35. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1118178.1118215>

11. Anexos

Anexo I: Presentación visual para el alumnado.



Enlace de visualización:

<https://drive.google.com/file/d/10GUCcWSV1mNa37hM0omQKka7rVhFDYD8/view?usp=sharing>

Anexo II: Diario del docente

Fecha: _____

Diario del docente

La sesión fue: Mala Regular Buena Muy buena

Organización de la sesión: Gran grupo Pequeño grupo Parejas Individual

En relación a lo aprendido	SI	No	Docente	SI	No			
¿El tiempo para las actividades fue el suficiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Mi forma de intervenir fue adecuada? ¿En qué se centró?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
¿Las actividades le generaron muchas dificultades a los alumnos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Mis explicaciones fueron claras y concisas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
¿El material aportado era del interés del alumnado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Tuve que parar la clase por algún conflicto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Alumnos			<p style="text-align: center;">Grupos</p> <p>Grupo 1:</p> <p>Grupo 2:</p> <p>Grupo 3:</p> <p>Grupo 4:</p> <p>Grupo 5:</p>					
¿Se involucraron en las actividades?	Mucho <input type="radio"/>	Bastante <input type="radio"/>				¿Favorecí la actividad a mis alumnos cuando me preguntaban sobre alguna actividad a través de la formulación de preguntas sin darles la respuesta para fomentar su pensamiento crítico?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Estaban motivados durante la sesión?	Mucho <input type="radio"/>	Bastante <input type="radio"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cuál fue la actitud durante la sesión?	Participativa <input type="radio"/>	Buena <input type="radio"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Realizaron interrupciones que disrumpieran la sesión?	Si <input type="radio"/>	No <input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Reflexiones:
¿Puedo mejorar algo para mi próxima sesión?

Enlace de visualización:

https://drive.google.com/file/d/1tgo4v_OX1RVTIawOOnOo9fSV3ojcNanI/view?usp=sharing

ANEXO III: Categorización pensamiento computacional



Enlace de visualización:

https://drive.google.com/file/d/1SHznxx3rbXA43FEQirfTpy-Fu_4-w7Nd/view?usp=sharing