



Programación Pensamiento Computacional y Robótica Educativa

CEIP SAN BARTOLOMÉ (MAIRENA DEL ALCOR)

1. Introducción y justificación

Nuestra sociedad ha experimentado un cambio vertiginoso en los últimos años debido a la irrupción de la automatización, la robótica y la inteligencia artificial. Estas innovaciones tecnológicas han transformado por completo la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos, y la educación no ha sido una excepción. Por ello, el aula se ha convertido en un espacio en el que la interacción entre humanos y máquinas es cada vez más evidente, sin duda, un nuevo panorama que nos desafía a adaptarnos y prepararnos para una realidad en constante evolución.

En este contexto, la alfabetización digital se ha convertido en un requisito fundamental para desenvolverse con éxito en la sociedad actual y ya no basta con adquirir conocimientos básicos sobre el uso de herramientas tecnológicas, sino que es necesario desarrollar habilidades más avanzadas que permitan comprender, analizar y aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece el mundo digital.

La respuesta educativa a este desafío radica en la integración del pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa a lo largo de las distintas etapas del currículo. Como veremos en este documento, el marco normativo lo permite e impulsa, desde la LOMLOE, que considera la Competencia Digital como una competencia clave transversal a todas las áreas, y que contribuye a la consecución del perfil de salida.

Siguiendo el Plan de Digitalización y Competencias Digitales del Sistema Educativo, que se concreta en Andalucía en el Proyecto de Transformación Digital Educativa, y el Proyecto CompDigEdu, respondemos en nuestro centro a este reto desde las programaciones de todas las áreas, donde incluimos actividades y situaciones de aprendizaje en las que desarrollamos la Competencia Digital. Pero además, de acuerdo con la autonomía pedagógica del centro, desarrollaremos una programación más específica sobre este ámbito dentro del área de Matemáticas, desde la que podremos trabajar interdisciplinariamente con otras áreas a través de distintos proyectos.

2. Marco Normativo. Objetivos generales, saberes básicos. Competencias específicas y criterios de evaluación.

El conjunto de objetivos, competencias, contenidos enunciados en forma de saberes básicos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación de la Educación Primaria constituye el currículo de esta etapa.

El Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, fija los aspectos básicos del currículo que constituyen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria a los que se refiere el artículo 6.3 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

Dentro de los **Objetivos de Etapa**, que contribuirán a desarrollar en los niños y las niñas sus capacidades, nos centraremos en el:

i) Desarrollar las competencias tecnológicas básicas e iniciarse en su utilización, para el aprendizaje, desarrollando un espíritu crítico ante su funcionamiento y los mensajes que reciben y elaboran.

Aunque, por su carácter transversal, desde las actividades de Pensamiento Computacional y Robótica Educativa, podemos trabajar todos ellos.

Dentro del citado Real Decreto 157/2022, encontramos que es en el área de Conocimiento Del Medio Natural, Social Y Cultural, así como en el área de Matemáticas, donde encontramos referencias explícitas al desarrollo del pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa.

Sin embargo, reiteramos que estas habilidades deben ser cultivadas de manera integral, ya que la LOMLOE establece que las 8 competencias clave, entre ellas la Competencia Digital, son transversales a todas las áreas y, por tanto, todos los aprendizajes contribuyen a la consecución del perfil de salida.

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural

Competencia Específica 3:

Resolver problemas a través de proyectos de diseño y de la aplicación del pensamiento computacional, para generar cooperativamente un producto creativo e innovador que responda a necesidades concretas.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida:

STEM3, STEM4, CD5, CPSAA3, CPSAA4, CPSAA5, CE1, CE3, CCEC4.

Criterios de Evaluación:

- | | |
|----------|---|
| 1º CICLO | 3.1 Realizar, de forma guiada, un producto final sencillo que de solución a un problema de diseño, probando en equipo diferentes prototipos y utilizando de forma segura los materiales adecuados. |
| | 3.2 Presentar de forma oral o gráfica el producto final de los proyectos de diseño, explicando los pasos seguidos con ayuda de un guión. |
| | 3.3 Mostrar interés por el pensamiento computacional, participando en la resolución guiada de problemas sencillos de programación. |
| 2º CICLO | 3.1 Construir en equipo un producto final sencillo que de solución a un problema de diseño, proponiendo posibles soluciones, probando diferentes prototipos y utilizando de forma segura las herramientas, técnicas y materiales adecuados. |
| | 3.2 Presentar el producto final de los proyectos de diseño en diferentes formatos y explicando los pasos seguidos. |
| | 3.3 Resolver, de forma guiada, problemas sencillos de programación, modificando |

algoritmos de acuerdo con los principios básicos del pensamiento computacional.

3º CICLO

3.1. Plantear problemas de diseño que se resuelvan con la creación de un prototipo o solución digital, evaluando necesidades del entorno y estableciendo objetivos concretos.

3.2. Diseñar posibles soluciones a los problemas planteados de acuerdo con técnicas sencillas de los proyectos de diseño y pensamiento computacional, mediante estrategias básicas de gestión de proyectos cooperativos, teniendo en cuenta los recursos necesarios y estableciendo criterios concretos para evaluar el proyecto.

3.3. Desarrollar un producto final que dé solución a un problema de diseño, probando en equipo diferentes prototipos o soluciones digitales y utilizando de forma segura las herramientas, dispositivos, técnicas y materiales adecuados.

3.4. Comunicar el diseño de un producto final, adaptando el mensaje y el formato a la audiencia, explicando los pasos seguidos, justificando por qué ese prototipo o solución digital cumple con los requisitos del proyecto y proponiendo posibles retos para futuros proyectos.

Saberes Básicos:

1º CICLO

BLOQUE B. TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN

2. Proyectos de diseño y pensamiento computacional.

2.1. Fases de los proyectos de diseño: prototipado, prueba y comunicación.

2.2. Materiales adecuados a la consecución de un proyecto de diseño.

2.3. Iniciación en la programación a través de recursos analógicos o digitales adaptados al nivel lector del alumnado (actividades desenchufadas, plataformas digitales de iniciación en la programación, robótica educativa...).

2.4. Estrategias básicas de trabajo en equipo.

2º CICLO

BLOQUE B. TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN

2. Proyectos de diseño y pensamiento computacional.

2.1. Fases de los proyectos de diseño: diseño, prototipado, prueba y comunicación.

2.2. Materiales, herramientas y objetos adecuados a la consecución de un proyecto de diseño.

2.3. Técnicas cooperativas sencillas para el trabajo en equipo y estrategias para la gestión de conflictos y promoción de conductas empáticas e inclusivas.

2.4. Iniciación en la programación a través de recursos analógicos (actividades desenchufadas) o digitales (plataformas digitales de iniciación en la programación, aplicaciones de programación por bloques, robótica educativa...).

3º CICLO **BLOQUE B. TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN**

2. Proyectos de diseño y pensamiento computacional.

2.1. Fases de los proyectos de diseño: identificación de necesidades, diseño, prototipado, prueba, evaluación y comunicación.

2.2. Fases del pensamiento computacional (descomposición de una tarea en partes más sencillas, reconocimiento de patrones y creación de algoritmos sencillos para la resolución del problema...).

2.3. Materiales, herramientas, objetos, dispositivos y recursos digitales (programación por bloques, sensores, motores, simuladores, impresoras 3D...) seguros y adecuados a la consecución del proyecto.

2.4. Estrategias en situaciones de incertidumbre: adaptación y cambio de estrategia cuando sea necesario, valoración del error propio y el de los demás como oportunidad de aprendizaje.

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.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida:

STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD3, CD5, CE3.

Criterios de Evaluación:

- | | |
|----------|--|
| 1º CICLO | 4.1. Describir rutinas y actividades sencillas de la vida cotidiana que se realicen paso a paso, utilizando principios básicos del pensamiento computacional de forma guiada. |
| | 4.2. Emplear herramientas tecnológicas adecuadas, de forma guiada, en el proceso de resolución de problemas. |
| 2º CICLO | 4.1. Automatizar situaciones sencillas de la vida cotidiana que se realicen paso a paso o sigan una rutina, utilizando de forma guiada principios básicos del pensamiento computacional. |
| | 4.2. Emplear herramientas tecnológicas adecuadas en el proceso de resolución de problemas. |
| 3º CICLO | 4.1. Modelizar situaciones de la vida cotidiana utilizando, de forma guiada, principios básicos del pensamiento computacional. |
| | 4.2. Emplear herramientas tecnológicas adecuadas en la investigación y resolución de problemas. |

Saberes Básicos:

1º CICLO BLOQUE D. SENTIDO ALGEBRAICO

4. Pensamiento computacional.

4.1. Estrategias para la interpretación de algoritmos sencillos (rutinas, instrucciones con pasos ordenados...).

2º CICLO BLOQUE C. SENTIDO ESPACIAL

1. Figuras geométricas de 2 y 3 dimensiones.

1.4. Propiedades de figuras geométricas de dos y tres dimensiones: exploración mediante materiales manipulables (cuadrículas, geoplanos, policubos, etc.) y el manejo de herramientas digitales (programas de geometría dinámica, realidad aumentada, robótica educativa, etc.).

BLOQUE D. SENTIDO ALGEBRAICO

4. Pensamiento computacional.

4.1. Estrategias para la interpretación y modificación de algoritmos sencillos (reglas de juegos, instrucciones secuenciales, bucles, patrones repetitivos, programación por bloques, robótica educativa...).

3º CICLO BLOQUE C. SENTIDO ESPACIAL

1. Figuras geométricas de 2 y 3 dimensiones. Propiedades de figuras geométricas: exploración mediante materiales manipulables (cuadrículas, geoplanos, policubos, etc.) y herramientas digitales (programas de geometría dinámica, realidad aumentada, robótica educativa, etc.).

BLOQUE D. SENTIDO ALGEBRAICO

4. Pensamiento computacional. Estrategias para la interpretación, modificación y creación de algoritmos sencillos (secuencias de pasos ordenados, esquemas, simulaciones, patrones repetitivos, bucles, instrucciones anidadas y condicionales, representaciones computacionales, programación por bloques, robótica educativa...).

3. Temporalización

Para el desarrollo de esta programación, el centro dedicará una sesión semanal por curso, en la hora de autonomía de matemáticas. Según lo previsto en nuestro Plan de Centro, y siguiendo las directrices de nuestro Plan de Mejora, las actividades serán impartidas por el coordinador TDE, con el apoyo de las correspondientes tutoras dentro del aula.

Trabajaremos los distintos saberes básicos utilizando recursos variados y motivadores para el alumnado.

La distribución de esos saberes básicos será flexible atendiendo las necesidades del grupo, pero proponemos esta previsión por trimestres:

CURSO	1º TRIMESTRE	2º TRIMESTRE	3º TRIMESTRE
1º	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica desenchufada • Robots de suelo (Code&Go Robot Mouse) • Manejo básico ordenador • Juegos lógicos y educativos con el ordenador (Suite GCompris) • Code.org: curso A 	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica desenchufada • Robot de suelo (Super Doc) • Code.org: curso A 	<ul style="list-style-type: none"> • Robot de suelo (Super Doc) • ScratchJr • Proyectos relacionados con SdA
2º	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica desenchufada • Robots de suelo (Code&Go Robot Mouse) • Manejo básico ordenador • Juegos lógicos y educativos con el ordenador (Suite GCompris) • Code.org: curso B 	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica desenchufada • Robot de suelo (Super Doc) • Code.org: curso B 	<ul style="list-style-type: none"> • Code.org: curso B • ScratchJr • Proyectos relacionados con SdA
3º	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica desenchufada • Iniciación moodle • Code.org: curso C 	<ul style="list-style-type: none"> • Code.org: curso C • ScratchJr 	<ul style="list-style-type: none"> • Scratch • Proyectos relacionados con SdA
4º	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica desenchufada • Iniciación moodle • Code.org: curso D 	<ul style="list-style-type: none"> • Code.org: curso D • Scratch • makey makey 	<ul style="list-style-type: none"> • Scratch • makey makey • Proyectos relacionados con SdA
5º	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica desenchufada • Code.org: curso E 	<ul style="list-style-type: none"> • Code.org: curso E • Scratch • makey makey • Microbit 	<ul style="list-style-type: none"> • Scratch • makey makey • Microbit • Tinkercad • Proyectos relacionados con SdA

6°	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica desenchufada • Code.org: curso F • Scratch • 	<ul style="list-style-type: none"> • Code.org: curso F • Scratch • Microbit • Cutebot 	<ul style="list-style-type: none"> • Scratch • Cutebot • Tinkercad • Proyectos relacionados con SdA
----	--	---	---

4. Metodología

Nos remitimos a la programación del área de Matemáticas del curso correspondiente para las consideraciones generales en cuanto a metodología.

Como orientaciones metodológicas comunes a todos los cursos, partimos del principio de “**aprender haciendo**”. Para los contenidos de programación con bloques, alternamos entre la exposición magistral de los elementos a trabajar, con las actividades autónomas en la que el alumnado pone en práctica esos conocimientos en el ordenador, con retroalimentación inmediata. En esos momentos también se favorece el aprendizaje cooperativo y la tutoría entre iguales.

Cuando el alumnado tenga una base inicial de saberes básicos relacionados con el pensamiento computacional y la robótica, podremos comenzar distintos enfoques de la metodología STEAM basada en la filosofía maker.

La educación **STEAM** permite una aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje desde un proceso activo impulsado por un juego experimental que promueve la ruptura de barreras entre disciplinas e incluye múltiples posibilidades en la encrucijada arte, ciencia y tecnología.

Desde el punto de vista docente, se puede constatar que el aprendizaje a partir del tinkering o cacharreo permite el acceso a planteamientos complejos de forma intuitiva y dirigidos por el interés personal, porque proporciona encuadres nuevos de relectura de modos de trabajo establecidos, facilitando procesos creativos.

Este modelo reivindica un ámbito de investigación educativa transdisciplinar y transpersonal apoyado en comunidades físicas y virtuales (makerspaces) cuya base principal sea: el acceso abierto al conocimiento (sharing knowledge) orientado a un aprendizaje compartido (sharing learning) y entre iguales (peer-learning).

La necesidad de crear makerspaces o espacios físicos y virtuales para la experimentación y la creación, fabricación de objetos con nuevos y viejos materiales (low/high tech). Por ello es fundamental incrementar aquellos recursos y redes de aprendizaje que permitan esbozar recorridos curriculares personalizados basados en los intereses personales, y la curiosidad como guía del conocimiento como queda evidenciado en el paso del STEM to STEAM. (*Lourdes Cilleruelo y Augusto Zubiaga 2014*)

Concepto de enseñanza aprendizaje STEAM

El proceso de enseñanza aprendizaje de la metodología STEAM toma como base el construccionismo de Seymour Papert (1993).

Concepto de enseñanza

Tomando el construccionismo y el modelo de las 5E's (engagement, exploration, explanation, expansion and evaluation), la enseñanza se articula en torno a una materia central, presentado un problema del mundo real, que debe ser resuelto por el alumnado.

Para lo cual se entremezcla al problema con las distintas áreas y asignaturas que conforman STEAM y se aproxima al contexto del centro, generándose un programa dividido en tres momentos o etapas esenciales: contextualización, diseño creativo y toque emocional.

A continuación, se detalla cada una de ellas (*Zamorano Escalona; García Cartagena; Reyes González, 2018*):

- a) **Contextualización:** Etapa introductoria, en la que se prepara al alumnado tanto a nivel intelectual como emocional para la resolución de problemas. En ella se analizan las circunstancias de una situación, evento u hecho, identificando un problema y la necesidad de resolverlo (*B. H. Kim & Kim, 2016*).
- b) **Diseño Creativo:** Etapa de la resolución de problemas. Considerada la más importante y extensa, siendo el pensamiento divergente, la autonomía, creatividad y colaboración los constituyentes esenciales de su naturaleza. El alumnado desempeña una actitud activa e inquieta, investigadora, diseñadora, creadora y crítica a medida que progresa en la búsqueda de una solución al problema. Se incluye el concepto de ingeniería, que se refiere al diseño tecnológico y la habilidad creativa de resolución de problemas, donde se manifiesta la importancia del uso de las TIC para ello.
- c) **Toque Emocional:** Etapa encargada en preparar emocionalmente al alumnado. En ella el alumnado reflexiona sobre su propio trabajo a través de experiencias que promuevan el interés y las ganas de aprender, junto a la confianza, agradecimiento al equipo, la satisfacción intelectual y el sentido de logro. Es una etapa donde se reflexiona sobre el proceso del programa, enfatizando la escala de progresos que permiten aumentar la motivación. En ella se presentan y evalúan los progresos y resultados, tanto personales como del grupo. Se trabajan las competencias emocionales como la aceptación de los resultados y la motivación de trabajar, aunque la solución alcanzada no resulte totalmente efectiva en la resolución del problema, dando por hecho que lo más importante no es el resultado final, sino el proceso de trabajo que se recorrió en el programa y lo asimilado durante ese período, pues tanto de los logros como de los errores se aprende de igual modo (*Marina, 2013*).

Concepto de aprendizaje STEAM

El aprendizaje es entendido como un proceso continuo, variable y particular, que se construye y reconstruye a medida que el alumnado interacciona de manera dinámica con el mundo físico, social y cultural en el que está inmerso.

Para ello es necesario que mediante la construcción de objetos atiendan a la necesidad de solucionar un problema a través de procesos de investigación y diseño, siendo esta interacción y construcción las claves en la creación de aprendizaje y conocimiento.

El aspecto de la motivación es fundamental en estos procesos creativos., desarrollando el interés, la satisfacción intelectual, el sentido de logro, la curiosidad y el asombro, junto a la incorporación de ambientes de aprendizaje de confianza y juego, agradables, significativos, divertidos, atractivos e inmersivos donde se atienda tanto al desarrollo cognitivo como afectivo del alumnado, ambos considerados igualmente importantes. La construcción colaborativa es también un aspecto que se debe tener en consideración, ya que el aprendizaje puede verse enriquecido por la interacción de un individuo con otros, desde la perspectiva de “Think-Pair-Share (Pensar-Comparar-Compartir)”

Rol de alumnado y del profesorado

Respecto del rol del alumnado es de destacar que es un agente activo, crítico, reflexivo y protagónico en su aprendizaje, trabajando individual o colaborativamente con sus pares y otros miembros de la comunidad educativa.

Rol docente, tiene la función de guía. Trabaja presentando el programa de manera atractiva, para lo cual debe conocer las necesidades intelectuales y emocionales del alumnado. Se encarga de guiar las discusiones, retroalimentar los avances del proyecto, apoyar las soluciones que se van construyendo durante el programa y sus actividades. Para ello es necesario que domine los conocimientos y habilidades que pretende enseñar, así como de las competencias cognoscitivas, procedimentales y actitudinales, que le permitan adaptarse a los distintos requerimientos disciplinares de STEAM. Para ello debe mantener actualizada su formación respecto a los últimos avances de la ciencia y la tecnología. Junto con lo anterior, es necesario poseer características propias del liderazgo, capaz de crear ambientes de aprendizaje que estimulen la comunicación, confianza, aceptación, respeto y afecto entre el alumnado. Finalmente, debe mantener vínculos comunicativos y alianzas colaborativas con otros miembros de la comunidad, como sus colegas (formando equipos de trabajo interdisciplinarios), instituciones (ej.: universidades, otros colegios, fundaciones, etc.), familias y administración educativa.

Metodologías utilizadas o sugeridas STEAM

Dentro de la metodología STEAM se utilizan tres metodologías predominantemente, las que, en orden decreciente de frecuencia, corresponden a: Educación a través del diseño, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y Aprendizaje Basado en Problemas (PBL). Usaremos la que consideremos más conveniente por las características del grupo y de las situaciones de aprendizaje que codiseñamos con las tutoras.

Educación a través del diseño:

También llamada metodología de diseño (design process), se basa en la circulación de la experiencia educativa a través de seis pasos que se repiten de manera cíclica un número determinado de veces (*Vande Zande et al 2014*):

- Definición de problema:
 - Rol docente: la tarea se presenta como un reto necesario de resolver.
 - Rol alumnado: para ello se responde a preguntas: ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Cuándo? ¿Dónde?, ¿Por qué? y ¿Cómo?, con el fin de obtener claridad en la definición del problema. La intervención docente depende del nivel con el que se esté trabajando.
- Investigación y estudio:
 - Rol alumnado: recopilan y analizan información a través de entrevistas, artículos, libros, internet, observaciones, juegos de rol, discusiones. En esta etapa, hay que incidir en la importancia del proceso y no del resultado. Pues la primera solución, generalmente, es superficial y no da lugar al mejor resultado.
 - Rol Docente: involucrar al alumnado en el proceso de encuentro del desafío, dividir el trabajo para que no haya sobrecarga, explicar la importancia del proceso y proporcionar los recursos necesarios para su realización.
- Generación de ideas: también denominado Brainstorming o lluvia de ideas. En esta etapa se consideran posibles conceptos, permitiendo que sus ideas fluyan libremente antes de intentar pasar a la solución. Esta libre asociación de ideas abre la posibilidad a soluciones innovadoras. Como plantea Wycoff (1991) en el desarrollo del pensamiento creativo, hay “bloqueos” que se deben evitar: (1) creer que solo hay una respuesta correcta; (2) aplicar el pensamiento lógico demasiado pronto en el proceso, lo que cierra posibilidades; (3) ser práctico, lo que provoca juicios sobre lo que funciona y lo que no; (4) temer cometer errores, lo que impide la toma de riesgos positivos; y (5) creer que no se es creativo.
- Elaboración de prototipos: Dentro de cada equipo: se escoge una solución potencial para la cual se hace un modelo como prototipo. El prototipo, representa un objeto funcional, pero puede no funcionar correctamente, porque su realización requiere de herramientas, materiales y técnicas que no siempre están disponibles.
- Presentación de prototipos: Por equipos: presentan sus soluciones al resto que pueden ser: estudiantes, familias, profesorado, o a un grupo profesional relacionado con él. La audiencia o “focus group” dará retroalimentación sobre la eficacia de la solución. La presentación debe ser planificada y elaborada con anticipación.
- Evaluar y revisar: cada grupo evalúa la retroalimentación que les entregó el focus group. Para ello cada estudiante y equipo debe responder estas preguntas: ¿Hemos sido claros en nuestra explicación para que la audiencia entienda nuestra solución? Si es así, ¿toda la retroalimentación fue útil? Si no es así, ¿tenemos que volver a trabajar en un paso anterior? ¿Qué mejorará nuestra idea final? Una vez que estas preguntas sean contestadas, cada estudiante y equipo hace las revisiones para generar una solución final.

De todos los pasos descritos, el único que no se repite es el primero, todos los demás pueden hacerlo hasta que se logren los Objetivos propuestos, respetando los tiempos establecidos para el desarrollo del programa.

Aprendizaje basado en problemas (PBL)

Esta metodología de carácter inductivo, denominada en inglés como Problem-based Learning (PBL), el aprendizaje basado en problemas consiste básicamente en que cada docente actúa como guía de un grupo (normalmente muy reducido) de estudiantes, que se enfrentan a un problema encuadrado en la disciplina sobre la que están trabajando. Lo que confiere un carácter fuertemente innovador es el alumnado tiene que:

- Identificar y seleccionar los materiales didácticos requeridos.
- Establecer la secuencia de aprendizaje.
- Participar en los correspondientes procesos de evaluación.

Debemos, además, resaltar tres hechos:

- La **involucración** del docente es máxima, dado que desaparece su papel directivo y termina por integrarse como un individuo más en el seno del grupo de trabajo. Como señalan Bejarano y Lirio (2010), su rol como tutor o facilitador (en la actualidad se emplea habitualmente el término coach) es clave para el éxito del proceso de aprendizaje.
- La metodología se focaliza en el alumnado, quien desarrolla un aprendizaje activo de manera individual dentro del grupo. Se trata, por tanto, de un marco formativo **autodirigido**, en el que se aprende “de” y “con” los demás, tal y como observan Ortiz, Calderón y Travieso (2016).
- Los **problemas** constituyen el estímulo para el aprendizaje. A través de estos el alumnado desarrolla sus habilidades para la resolución de cuestiones que se presentarán más adelante, en su realidad vital o profesional.

El PBL de Erwin, se introduce en 2017 como estrategia utilizada en las escuelas STEAM, centrándose en una enseñanza de tipo descubrimiento guiado por parte de cada docente, mientras que el alumnado trabajan en grupos en la resolución de preguntas o asuntos generales que provienen de situaciones reales.

Algunos de los conceptos clave involucrados en el PBL son:

- Problemas desafiantes y abiertos (sin una única respuesta).
- Problemas específicos del contexto de los estudiantes.
- Los estudiantes trabajan en pequeños grupos autodirigidos.
- El alumnado identifica un problema clave y trabaja para generar una solución.
- El profesorado actúa como facilitador y guía del proceso.

Aprendizaje Basado en Proyectos (POL)

Los orígenes de esta metodología se encuentran en los planteamientos de la denominada Escuela Nueva, surgida a finales del siglo XIX y principios del XX. Su principal representante es John Dewey (1958), quien consideraba al estudiante como sujeto activo y principal del aprendizaje; también concedía especial relevancia a los valores sociales en el aula, dado que ésta se percibía como una comunidad en la que al alumnado para su desempeño en el colectivo.

Dewey planteó dos ideas centrales de la futura metodología POL:

- El aprendizaje se produce cuando el individuo se enfrenta a un problema en el desempeño de sus actividades habituales.
- El conocimiento corresponde a la acumulación del saber que se produce cada vez que se resuelve una problemática.

La enseñanza comienza contextualizando al alumnado dentro de una situación real de la cual se genera una “pregunta guía” sobre la que se construirá el proyecto. Las acciones a desarrollar para ellos son procesos de construcción y transformación de conocimiento, como diseñar, resolver problemas, tomar decisiones o investigar, donde el rol docente ofrece la oportunidad de trabajar de forma relativamente autónoma durante largos períodos en los que actúa mediando a fin de que el trabajo culmine en productos o presentaciones reales (Thomas, 2000).

Este **aprendizaje por proyectos o Project-based Learning (POL)** comenzó a implementarse en las universidades danesas de Roskilde y Aalborg. Se relacionan seguidamente sus principales características:

- Se persigue el aprendizaje mediante la investigación en grupo, a largo plazo, sobre una cuestión o reto real y complejo, de interés para el profesorado y alumnado.
- La metodología resulta muy efectiva en grupos heterogéneos, con estudiantes con perfiles diferenciados: esto favorece el enfoque multidisciplinar, pero exige el refuerzo de la colaboración entre quienes lo conforman.
- El POL requiere la definición de un diseño de instrucción, así como la asignación de roles en el seno de los grupos.
- En paralelo el alumnado ha de adoptar ciertos compromisos relativos al proyecto:
 - Elaboración rigurosa de las preguntas necesarias para abordar su resolución.
 - Búsqueda autónoma de recursos.
 - Adopción del modo de trabajo.

- Aplicación de la información.
- El proyecto se convierte en un elemento que favorece la reflexión y, en concreto, permite valorar la eficacia de las investigaciones realizadas y el alcance de la superación de las trabas existentes.
- Prepara al estudiante para trabajar en ambientes diversos y globalizados.
- La experiencia del POL suele superar las propias limitaciones del aula y fomentar, por tanto, la motivación del alumnado.
- Esta metodología permite la puesta en práctica de los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos durante la evolución del proyecto.
- También posibilita el entrenamiento de las habilidades comunicativas, asociado a la defensa de la solución obtenida.

5. Procedimientos de evaluación del alumnado y criterios de calificación

Nos remitimos a la programación del área de Matemáticas del curso correspondiente para las consideraciones generales en cuanto a la evaluación, herramientas de evaluación y criterios de calificación.

Sin perjuicio de ello, podemos concretar algunas estrategias para la evaluación orientadas a la práctica del pensamiento computacional y la robótica educativa.

El entrenamiento en programación por bloques con la herramienta code.org permite la autoevaluación, gracias a la retroalimentación inmediata. Además, se pone a la disposición de los docentes un informe de evaluación criterial según las actividades resueltas por el alumnado, que puede servir como guía para la evaluación. De todas maneras, la observación directa y el registro de clase son herramientas fundamentales que debemos tener en cuenta, ya que el aprendizaje cooperativo, la tutoría entre iguales y por parte del docente son habituales en el trabajo en el aula.

En cuanto a la evaluación de los proyectos STEAM que desarrollaremos en las distintas situaciones de aprendizaje, tendremos en cuenta las siguientes orientaciones:

¿Qué han aprendido?

En cada proyecto formularemos claramente los objetivos de aprendizaje, relacionándolo con los saberes básicos, las competencias relacionadas y sus criterios de evaluación.

¿Cómo es el producto generado?

Para cada proyecto mostraremos clara y previamente qué esperamos de ese producto, mediante rúbricas de evaluación.

¿Cómo han trabajado?

Es importante la monitorización y el feedback constante por parte de los docentes en el aula (heteroevaluación), pero además, favoreceremos la auto y co-evaluación. Algunas estrategias para ello podrían ser que sea el mismo alumnado quien establezca unos criterios de evaluación del trabajo, y que reflexionen constructivamente sobre su propio desempeño.

Para ello, podemos utilizar distintas rúbricas, por ejemplo:

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO COOPERATIVO

NOMBRE:
AUTOEVALUACIÓN

ASPECTOS	NIVEL 4	NIVEL 3	NIVEL 2	NIVEL 1	OBSERVACIONES DE MEJORA
ASISTENCIA E IMPLICACIÓN EN LAS TAREAS	He asistido a todas las sesiones implicándome en la tarea sin distraerme en ningún momento. He cumplido con puntualidad cuando ha sido necesario traer algo elaborado	He asistido a más del 80 % de las sesiones del Reto y, si he tenido que ausentarme por una causa importante, me he preocupado de dejar mi parte para que el equipo pueda trabajar	He fallado a varias sesiones y el grupo ha tenido que reclamarme mi parte porque no había previsto dejarla o enviarla.	He fallado bastante a las sesiones del reto y el grupo tuvo dificultades en avanzar por la falta de las tareas a las que me había comprometido.	
NEGOCIACIÓN Y CONSENSO	He escuchado y valorado positivamente las aportaciones y opiniones de mis compañeros. He buscado fomentado el diálogo y buscado el consenso. Cuando mi opinión no ha prevalecido he aceptado con entusiasmo la decisión del equipo.	He escuchado con interés y respeto las aportaciones y opiniones de mis compañeros, manteniendo una actitud de diálogo y acuerdo. He aceptado la decisión del grupo cuando mi opinión no era la elegida, aunque con menor implicación.	He aportado mi opinión y he procurado escuchar las de los demás, aunque con menor valoración que la mía. He mostrado mi desagrado cuando mi opinión no era la adoptada, trabajando con menor implicación.	He intentado imponer mi opinión o, por el contrario, no he manifestado mi opinión en el trabajo, siendo poco abierto a la escucha y al diálogo.	
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO REALIZADO	Conozco con profundidad todos los pasos del proceso realizado, así como el resultado de nuestro trabajo y los productos presentados, y puedo informar sobre cómo se han hecho.	Conozco lo que hemos hecho en el trabajo y quién ha hecho cada paso del proceso. Puedo describir con bastante detalle los productos presentados.	Conozco el trabajo realizado y puedo describir de forma superficial quién ha realizado cada parte, aunque no soy capaz de describirlo y justificarlo en profundidad.	No estoy bien enterado de cómo se ha organizado el trabajo y no puedo describir los productos generados por mi equipo.	
REFLEXIÓN SOBRE EL TRABAJO GRUPAL	Reflexiono sobre lo que hemos hecho y sé identificar críticamente los aspectos más positivos y los aspectos de mejora del trabajo realizado individualmente y como equipo.	Reflexiono sobre distintos aspectos del trabajo, aunque me cuesta identificar qué hemos hecho bien y qué deberíamos mejorar la próxima vez.	No puedo responder de forma profunda, crítica y reflexionada sobre el trabajo realizado, ni indicar que hemos hecho bien y qué podríamos hacer de otra manera.	Sobre el trabajo individual y en equipo del reto solo soy capaz de hacer afirmaciones vagas, pero no puedo justificarlas ni profundizar en ellas.	
TOTAL					

¿Cómo pueden mejorar?

Para favorecer un seguimiento del trabajo y una retroalimentación, podemos usar herramientas variadas, como diarios de equipo, portafolios de proyecto, y la metacognición.

El **diario de equipo** es un instrumento para acompañar el trabajo de un equipo desde la auto, co y heteroevaluación. En él se reparten los roles de los miembros del equipo, y se efectúa un análisis del reto: ¿Qué sabemos? - ¿Qué necesitamos saber/aprender? Posteriormente se planifica el trabajo asociando actividades, plazos y responsable, y se efectúa el seguimiento y evaluación de las sesiones de trabajo.

El **portafolio** es un instrumento de aprendizaje y autoevaluación que permite al alumno ser consciente de su propio aprendizaje. En él se recogerá una selección de evidencias de su proceso de aprendizaje, una reflexión sobre lo aprendido y su identidad como aprendiz, y una reflexión a futuro de metas y estrategias.

La **metacognición** es un conjunto de mecanismos por los que un aprendiz monitoriza y dirige deliberadamente su propio aprendizaje.

6. Medidas previstas para estimular el interés y el hábito de la lectura y la mejora de la expresión oral y escrita del alumnado.

Nos remitimos a la programación del área de Matemáticas del curso correspondiente para las consideraciones generales en cuanto a las medidas para estimular el interés y el hábito de la lectura y la mejora de la expresión escrita del alumnado.

En particular, son destrezas que son la base del aprendizaje, y en la hora de pensamiento computacional y robótica las trabajaremos en la práctica. Algunos ejemplos concretos son:

- La comprensión lectora: en la lectura de los desafíos dentro de code.org; muy relacionada con la resolución de problemas.
- La expresión oral: En las presentaciones de proyectos, ya descritos en el apartado de metodología.
- La expresión escrita: en la elaboración de programas o videojuegos, o de herramientas de evaluación como diarios de equipo o portfolios...

7. Medidas de atención a la diversidad.

Serán las mismas que las descritas en la programación del área de Matemáticas del curso correspondiente.

La organización de la sesión de pensamiento computacional y robótica educativa favorece las medidas de carácter ordinario en el aula, ya que la tutora se dedica al refuerzo y apoyo del alumnado con mayores dificultades. Además, el enfoque STEAM ofrece ventajas en la educación inclusiva.

En los distintos cursos de pensamiento computacional se prevén distintos desafíos de mayor complejidad como actividades de ampliación, lo que permite el desarrollo autónomo del alumnado que tiene mayor facilidad para el aprendizaje, mientras se atiende al que tiene mayores dificultades.

En los proyectos de trabajo cooperativo, se favorece que cada miembro del equipo aporte sus fortalezas, orientando su aprendizaje hacia una consecución óptima con la ayuda de las nuevas tecnologías.

El DUA (Diseño Universal de Aprendizaje) es una propuesta general de ajuste del currículo que permitirá la accesibilidad universal, a través de la eliminación o minimización de las adaptaciones curriculares. Con ello, se retirará el foco en un currículo con tendencia a enfatizar las barreras que

presente el alumnado consideradas como “discapacitante”, poniendo en valor el primer Principio de Implicación, denominación que también tiene el DUA, donde se favorezcan alternativas motivadoras, estimuladoras y de retroalimentación del alumnado, con el acompañamiento del profesorado, contribuyendo a una flexibilidad de tiempo y ritmo de aprendizaje.

8. Materiales y recursos didácticos

Los materiales y recursos didácticos que usaremos serán variados, ricos y motivadores. Entre ellos están:

Recursos físicos	Recursos TIC:
Monitores interactivos	Moodle Centros
Portátiles EducaAndOS	Code.org
Tablets Android	Scratch
Chromebooks	ScratchJr
Placas Makey Makey	Tinkercad
Placas Microbit	Gcompris
Robot programable “Robot Mouse Activity Set”, de Code & Go	Bibliografía digital (disponible en el drive del centro)
Robot programable Super Doc	
Robot programable CuteBot	
Kits LegoWeDo	
Impresoras	
Impresoras 3D	