





Análisis de materiales educativos digitales en la enseñanza de las ciencias

Isabel Iranzo Navarro – Universidad de Zaragoza
 Jorge Pozuelo Muñoz – Universidad de Zaragoza
 Esther Cascarosa Salillas – Universidad de Zaragoza

 0000-0003-3999-8624
 0000-0002-9223-6832
 0000-0002-3696-7673

Recepción: 11.05.2025 | Aceptado: 19.05.2025

Correspondencia a través de **ORCID**: Isabel Iranzo Navarro

 **0000-0003-3999-8624**

Citar: Iranzo Navarro, I, Pozuelo Muñoz, J, & Cascarosa Salillas, E (2025). Análisis de materiales educativos digitales en la enseñanza de las ciencias. *REIDOCREA*, 14(20), 293-303.

Estudio de investigación de Didáctica

Área o categoría del conocimiento: Didáctica de las Ciencias Experimentales

Resumen: Esta investigación analiza el uso educativo de Scratch, un entorno de programación visual, en el contexto de la Educación Secundaria Obligatoria. Basado en la experiencia de un docente en materias STEAM, se exploran las potencialidades de Scratch para fomentar el pensamiento computacional, la creatividad y la interdisciplinariedad. Se presentan diversos proyectos realizados en el aula, como la creación de videojuegos, instrumentos musicales electrónicos y representaciones visuales de conceptos matemáticos, todos ellos evaluados mediante una rúbrica que abarca dimensiones pedagógicas, técnicas y de innovación. Los resultados destacan la eficacia de Scratch como herramienta inclusiva y motivadora, alineada con los enfoques constructivistas y el paradigma STEAM, y su capacidad para contribuir al desarrollo de competencias clave en el alumnado.

Palabra clave: Educación Digital en Ciencias

Analysis of Digital Educational Materials in Science Teaching

Abstract: This research work analyzes the educational use of Scratch, a visual programming environment, within the context of Compulsory Secondary Education. Drawing from the experience of a teacher in STEAM subjects, it explores Scratch's potential to promote computational thinking, creativity, and interdisciplinarity. Various classroom projects are presented, such as the creation of video games, electronic musical instruments, and visual representations of mathematical concepts, all assessed using a rubric encompassing pedagogical, technical, and innovative dimensions. The results highlight Scratch's effectiveness as an inclusive and motivating tool, aligned with constructivist approaches and the STEAM paradigm, and its capacity to contribute to the development of key competencies in students.

Keyword: Digital Education in Sciences

Introducción

El objetivo de este monográfico es analizar de manera crítica un recurso digital específico empleado en el ámbito educativo, atendiendo a sus potencialidades, limitaciones y posibilidades de transferencia a distintas áreas curriculares.

En este caso, el recurso objeto de análisis es Scratch, un entorno de programación visual desarrollado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) que permite crear proyectos interactivos mediante bloques de código. La elección de Scratch se basa en mi experiencia personal como docente de materias STEAM en Educación Secundaria Obligatoria desde hace 24 años.

Desde 2018 he utilizado Scratch en el aula con múltiples propósitos además de los meramente relacionados con la programación por bloques: desde la representación visual de conceptos matemáticos —como la ecuación vectorial de la recta y juegos de cálculo—, hasta la programación de videojuegos y el diseño, construcción y programación de un instrumento musical electrónico, como proyecto interdisciplinar de música y tecnología (Zarza-Alzugaray e Iranzo Navarro, 2022).

El desarrollo tecnológico y la transformación digital de la sociedad han impulsado la necesidad de incorporar competencias digitales y de pensamiento computacional en el currículo educativo. Este cambio se refleja claramente en la LOMLOE, tanto en su planteamiento transversal como en las concreciones específicas de las materias de Tecnología y Digitalización o Matemáticas. En este contexto, el uso educativo de plataformas de programación como Scratch se ha consolidado como una herramienta eficaz para fomentar el aprendizaje creativo orientado a la resolución de problemas. La programación con Scratch permite al alumnado diseñar y crear proyectos interactivos sin necesidad de conocimientos previos en lenguajes de código textual, favoreciendo así el acceso temprano a la lógica computacional. Tal y como señalan Resnick et al. (2009), Scratch fue concebido como un entorno para que los jóvenes “aprendan a programar y programen para aprender”, integrando competencias técnicas con dimensiones artísticas, narrativas e incluso musicales. Este enfoque conecta estrechamente con el paradigma STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), ampliamente promovido en los nuevos diseños curriculares.

Desde el punto de vista pedagógico, el uso de Scratch responde a los principios del aprendizaje activo y constructivista. Diversos estudios (García-Valcárcel y Basilotta-Gómez-Pablos, 2016; Moreno-León y Robles, 2015) han documentado los beneficios del trabajo con este entorno en el desarrollo de habilidades cognitivas, creatividad, competencia digital, autonomía en el aprendizaje y motivación del alumnado. Además, Scratch favorece un enfoque interdisciplinar permitiendo integrar contenidos y competencias de distintas áreas mediante proyectos contextualizados.

En la Comunidad Autónoma de Aragón, el currículo de Tecnología y Digitalización en 3º de ESO incluye de forma explícita el desarrollo del pensamiento computacional, la programación y el diseño de proyectos tecnológicos (tabla 1). Por otro lado, en el currículo de Matemáticas, se promueve el uso de herramientas digitales para representar y explorar relaciones funcionales y geométricas, como ocurre en la enseñanza de las ecuaciones lineales (tabla 2).

Tabla1.

Competencia específica 5 – Tecnología y Digitalización - Extraído de Gobierno de Aragón (2022) Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto.

CE.TD.5.	
<i>Desarrollar algoritmos y aplicaciones informáticas en distintos entornos, aplicando los principios del pensamiento computacional e incorporando las tecnologías emergentes, para crear soluciones a problemas concretos, automatizar procesos y aplicarlos en sistemas de control o en robótica.</i>	
Esta competencia aborda la importancia de generalizar y abstraer de los procesos cotidianos las lógicas subyacentes en la resolución de problemas de cualquier tipo con el fin de reproducirlos y aplicarlos a nuevas situaciones. Es muy importante que el alumnado sea capaz de reconocer procesos pesados y repetitivos y valorar la posibilidad de su realización por parte de robots e inteligencias artificiales, lo que redundará en una mejora de la calidad de los trabajos para las personas, descargando aquellos en las máquinas. En segundo curso se partirá de procesos cotidianos, realizar diagramas de flujo básicos, implementar con herramientas de programación por bloques, pequeños programas que resuelvan problemas sencillos, incidiendo en el proceso. En tercer curso se avanzará hacia la utilización de herramientas más complejas, aplicación a problemas con más casuística a considerar, introducción de robots que trasladen al mundo físico lo programado digitalmente, etc...	
<i>Tecnología y Digitalización 2º ESO</i>	<i>Tecnología y Digitalización 3º ESO</i>
5.1. Describir, interpretar y diseñar soluciones a problemas informáticos a través de algoritmos básicos y diagramas de flujo sencillos, aplicando los elementos y técnicas de programación de manera creativa. 5.2. Programar aplicaciones sencillas, de forma guiada con una finalidad concreta y definida, para distintos dispositivos (ordenadores, dispositivos móviles y otros) aplicando herramientas de edición y empleando los elementos de programación de manera apropiada.	5.1. Programar aplicaciones sencillas para distintos dispositivos (ordenadores, dispositivos móviles y otros) empleando, los elementos de programación de manera apropiada y aplicando herramientas de edición, así como módulos de inteligencia artificial que añadan funcionalidades. 5.2. Automatizar procesos, máquinas y objetos de manera autónoma, con conexión a internet, mediante el análisis, construcción y programación de robots y sistemas de control.

Tabla 2.

Competencia específica 4 – Matemáticas - Extraído de Gobierno de Aragón (2022) Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto.

CE.M.4		
<i>Utilizar los principios del pensamiento computacional organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, interpretando, modificando y creando algoritmos para modelizar situaciones y resolver problemas de forma eficaz.</i>		
Para evaluar esta competencia se plantean dos criterios muy relacionados: el criterio 4.1 está más orientado a la descripción y comprensión, centrado en el reconocimiento de patrones, mientras que el criterio 4.2. se enfoca a la parte más creativa de modelización y resolución, considerando también la modificación de algoritmos de resolución. Ambos criterios se mantienen más o menos constantes a lo largo de la ESO, añadiendo en el 4º curso la faceta de creación de algoritmos en el segundo criterio. Algunas situaciones para aplicar el criterio 4.1. pueden ser las que se proponen en las orientaciones del sentido algebraico, donde se plantean actividades de investigación de patrones: estudio de patrones geométricos y numéricos, descripción de los mismos a partir de casos sencillos, generalización de patrones, etc. Con respecto al criterio 4.2. tanto la modelización como la resolución de problemas, junto con la interpretación y modificación de algoritmos necesarios que los acompañan, son aspectos que se encuentran presentes prácticamente en toda actividad matemática con una mínima complejidad (modelización de situaciones a partir de modelos funcionales, algoritmos de cálculo eficientes, resolución de problemas geométricos, etc.). La generalización y creación de algoritmos mencionados en el criterio 4.2. para el 4º curso aparecen en contextos como, por ejemplo: problemas de optimización sencillos como los planteados en las orientaciones del sentido algebraico dentro del apartado de modelización, problemas de lugares geométricos, problemas de geometría analítica, los problemas de trigonometría comentados en las orientaciones del sentido de la medida (estos dos últimos aspectos para el caso de alumnado de la opción B), etc.		
<i>Matemáticas (1º - 3º ESO)</i>	<i>Matemáticas A (4º ESO)</i>	<i>Matemáticas B (4º ESO)</i>
4.1. Reconocer patrones, organizar datos y descomponer un problema en partes más simples facilitando su interpretación computacional.	4.1. Reconocer e investigar patrones, organizar datos y descomponer un problema en partes más simples facilitando su interpretación y su tratamiento computacional.	4.1. Generalizar patrones y proporcionar una representación computacional de situaciones problematizadas.
4.2. Modelizar situaciones y resolver problemas de forma eficaz interpretando y modificando algoritmos.	4.2. Modelizar situaciones y resolver problemas de forma eficaz interpretando, modificando y creando algoritmos sencillos.	4.2. Modelizar situaciones y resolver problemas de forma eficaz interpretando, modificando, generalizando y creando algoritmos.

El bloque de pensamiento computacional, programación y robótica en el currículo de Tecnología recoge los fundamentos básicos de la algoritmia como punto de partida para el diseño y desarrollo de aplicaciones informáticas sencillas, que pueden ser utilizadas en otras materias como material didáctico. En el marco del paradigma educativo actual, tanto la programación como la robótica se entienden como competencias clave en la sociedad digital contemporánea, dada la creciente presencia de la tecnología en todos los ámbitos de la vida cotidiana (Pradas, 2016). Desde esta perspectiva, se conciben como herramientas pedagógicas con gran potencial para el aprendizaje activo. La inclusión de estos contenidos en el currículo no solo responde a la expansión de estas disciplinas en la sociedad actual, sino también al amplio reconocimiento que han adquirido por parte de la comunidad educativa debido a los beneficios que aportan al proceso de enseñanza-aprendizaje. Tal y como destacan diversos estudios, su implementación puede contribuir a abordar situaciones educativas complejas como el bajo rendimiento académico, el absentismo escolar o el mal comportamiento, especialmente en contextos de vulnerabilidad social (Castro y Acuña, 2012, citados en López y Andrade, 2013; Ortega, 2016;). Asimismo, se han identificado efectos positivos en el alumnado con necesidades educativas especiales al facilitar entornos de aprendizaje más accesibles, interactivos y personalizados. Además de sus beneficios inclusivos, la programación y la robótica despiertan un alto nivel de motivación en el alumnado al ofrecer oportunidades de aprendizaje dinámicas, creativas y conectadas con la realidad tecnológica que les rodea (Roig-Vila, 2016). Además del enfoque constructivista que sustenta el uso de Scratch como herramienta de aprendizaje activo, es pertinente mencionar otras perspectivas que permiten analizar su eficacia desde un punto de vista más técnico e instruccional. Por un lado, el modelo de aprendizaje multimedia de Mayer (2005) ofrece una base para justificar la idoneidad de recursos como Scratch que integran imagen, texto, interacción y sonido. Principios como la segmentación, la modularidad, la personalización o la reducción de la sobrecarga cognitiva se aplican de forma natural en el entorno de programación por bloques, al organizar la información en pasos visuales y manipulativos. Por otro lado, desde una perspectiva más conectivista (Downes, 2007) el aprendizaje con Scratch puede considerarse como un proceso distribuido y co-creativo en el que el conocimiento se construye en red a partir de conexiones entre ideas, contenidos y experiencias. Esta visión es coherente con el paradigma cocreativo (Rivero et al., 2023) en el que los estudiantes se convierten en productores de conocimiento significativo mediante

proyectos digitales colaborativos e interdisciplinarios. Esta fundamentación teórica y curricular justifica el análisis del uso educativo de Scratch como material digital innovador, cuyo impacto en el aprendizaje puede ser evaluado desde múltiples dimensiones: pedagógica, tecnológica y competencial. En los siguientes apartados se abordarán con mayor detalle sus características educativas, sus aplicaciones prácticas y se presentará una propuesta de herramienta de evaluación que permita valorar su utilidad en el aula.

En resumen, el objetivo de la presente propuesta es analizar el valor educativo de Scratch como recurso digital integrador dentro de un enfoque STEAM atendiendo a su aplicación práctica, su encaje curricular y sus implicaciones pedagógicas, así como diseñar una herramienta de evaluación que permita valorar proyectos basados en esta plataforma desde una perspectiva crítica e innovadora.

Método

Con el fin de valorar el uso de Scratch como recurso educativo digital, se propone una herramienta de análisis basada en una rúbrica que contempla distintos criterios agrupados en dimensiones pedagógicas, técnicas y de innovación. Además, se incorporan los cuatro factores de McLuhan (extensión, obsolescencia, recuperación y reverso), que permiten analizar el impacto cultural y educativo del recurso desde una perspectiva más crítica y sistémica. Esta rúbrica permite evaluar tanto el potencial del recurso como su aplicación concreta en contextos didácticos reales.

La rúbrica se presenta en la tabla 3, y a continuación se utilizará para evaluar el uso de la herramienta Scratch en una de las propuestas presentadas en el apartado de resultados. Los proyectos se han desarrollado con alumnado de 3º y 4º de ESO del Colegio Santa Ana de Zaragoza.

Tabla 3.
Rúbrica para evaluar la utilidad de Scratch como material educativo digital.

DIMENSIÓN	CRITERIO DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN (1-4)	Observaciones
Pedagógica	P1. Favorece el desarrollo del pensamiento computacional y lógico		
	P2. Facilita la comprensión de contenidos curriculares desde un enfoque visual o manipulativo		
	P3. Fomenta metodologías activas (ABP, gamificación, aprendizaje cooperativo)		
	P4. Permite la personalización del aprendizaje y la atención a la diversidad		
Técnica	T1. Interfaz accesible, intuitiva y adecuada al nivel del alumnado		
	T2. Versatilidad para integrarse en distintas áreas o proyectos interdisciplinarios		
	T3. Posibilidad de conexión con hardware externo (Makey Makey, micro:bit, etc.)		
Curricular y competencial	C1. Contribuye al desarrollo de competencias clave (digital, matemática, personal-social, aprender a aprender...)		
	C2. Se ajusta a los objetivos y saberes básicos del currículo de la materia		
	C3. Promueve el enfoque STEAM y el pensamiento creativo		
Innovación (Factores de McLuhan)	EXT: ¿Qué capacidades amplifica o potencia en el alumnado o en la docencia?		
	OBS: ¿Qué prácticas, materiales o roles tradicionales tiende a dejar obsoletos?		
	RET: ¿Qué metodologías o enfoques del pasado recupera o resignifica?		
	FLP: ¿Qué efectos no deseados o "reversos" podrían aparecer con su uso continuado o abusivo?		
ESCALA DE VALORACIÓN: 1 = Bajo / Insuficiente 2 = Aceptable / Mejorable. 3 = Adecuado / Notable 4 = Excelente / Innovador			

Resultados

A continuación, se presenta el desarrollo de varios de los proyectos llevados a cabo con Scratch y la evaluación de uno de ellos con la herramienta diseñada a tal efecto.

Uno de los principales valores educativos de Scratch es su capacidad para facilitar el desarrollo de proyectos interdisciplinares que integren competencias de diversas áreas del currículo. Esta versatilidad ha sido clave en las experiencias que he llevado a cabo en el aula en diferentes cursos y materias (tabla 4).

Tabla 4.
Propuestas de uso de Scratch como herramienta didáctica llevadas a cabo.

Curso	Materia	Propuesta
3º ESO	Tecnología y Digitalización	Prácticas de programación por bloques con Scratch: programación de un videojuego, incluyendo la construcción del mando
3º ESO	Tecnología y Digitalización + Música	Programación y construcción de un instrumento musical
3º ESO	Matemáticas	Gamificación: programación del juego "Cifras y Letras"
4º ESO	Matemáticas	Programación de un lápiz que dibuja un zig-zag utilizando la ecuación vectorial de la recta

Tecnología: diseño y programación de dispositivos interactivos

En el contexto de la materia de Tecnología, Scratch ha sido utilizado como herramienta principal para el diseño y la programación de proyectos interactivos. A través de su entorno visual, el alumnado ha podido aplicar conocimientos sobre algoritmos y el diseño gráfico. En particular, se desarrolló el proyecto de creación del videojuego llamado "Dispara el lápiz" (figura 1) al que se le añadió posteriormente un mando de cartón conectado mediante la placa Makey Makey (figura 2).

Figura 1.
Pantallas de Scratch con el código y la interfaz del videojuego "Dispara a la letra".

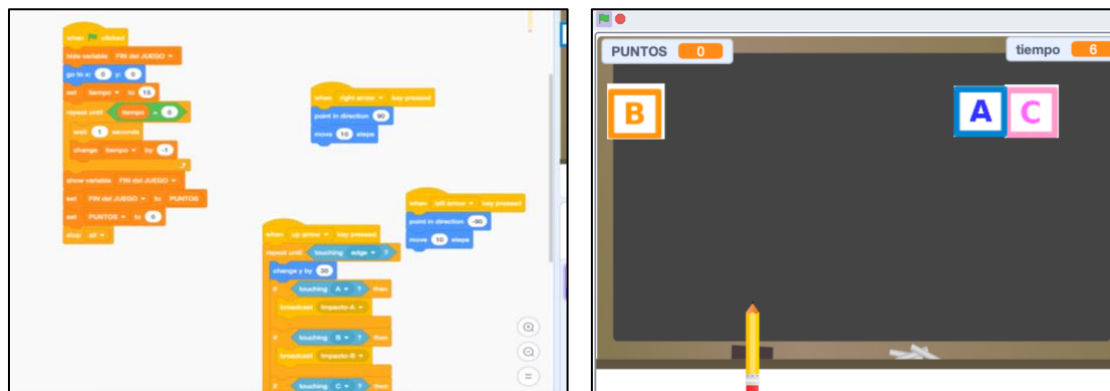


Figura 2.
Mando del videojuego creado por un estudiante, conectado a la placa MakeyMakey.

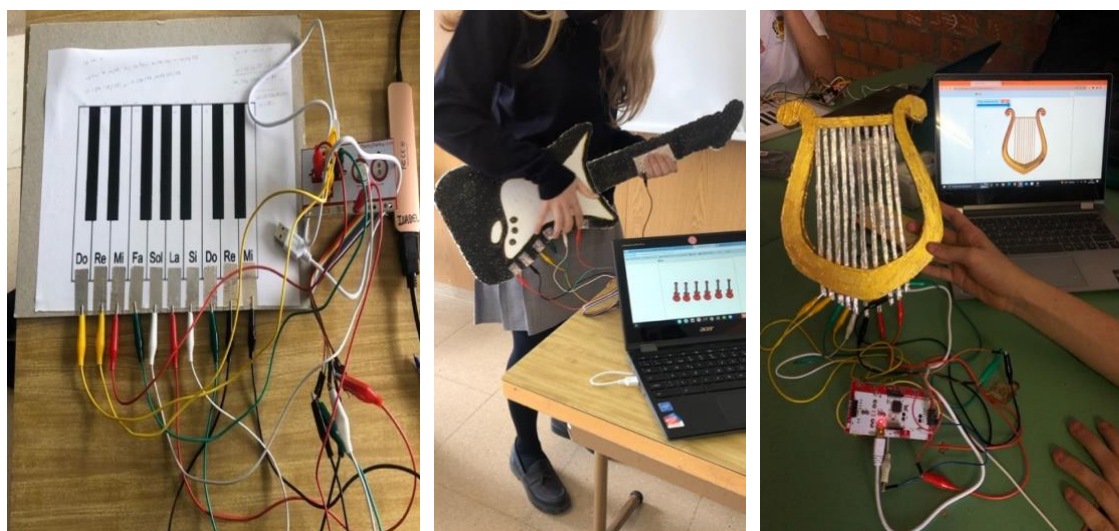


Música: integración STEAM y aprendizaje contextualizado

Una de las experiencias interdisciplinares más destacadas fue la creación de un dispositivo electrónico como instrumento musical, desarrollada conjuntamente en las materias de Tecnología y Música. En este proyecto, el alumnado trabajó de forma cooperativa para diseñar el instrumento, construirlo con materiales disponibles en el aula taller, programar el código y conectar el dispositivo físico a través de la placa Makey Makey. Después, se interpretó una composición musical desde la asignatura de música. Este enfoque STEAM permitió trabajar contenidos propios de la música (altura, duración, timbre, ritmo) de manera experimental, mientras se desarrollaban habilidades técnicas y computacionales. Además, se promovió la creatividad, la autonomía y el aprendizaje cooperativo, dando como resultado productos finales funcionales y personalizados. Algunos de los instrumentos creados se muestran en la figura 3.

Figura 3.

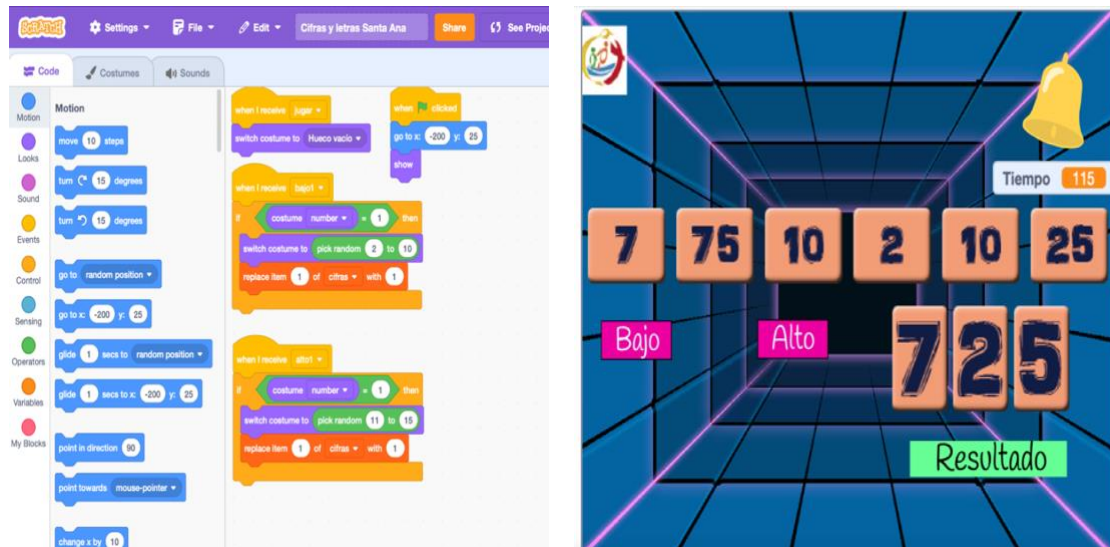
Instrumentos construidos por alumnos de 3º ESO: teclado, guitarra y arpa.



Matemáticas: Programación del juego “Cifras y Letras”.

Dentro del ámbito de las Matemáticas en 3º de ESO, se llevó a cabo una propuesta basada en la gamificación del aprendizaje mediante la programación de un juego digital interactivo inspirado en el formato televisivo “Cifras y Letras” (figura 4). Este juego fue diseñado íntegramente en Scratch por el alumnado, permitiéndoles aplicar tanto conceptos matemáticos como estructuras de programación básicas (eventos, variables, operadores, condicionales y ciclos). El objetivo del juego era resolver operaciones de cálculo mental en un tiempo limitado, lo que permitió reforzar habilidades como la agilidad numérica, el razonamiento lógico y la toma de decisiones. La elaboración del juego con Scratch añadió un valor adicional al fomentar el aprendizaje desde la perspectiva del diseño: los estudiantes no solo resolvieron problemas, sino que también crearon sus propios desafíos matemáticos, configurando distintos niveles de dificultad y generando algoritmos que validaban las respuestas. Desde el punto de vista pedagógico, esta propuesta incorporó elementos clave de la gamificación como el reto, la retroalimentación inmediata, la personalización y la motivación intrínseca. Al asumir el rol de diseñadores, los alumnos desarrollaron una actitud activa y crítica hacia los contenidos matemáticos, a la vez que mejoraron su competencia digital y computacional. Esta experiencia no solo demostró el potencial de Scratch como herramienta transversal, sino también su eficacia para dinamizar el aula de matemáticas mediante propuestas lúdicas, interactivas y centradas en el estudiante.

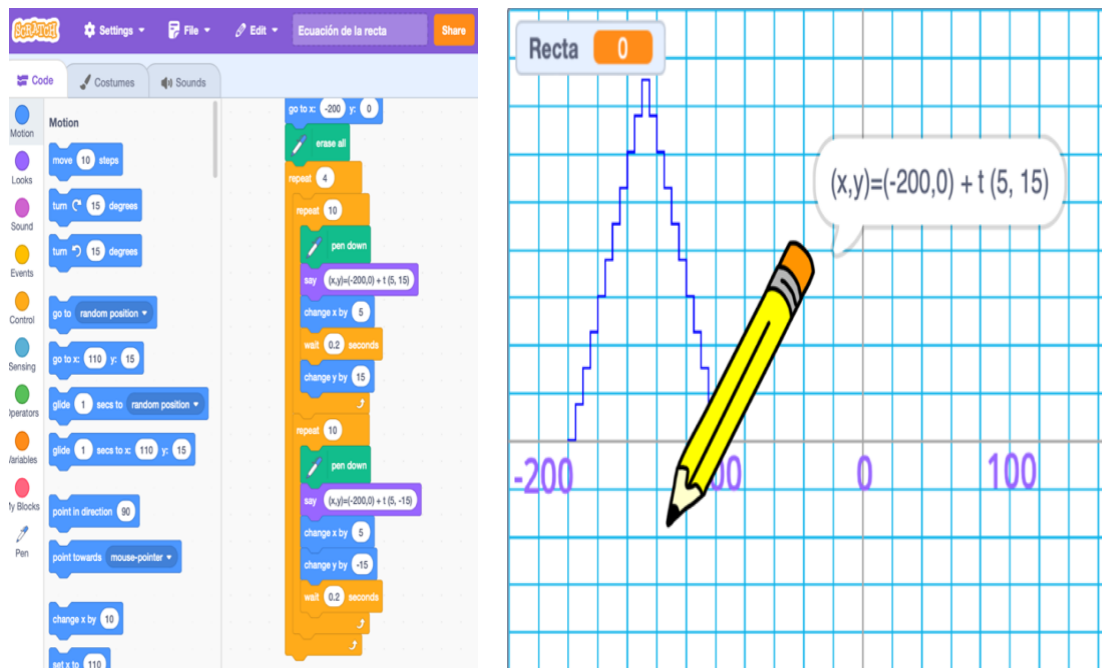
Figura 4.
Pantalla de Scratch con el código y la interfaz del juego “Cifras y Letras”.



Matemáticas: visualización y experimentación con funciones lineales (ecuación de la recta)

Scratch también ha mostrado ser un recurso eficaz para la enseñanza de conceptos matemáticos en el ámbito del álgebra y la geometría analítica. Uno de los proyectos desarrollados en el aula consistió en la representación dinámica de la ecuación de la recta planteada en su forma vectorial (figura 5), permitiendo al alumnado modificar los valores de los coeficientes mediante controles deslizantes y observar en tiempo real cómo se transforma la gráfica. Esta representación manipulativa y visual favorece la comprensión de las relaciones entre los parámetros de la función y su comportamiento gráfico, haciendo tangible un contenido habitualmente abstracto. Además, se fomenta el pensamiento lógico, la modelización matemática y la experimentación autónoma.

Figura 5.
Pantalla de Scratch con el código y la interfaz del programa “Ecuación de la recta”.



A continuación, se aplica la rúbrica diseñada para evaluar el proyecto Instrumento musical con Makey Makey y Scratch.

Tabla 5.

Ejemplo de aplicación de la rúbrica para el proyecto interdisciplinar – Instrumento musical con Makey Makey y Scratch.

Criterio	Valoración (1-4)	Justificación / Observaciones
Favorece el desarrollo del pensamiento computacional y lógico	4	El alumnado diseñó algoritmos en Scratch para asociar teclas con notas musicales, aplicando estructuras de programación.
Facilita la comprensión de contenidos curriculares desde un enfoque visual o manipulativo	4	Se experimentaron parámetros del sonido y circuitos electrónicos de forma manipulativa y aplicada.
Fomenta metodologías activas (ABP, gamificación, aprendizaje cooperativo)	4	Se aplicó aprendizaje basado en proyectos, con cooperación entre estudiantes y materias.
Permite la personalización del aprendizaje y la atención a la diversidad	3	El alumnado pudo adaptar el diseño del instrumento a sus intereses y capacidades.
Interfaz accesible, intuitiva y adecuada al nivel del alumnado	4	Scratch permitió una programación visual accesible para todos los estudiantes.
Versatilidad para integrarse en distintas áreas o proyectos interdisciplinares	4	El proyecto unió tecnología, música y arte en un solo producto educativo.
Posibilidad de conexión con hardware externo (Makey Makey, micro:bit, etc.)	4	El uso de Makey Makey fue esencial para convertir el diseño en un instrumento funcional.
Contribuye al desarrollo de competencias clave (digital, matemática, personal-social, aprender a aprender...)	4	Desarrolló competencias digitales, trabajo en equipo, creatividad y pensamiento crítico.
Se ajusta a los objetivos y saberes básicos del currículo de la materia	4	En Tecnología se trabajó la programación y diseño de circuitos; en Música, los parámetros del sonido y la interpretación.
Promueve el enfoque STEAM y el pensamiento creativo	4	Integración plena de las áreas STEAM con un fuerte componente creativo y expresivo.
EXT: ¿Qué capacidades amplifica o potencia en el alumnado o en la docencia?	4	Fomenta la creatividad, la lógica algorítmica, la experimentación sonora y el trabajo interdisciplinar.
OBS: ¿Qué prácticas, materiales o roles tradicionales tiende a dejar obsoletos?	3	Reduce la dependencia de instrumentos convencionales y del rol pasivo del alumnado.
RET: ¿Qué metodologías o enfoques del pasado recupera o resignifica?	4	Recupera el enfoque manipulativo, el diseño de instrumentos, y el aprendizaje experimental.
FLP: ¿Qué efectos no deseados o “reversos” podrían aparecer con su uso continuado o abusivo?	2	Puede primar la parte técnica sobre la formación musical si no se equilibra adecuadamente.

Cabe señalar que el análisis del recurso también puede enriquecerse a través de indicadores recogidos en la norma ISO/IEC 71362:2020, aplicable a recursos educativos digitales. Desde esta perspectiva, Scratch cumple con numerosas dimensiones clave:

- Presenta interactividad efectiva (dimensión 5) permitiendo la manipulación y programación directa.
- Tiene un alto nivel de adaptabilidad (dimensión 4) a distintos niveles educativos, estilos de aprendizaje y áreas disciplinares.
- Su diseño modular y abierto lo convierte en un recurso con gran reusabilidad y portabilidad (dimensiones 8 y 9).
- Además, fomenta la motivación del alumnado (dimensión 6) mediante experiencias creativas y personales.

Esta mirada complementa el análisis cualitativo y permite justificar la pertinencia del recurso también desde los estándares técnicos internacionales sobre calidad educativa digital.

Discusión

A pesar del creciente reconocimiento del valor educativo del pensamiento computacional y de herramientas como Scratch en el desarrollo de competencias clave del alumnado, su integración efectiva en el aula presenta aún retos importantes relacionados con la formación y preparación del profesorado.

Entre los principales obstáculos detectados se encuentran los problemas materiales y organizativos, como la disponibilidad desigual de dispositivos tecnológicos, la conectividad o el acceso a plataformas educativas estables. A ello se suma la falta de tiempo en el horario lectivo para desarrollar proyectos de programación en profundidad, así como la escasa formación específica que muchos docentes han recibido en este ámbito (Inan y Lowther, 2010; Kopcha, 2012). Aunque la mayoría del profesorado manifiesta actitudes positivas hacia el uso de las TIC (Howard et al., 2015), estudios recientes han identificado una brecha entre esa predisposición favorable y la implementación real de metodologías activas con soporte digital (Gómez Crespo et al., 2014; Rodríguez-García et al., 2018).

En el caso concreto de Scratch, aunque se trata de una herramienta visual e intuitiva, su potencial real solo se alcanza cuando el profesorado comprende sus posibilidades didácticas más allá del simple “programar Hola Mundo” o “hacer juegos”. Para ello, resulta imprescindible una formación didáctica que aborde tanto el dominio técnico de la herramienta como su uso pedagógico dentro de un marco curricular concreto y desde una perspectiva competencial e interdisciplinar (Romero y Quesada, 2014; Valverde-Crespo et al., 2018).

Por otro lado, se observa que el profesorado de materias del ámbito científico-tecnológico (Matemáticas, Tecnología, Física y Química) muestra una mayor disposición a incorporar recursos como Scratch en sus clases, al percibir un mayor alineamiento con sus contenidos y metodologías. Sin embargo, es necesario ampliar esta mirada para favorecer también su uso en contextos más creativos o humanísticos, como se ha demostrado en proyectos que integran Música o Educación Plástica.

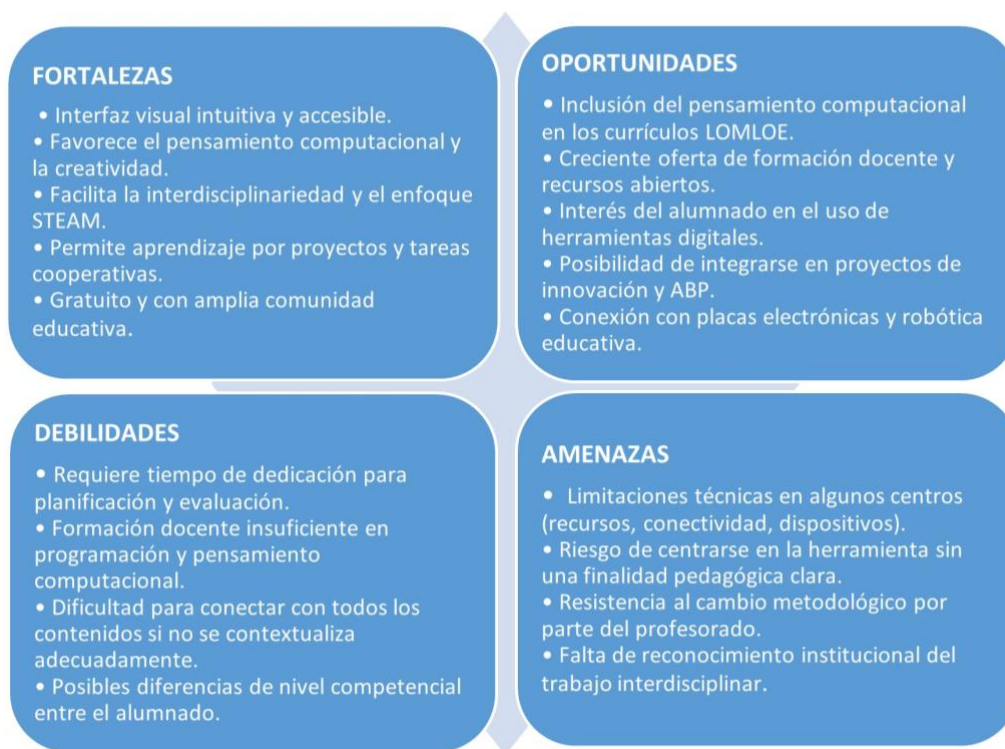
Entre las posibilidades destacables, se encuentra el creciente número de recursos abiertos, cursos de formación en línea, comunidades de docentes que comparten experiencias y materiales, y el reconocimiento institucional del pensamiento computacional como competencia transversal en el currículo. Esto abre la puerta a procesos de innovación educativa sostenibles, en los que Scratch puede convertirse en una herramienta de referencia para desarrollar proyectos STEAM y promover el aprendizaje significativo.

En definitiva, la formación del profesorado es un factor clave para garantizar el uso efectivo de herramientas digitales como Scratch. Esta debe ir más allá del manejo técnico y centrarse en el diseño didáctico, la reflexión metodológica y la contextualización curricular, atendiendo también a los diferentes niveles de experiencia docente y a las necesidades del alumnado.

Por último, hemos analizado las debilidades y fortalezas del uso de Scratch en el contexto educativo desde una perspectiva estratégica. Se identifican sus Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades, proporcionando un marco para la reflexión crítica sobre su integración en el aula.

Figura 6.

Análisis DAFO del uso de Scratch como material como recurso educativo digital.



El análisis realizado en este trabajo pone de manifiesto el valor educativo de Scratch como herramienta digital integradora y versátil en el contexto de la Educación Secundaria, especialmente en el marco de la programación por bloques y el desarrollo del pensamiento computacional. Desde una perspectiva pedagógica, Scratch permite la implementación de metodologías activas centradas en el alumnado como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje cooperativo o la gamificación. A través de la creación de productos interactivos el alumnado se convierte en protagonista de su proceso de aprendizaje construyendo conocimiento de forma significativa y motivadora.

La experiencia práctica en el aula, desarrollada en distintas materias —Tecnología y Digitalización, Matemáticas y Música— ha demostrado que Scratch no solo facilita la comprensión de contenidos curriculares desde un enfoque visual y manipulativo, sino que también promueve la interdisciplinariedad y la creatividad, ejes clave del enfoque STEAM. Proyectos como los expuestos en este trabajo, ejemplifican esta potencialidad.

El análisis DAFO y la rúbrica de evaluación elaborada permiten identificar tanto los puntos fuertes como los retos de su implementación. Entre sus principales fortalezas destacan la accesibilidad de la herramienta, su alineación con los objetivos curriculares de la LOMLOE y la amplia comunidad educativa que respalda su uso. No obstante, también se han identificado limitaciones importantes como la falta de formación específica del profesorado, la resistencia al cambio metodológico o la necesidad de recursos tecnológicos adecuados.

En este sentido, se hace imprescindible una apuesta institucional por la formación docente en competencias digitales y en didáctica del pensamiento computacional, así como el impulso de redes de colaboración y espacios de intercambio de experiencias entre profesionales. En conclusión, Scratch constituye un recurso educativo de gran potencial para transformar la enseñanza en Secundaria siempre que se integre en un

proyecto pedagógico sólido, contextualizado y reflexivo que tenga en cuenta tanto las oportunidades como los desafíos que plantea su uso en el aula, que ponga el foco en la construcción colectiva del conocimiento, la interacción digital significativa y el aprendizaje en red. En este sentido, proyectos como los aquí analizados no solo promueven el pensamiento computacional, sino también una forma contemporánea de aprender haciendo, compartiendo y colaborando en entornos mediados por tecnología.

Referencias

- Castro Rojas, MD, & Acuña Zuñiga, AL (2012). Propuesta comunitaria con robótica educativa: valoración y resultados de aprendizaje. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 91-118.
- Downes, S (2007). What Connectivism Is. Half an Hour. <https://www.downes.ca/post/38653>
- García-Valcárcel, A, & Basilotta-Gómez-Pablos, P (2016). Las TIC como recurso para el desarrollo del pensamiento computacional en el aula. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (55), a308. <https://doi.org/10.21556/edutec.2016.55.394>
- Gobierno de Aragón (2022). Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, núm. 161, de 22 de agosto de 2022.
- Gómez Crespo, MA, Cañas Cortazar, AM, Gutiérrez Julián, MS, & Martín-Díaz, MJ (2014). Ordenadores en el aula: ¿estamos preparados los profesores? *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 239–250. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.939>
- Howard, SK, Chan, A, & Caputi, P (2015). More than beliefs: Subject areas and teachers' integration of laptops in secondary teaching. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 360–369. <https://doi.org/10.1111/bjet.12139>
- Inan, FA, & Lowther, DL (2010). Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: A path model. *Educational Technology Research and Development*, 58(2), 137–154. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9132-y>
- Kopcha, TJ (2012). Teachers' perceptions of the barriers to technology integration and practices with technology under situated professional development. *Computers y Education*, 59(4), 1109–1121. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.014>
- López, PA, & Andrade, H (2013). Aprendizaje con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación* 37(1), 43-63.
- Mayer, RE (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Moreno-León, J, & Robles, G (2015). Analyzing the impact of Scratch in K-12 education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 15(2), Article 15. <https://doi.org/10.1145/2729985>
- Ortega, B (2016). Beneficios del uso de proyectos de robótica en educación secundaria. *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp 2815-2825). Octaedro.
- Pradas, S (2016). *Neurotecnología educativa. La tecnología al servicio del alumno y del profesor*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- Resnick, M, Maloney, J, ..., & Kafai, Y (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Rivero, P, Jové, J, & Rubio, M (2023). *Educomunicación cocreativa: Teoría, práctica y marco de análisis en contextos digitales*. Documento interno no publicado. Universidad de Zaragoza.
- Rodríguez-García, AM, Reche, MPC, & García, SA (2018). La competencia digital del futuro docente: Análisis bibliométrico de la productividad científica indexada en Scopus. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 10, 317–333.
- Roig-Vila, R (2016). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Octaedro.
- Romero Ariza, M, & Quesada Armenteros, A (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 101–115. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.433>
- Valverde-Crespo, D, Pro-Bueno, AJ, & González-Sánchez, J (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2105. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2105
- Zarza-Alzugaray, MB, & Iranzo Navarro, I (2022). Creación de un dispositivo electrónico como instrumento musical. *Eufonía. Didáctica de la Música*, (92), 49–54.