

Las TIC en Educación Primaria a través del aprendizaje basado en proyectos

ICT in Primary Education through Project-Based Learning

DANIEL MORIARTY PITARQUE

Escuela Universitaria CEU de Magisterio de Vigo

 <https://orcid.org/0009-0002-7518-0125>

MARÍA SANDRA FRAGUEIRO BARREIRO

Escuela Universitaria CEU de Magisterio de Vigo

 <https://orcid.org/0000-0003-4024-1741>

RESUMEN

En este trabajo se apuesta por la implementación de una metodología activa e innovadora en Educación Primaria: el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Con este propósito, se ha desarrollado una propuesta didáctica interdisciplinar centrada en la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Se han diseñado, planificado y llevado a la práctica distintos proyectos basados en la programación de videojuegos, impresión 3D y robótica con alumnado de segundo y tercer ciclo de educación primaria con el fin de fomentar habilidades, conocimientos y actitudes beneficiosas para el mundo actual y el futuro, así como para el desarrollo integral de su personalidad y para su crecimiento intelectual, social y emocional. Finalmente, se evalúa el diseño y la implementación de algunos de estos proyectos.

ABSTRACT

This paper advocates for the implementation of an active and innovative methodology in Primary Education: Project-Based Learning (PBL). With this purpose, an interdisciplinary didactic proposal centred on the use of Information and Communication Technologies (ICT) has been developed. Various projects based on game programming, 3D printing, and robotics have been designed, planned, and implemented with primary students, aiming to foster skills, knowledge, and attitudes beneficial for the current and future world, as well as to contribute to the integral development of students' personality and their intellectual, social, and emotional growth. Finally, an evaluation of the design and implementation of some of these projects is conducted.

Recibido: 08/04/2023

Aceptado: 11/07/2023

PALABRAS CLAVES

Aprendizaje basado en proyectos, diseño 3D, programación de videojuegos, robótica, TIC.

KEYWORDS

Project Based Learning, 3D designing, video game programming, robotics and ICT



Para citar este artículo: Moriarty Pitarque, D. y Fragueiro Barreiro, M. S. (2024). Las TIC en Educación Primaria a través del aprendizaje en proyectos. *EA, Escuela Abierta*, 27, 59-76. <https://doi.org/10.29257/EA27.2024.05>

1. INTRODUCCIÓN

Este artículo surge como consecuencia de la búsqueda de nuevos métodos de enseñanza con los que se persigue mostrar una alternativa a las tradicionales clases magistrales en la etapa de Educación Primaria. Así, la principal motivación de este trabajo ha sido la búsqueda de estrategias, metodologías y actividades que sean motivadoras para los discentes y que los ayuden a desarrollar competencias interdisciplinarias a través de procesos que les resulten divertidos y apasionantes, en busca de que sean capaces de enfrentarse a los problemas de la vida y estén interesados y motivados en el aprendizaje. Se propone el ABP como metodología activa combinada con actividades TIC que permite dar respuesta a estas necesidades.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Aprendizaje basado en proyectos

Si queremos comprender qué es y de dónde surge la metodología del ABP, debemos fijarnos en las diversas corrientes de pensamiento en las que se asienta. Es necesario remontarse a la pedagogía progresista que se consolidó a principios del siglo XX que, a su vez, está conformada por una serie de tendencias pedagógicas que intentaron renovar la educación de su tiempo. John Dewey, María Montessori y Francisco Giner de los Ríos son buenos ejemplos, con una visión modernizadora de la escuela. También debemos prestar atención a los grandes avances que se dieron en psicología y teoría del conocimiento durante el siglo pasado. Por ejemplo, el ABP bebe de muchas otras metodologías como pueden ser el aprendizaje cooperativo, el learning by doing, el situated learning, las escuelas “democráticas”, etc., sin las cuales hubiera sido imposible el desarrollo de esta filosofía pedagógica (González Monteagudo, 2001).

Las raíces del ABP pueden rastrearse hasta la filosofía progresista de Dewey (2007), cuyas clases laboratorio en la Universidad de Chicago se basaban en el proceso de investigación, que es la actividad natural en el niño para aprender (Tonucci, 1990). Este pedagogo defendía que los discentes desarrollan mejor sus habilidades, conocimientos y personalidad al enfrentarse a problemas y situaciones reales, al involucrarse en actividades que emulan lo que los expertos realizan en contextos profesionales del mundo real. El ABP incorpora esta idea del situated learning para hacer de los proyectos simulaciones realistas del ámbito laboral y científico que repercutan positivamente en la calidad del aprendizaje.

Dewey aspiraba a la unificación de pensamiento y acción, de teoría y práctica (González Monteagudo, 2001). Tenía como objetivo reconciliar estas tradicionales separaciones, derivadas de la dicotomía cuerpo-mente, ya que pensaba que generaban un distanciamiento con la realidad, que es una e indivisible, y provocaban que la educación resultase aburrida y alejada de los intereses de los alumnos. A su vez, defendía que los maestros no deben transmitir los conocimientos, estos deben ser aprendidos por el alumnado a través de la experiencia, por lo que el profesor debe, más bien, facilitar contextos, elementos culturales, valores y medios para que los discentes puedan aprender autónomamente.

Propuso un método pedagógico que tiene muchas similitudes con lo que hoy se entiende por ABP. Las fases que Dewey (2007) propone son:

- Consideración de alguna experiencia actual y real que interese al educando (sugerencias).
- Identificación de algún problema o conflicto (intelectualización).

- Búsqueda de soluciones viables (hipótesis).
- Formulación de la hipótesis de la solución al problema (razonamiento).
- Comprobación de la hipótesis a través de la acción, de la experiencia (verificación).

Las contribuciones de Dewey se han ido refinando y complementando a lo largo del siglo XX con otras aportaciones de teóricos del aprendizaje, como Bruner o Ausubel y sus postulados sobre el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje significativo respectivamente (González Monteagudo, 2001). Tampoco podemos obviar a la educadora Montessori, quien, a través de sus experiencias pedagógicas, demostró la relevancia de trasladar al discente el protagonismo sobre su propio aprendizaje, así como dotar de actividad al proceso educativo (Serrano, 1945), factor clave en todas estas corrientes. Numerosos estudios indican que cuando un alumno está aburrido y desmotivado tiene más dificultad para aprender (Krajcik y Blumenfeld, 2005). Esto es todavía más preocupante cuando casi todos los alumnos se aburren en clase, también los que obtienen buenos resultados en las pruebas estandarizadas (Csikszentmihalyi *et al.*, 1993). Simon (1983, citado en Ruiz Martín, 2020) afirmó que “el aprendizaje es resultado de lo que el alumno hace y piensa y solo de lo que el alumno hace y piensa. El profesor solo puede promover el aprendizaje influyendo sobre lo que el alumno hace y piensa” (p. 7).

El pensamiento de Kilpatrick (1918) estaba muy cerca del de John Dewey. Fue el primero en segmentar el proceso metodológico en distintas partes: propuesta, planificación, elaboración y evaluación. De forma similar, Krajcik y Blumenfeld (2005) y Krajcik *et al.* (1999) señalan que los entornos educativos basados en proyectos tienen cinco fases clave que los caracterizan, además de una última parte de evaluación:

1º Exposición del problema:

Comienzan con una pregunta o cuestión clave que guiará el proyecto, un problema que debe ser investigado y resuelto. El profesor debe estudiar muy bien a su grupo para presentar problemas motivadores, acordes con sus conocimientos previos e intereses y que ayuden a desarrollar las competencias que los alumnos necesitan adquirir. Ausubel *et al.* (1983) afirma que “si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo con ello” (p. 1).

2º Exploración sobre la cuestión:

Los alumnos exponen sus conocimientos previos e intereses relacionados con el tema y el profesor explica, si es necesario, algún concepto importante o ciertas instrucciones o normas que se deberán seguir. Este punto y el anterior, si se desarrollan correctamente, facilitarán que el aprendizaje sea significativo (Moreira, 2000), ya que, como señalaban Ausubel *et al.* (1983), el conocimiento verdadero solo puede nacer cuando los nuevos contenidos tienen un significado a la luz de los conocimientos previos, es decir, que los nuevos aprendizajes se conectan con los anteriores, surgiendo así un nuevo significado. La asimilación de la nueva información solo sucede cuando se integra en una estructura cognitiva más general, de modo que hay continuidad entre ellas (Viera Torres, 2003).

3º Búsqueda de soluciones:

Estudiantes y profesores se involucran en actividades colaborativas para encontrar soluciones al problema. Khan (2019) expresa que “la producción creativa de un estudiante es mucho mejor que las notas o los exámenes a la hora de valorar su habilidad para generar algo nuevo o solucionar un problema” (p. 208). Krajcik y Blumenfeld (2005) señalan que compartir, debatir y aplicar las ideas y conocimientos es lo que ayuda a crear una comunidad de aprendices proactivos y curiosos. Desde un punto de vista cognitivo, el diálogo y la cooperación evocan ideas, para contrastarlas y conectarlas con otras nuevas, reflexionar sobre ellas, estructurarlas, darles sentido y exponerlas a los compañeros, hecho para el que es imprescindible tener un alto grado de dominio del tema. En definitiva, facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje (Teasley, 1997).

4º Ayuda y soporte:

El alumnado es ayudado y orientado por el profesor y por recursos tecnológicos para participar en actividades que necesitan la aplicación de conocimientos y habilidades con los que no contaban previamente, pero que entran dentro de sus horizontes de posibilidades o, como dirían Vygotsky y Cole (1978), sus zonas de desarrollo próximo. Es en este punto donde las nuevas tecnologías cobran una utilidad inigualable a la hora de expandir las posibilidades tanto de la fase de investigación como de la de creación, que veremos en el siguiente apartado.

5º Creación:

Los discentes crean un producto o conjunto de productos tangibles que resuelven el problema, demostrando que su trabajo ha servido para solucionar problemas reales y sirviendo de representación material del aprendizaje y del esfuerzo de la clase. Según las teorías cognitivas más aceptadas, hay dos factores principales que determinan si un alumno está motivado o no para llevar a cabo las acciones necesarias y alcanzar un objetivo de aprendizaje: el valor subjetivo y las expectativas (Wigfield y Eccles, 2000). El primero se refiere a la importancia que el alumno atribuye al objeto de aprendizaje; el segundo, a la estimación que el discente hace de su propia capacidad para alcanzarlo. Es decir, la motivación surge cuando la persona valora lo que se aprende y se cree capaz de aprenderlo.

No solo es posible modular el valor subjetivo a nivel extrínseco (atribuyendo utilidad al objeto de aprendizaje), sino también a nivel intrínseco (haciendo que el objeto de aprendizaje se perciba como más interesante per se). En este sentido, se trata de actuar sobre el llamado interés situacional, que es aquel que surge cuando diseñamos o desarrollamos actividades de aprendizaje de tal manera que resultan más interesantes (Ruiz Martín, 2020, p. 169).

Si logramos aplicar esta metodología satisfactoriamente, el proceso de enseñanza-aprendizaje se volverá más motivador y divertido para el niño y también para el maestro, además de mejorar significativamente su calidad y los resultados obtenidos en pruebas estandarizadas como evidencian muchos estudios (Rivet y Krajcik, 2004; Williams y Linn, 2003).

2.2 TIC en la escuela

La escuela juega un papel crucial a la hora de conseguir el propósito de mejorar la adquisición de competencias científico-tecnológicas para obtener el mejor rendimiento posible en el alumnado. Para ello, los educadores deben mantenerse constantemente actualizados en el uso y comprensión crítica de las tecnologías dentro del aula. Es

preciso que investiguen y favorezcan entornos educativos tecnológicos, que satisfagan los nuevos retos que demanda la sociedad actual inmersa en una revolución tecnológica.

Partiendo de esta premisa, este trabajo se centra en el análisis de la incorporación de un enfoque competencial e integrador a partir de entornos tecnológicos educativos en los que las TIC serán fundamentales a la hora de diseñar distintas experiencias educativas basadas en videojuegos, robots, diseño 3D... Por lo tanto, se exploran algunas posibilidades que las TIC ofrecen dentro del aula. Estas parten de tres dimensiones, tal y como nos explica Moursund (1999):

- Las TIC como contenido del proyecto u objetivo de aprendizaje.
- El uso de las TIC como soporte o ayuda para los alumnos a la hora de realizar un producto o presentarlo.
- El uso de las TIC como vehículo que ayude al profesor a crear entornos de enseñanza-aprendizaje.

Conviene señalar que según apuntan numerosos estudios, alrededor del 65% de los niños de todo el mundo que empiezan primaria en estos momentos tendrá trabajos que todavía no se han inventado (Heffernan, 2011), y relacionados directa o indirectamente con las nuevas tecnologías (Davidson, 2012). Esto revela que los futuros profesionales deberán tener conocimientos que no se pueden aprender en la escuela, pues aún no existen. La capacidad de autoeducarse constantemente será una de las aptitudes y actitudes más decisivas en sus vidas, así como afrontar retos desconocidos, resolver problemas de forma original, adaptarse a tecnologías revolucionarias... Es por eso por lo que transmitir el goce por el aprendizaje, fomentar la curiosidad, alentar el asombro, dotarlos de confianza para que, más adelante, cuenten con las herramientas con las que buscar respuestas a las muchas preguntas que todavía no saben plantear (Khan, 2019) es en lo que los maestros deben focalizar sus esfuerzos con mayor dedicación.

2.3 El ABP y las TIC

La incorporación de las TIC en proyectos tiene muchos beneficios. Contribuye al desarrollo de la competencia digital que implica ser una persona autónoma, eficaz, responsable y crítica a la hora de utilizar la información y sus fuentes, además de las herramientas tecnológicas (Area, 2009). Se promueve la construcción activa y participativa del conocimiento, posibilita que el profesor ejerza una función de guía del aprendizaje del alumno al permitirle ser el protagonista y trabajar de manera autónoma y en colaboración con sus compañeros (Gómez y Macedo, 2010; Castañeda *et al.*, 2013), además de abrir muchísimas posibilidades accesibles y económicas para que los alumnos desarrollen su creatividad creando productos originales de todo tipo (multimedia).

La era digital tiene en el trabajo por proyectos un buen aliado. Frente al uso mecánico e instrumental de las nuevas herramientas informáticas que, en pureza, no aportan novedad alguna al modelo magistral convencional (Area, 2009; Pozuelos Estrada, 2007), encontramos distintas estrategias (proyectos digitales) que integran los dispositivos telemáticos para promover experiencias de aprendizaje basadas en la producción intelectual significativa: resolver problemas, desarrollar algún tipo de investigación, crear productos, etc. (Pozuelos Estrada y Rodríguez Miranda, 2008).

La posibilidad de ofrecer un aprendizaje activo y con el alumno como protagonista se vuelve más interesante si la pedagogía y las herramientas TIC se combinan. Existe un amplio consenso en que las nuevas tecnologías pueden mejorar el diseño de los contextos educativos de ABP, particularmente en términos de motivación y compromiso con las tareas y proveyendo acceso a entornos educativos simulados imposibles de crear de otra manera (Belda-Medina, 2021).

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

3.1 Contextualización

Se llevó a cabo la implementación de tres proyectos: el primero, de programación de videojuegos e historias animadas digitales; el segundo, de diseño e impresión 3D; y el tercero, de robótica. Se desarrollaron en diversos colegios de Educación Primaria de la ciudad de Vigo (Pontevedra), situados en pleno centro urbano. El rango de edad de los participantes en estos proyectos osciló entre los nueve y los doce años, esto es, primer y segundo ciclo. En los dos primeros proyectos participaron un total de 60 alumnos y en el último, 25. Todos presentaban las características psicoevolutivas propias de su edad. El nivel socioeconómico de las familias era medio-alto.

3.2 Objetivos generales

Los objetivos de los proyectos implementados son desarrollar competencial y holísticamente la personalidad del alumnado, crear entornos lúdicos y gamificados de aprendizaje cooperativo y basado en proyectos que aumenten la motivación en los educandos y promuevan una actitud de disfrute por el aprendizaje y, por último, fomentar el pensamiento lógico en la etapa de Educación Primaria.

Dentro de las áreas científicas, uno de los objetivos que más se trabajan es el de identificar las causas y consecuencias de la intervención humana en el entorno, para mejorar la capacidad de afrontar problemas, buscar soluciones y actuar de manera individual y cooperativa en su resolución, así como el de utilizar dispositivos y recursos digitales de forma segura, responsable y eficiente. Finalmente, también se busca desarrollar la capacidad de 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.

En el área de Matemáticas, los objetivos principales que se pretenden lograr son resolver situaciones problematizadas, utilizar el pensamiento computacional e identificar las Matemáticas en otras áreas o en la vida cotidiana, interrelacionando conceptos y procedimientos. Por último, dentro del área de Educación Plástica y Visual, se busca expresar y comunicar de manera creativa ideas, sentimientos y emociones; experimentar con las posibilidades del sonido, de la imagen y de los medios digitales; y participar en el diseño, elaboración y difusión de producciones culturales y artísticas plásticas y visuales, tanto individuales como colaborativas.

3.3 Metodología

La metodología que sustenta las actividades de este trabajo se nutre del ABP que, como se explicó en el marco teórico, bebe de muchos otros principios y teorías metodológicas como son el aprendizaje cooperativo, el *learning by doing*, el *situated learning*, el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje significativo. De igual forma, la gamificación también jugó un papel muy importante. Ha permeado todos y cada uno de los proyectos para acercarlos a los intereses de los participantes y favorecer la motivación por el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.4 Actividades

Los proyectos se dividirán en tres categorías en función de la tecnología necesaria para su realización: entornos de programación de videojuegos, diseño e impresión 3D y robótica.

3.4.1 Proyectos de programación de videojuegos e historias animadas digitales

Wing (2006) señala que el pensamiento computacional hace referencia a los procesos del pensamiento que se ponen en marcha a la hora de formular problemas y buscar soluciones que puedan ser llevadas a cabo por los procesadores de información. De este modo, se trata de una forma de pensamiento que no tiene que estar necesariamente asociada a la tecnología y, por lo tanto, puede ser aplicada y utilizada en cualquier aspecto de la vida.

Dicho esto, a continuación, se expondrán las actividades educativas implementadas. Estas son videojuegos e historias animadas digitales realizadas a través de softwares adaptados tales como Scratch, Kodu, Gamefroot, Microbit y Minecraft Education. Estos softwares de programación de videojuegos permiten la creación de entornos gráficos animados de una forma muy sencilla y de complejidad escalable en función de la edad, conocimientos previos, tiempo del que se dispone...

Todos ellos cuentan, por una parte, con un diseñador de fondos y personajes que se pueden dibujar y/o personalizar dando rienda suelta a la imaginación de los alumnos/as; por otra parte, con un entorno de programación adaptado a la infancia en el que a través de un sencillo lenguaje, constituido por bloques con pequeñas instrucciones que se van uniendo como si de piezas de puzle se trataran, estos fondos y personajes cobran vida y se comportan siguiendo las órdenes lógicas que los jóvenes programadores establecen.

En las Figuras 1, 2, 3, 4 y 5 se muestran ejemplos de los softwares. Además, se pueden visualizar estos videojuegos creados por el alumnado en los siguientes enlaces: Scratch ([Cómico digital](#), [Scratch Carrera](#), [Scratch Space Invaders](#), [Scratch Snake](#), [Scratch Snake con código de programación](#), [Scratch Flappy fácil](#), [Scratch Flappy fácil 2](#), [Scratch Flappy difícil](#), [Scratch Esquivar](#), [Scratch Space invaders 2](#)); Kodu ([Interfaz y demo de Kodu](#)); Gamefroot ([Interfaz y demo de Gamefroot](#)); Microbit ([Microbit Space invaders](#)); y Minecraft ([Minecraft Reto Programación \(casa\)](#)).

Figura 1

Interfaz de Scratch

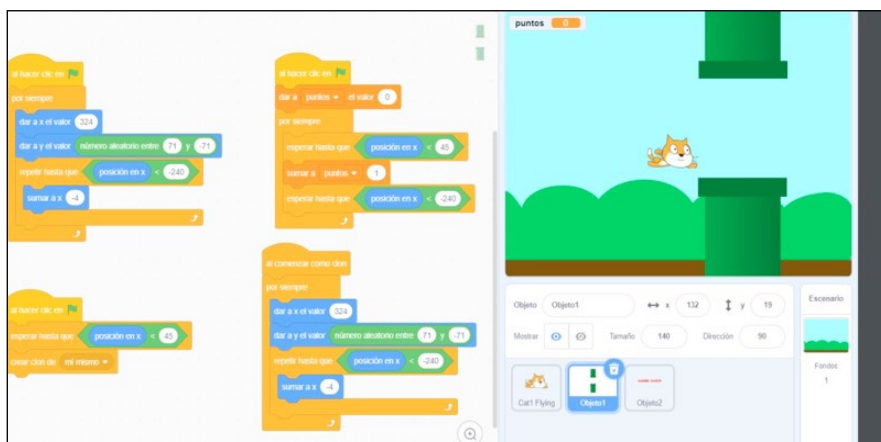


Figura 2

Interfaz de Kodu

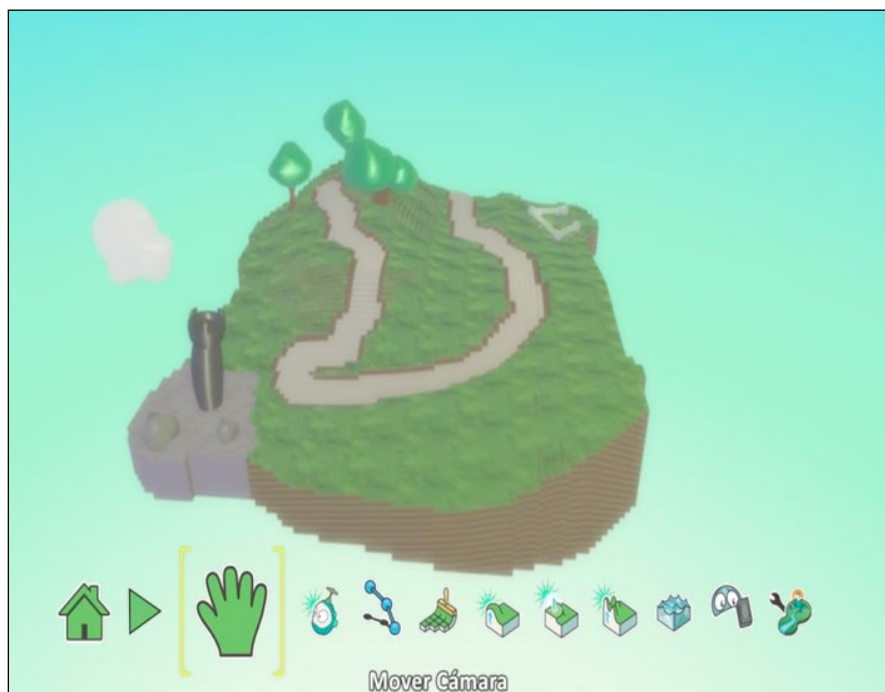


Figura 3

Interfaz de Gamefroot



Figura 4

Interfaz de Microbit

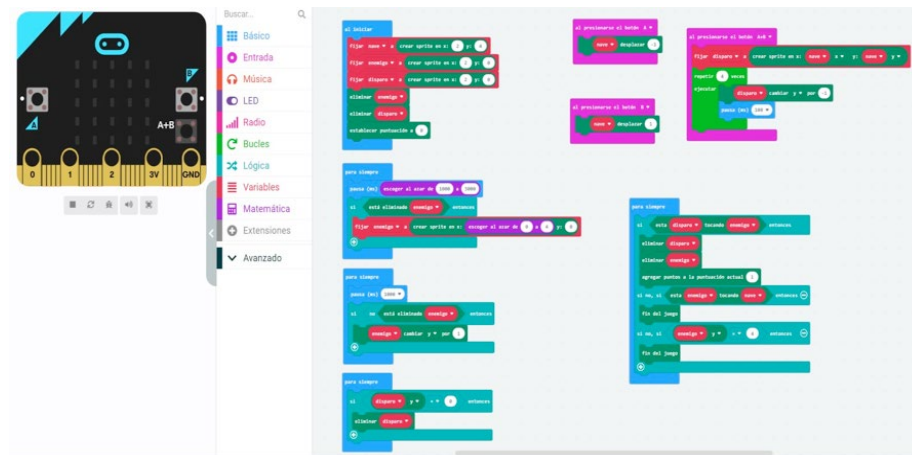


Figura 5

Interfaz de Minecraft



En el área Matemáticas los alumnos trabajaron la representación de objetos en el espacio: bidimensional, en el caso de *Scratch*, *Microbit* y *Gamefoot*; y tridimensional, en el de *Kodu* y *Minecraft*. En estos, se comprendieron y utilizaron los ejes de coordenadas para poder situar a sus personajes donde deseasen. También necesitaron emplear conceptos, operaciones y comparaciones lógico-matemáticas. Dentro del área de Ciencias de la Naturaleza trabajaron con magnitudes y conceptos físicos (velocidad, aceleración, gravedad, peso...), sobre todo, con el *framework* *Gamefoot*.

Del área de Educación Plástica y Visual se desarrollaron habilidades artísticas y conceptos de dibujo y diseño gráfico (espacialidad, tamaño, color, simetría, geometría, creatividad...). También del área Música y Danza, ya que se pueden integrar sonidos y melodías a nuestros videojuegos e historias.

En las áreas de Lengua Castellana y Literatura y de Lengua Gallega y Literatura los alumnos crearon, tanto individualmente como en grupos, un cómic o historieta animada (a modo de dibujos animados) en el *framework*

Scratch. A través de su elaboración, los discentes aprendieron los elementos y recursos literarios del cómic (bocadillos, líneas cinéticas, onomatopeyas, diálogos, secuenciación de la trama, personajes, espacios...).

Por último, también se promovieron aprendizajes del área de educación en valores cívicos y éticos a través del trabajo en equipo. En este caso, los primeros alumnos en realizar el proyecto fueron los de sexto curso (12 años) y, cuando lo finalizaron, se lo expusieron a los compañeros de quinto. Cada grupo presentó su historieta y les enseñó a utilizar el programa junto a la ayuda del profesor para que, eventualmente, también ellos fueran capaces de desarrollar sus creaciones propias. Del mismo modo, una vez finalizado el proyecto en este curso, el grupo de quinto ejerció el rol de profesor para enseñar al de cuarto y así sucesivamente. De esta forma, los alumnos mayores adquieren responsabilidad, se sienten útiles para los demás y desarrollan sus habilidades expositivas e interpersonales: el pensamiento lógico y computacional, la creatividad y la capacidad de resolución de problemas, así como la capacidad de organizar ideas, analizarlas, relacionarlas y representarlas.

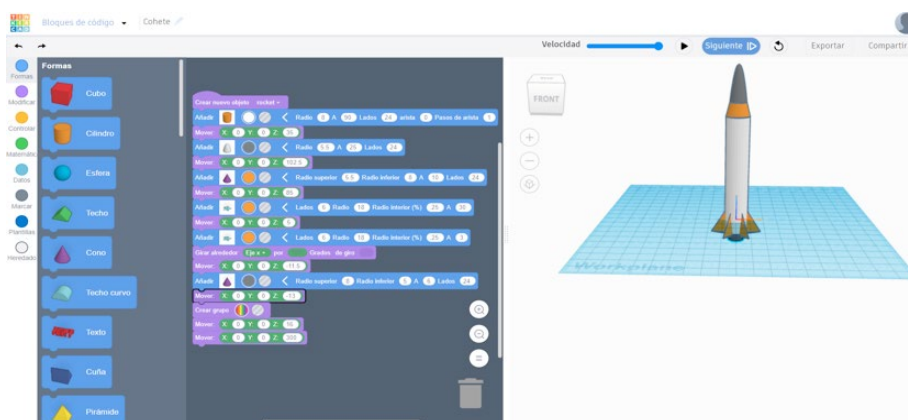
3.4.2 Proyecto de diseño e impresión 3D

El diseño y la impresión 3D es una tecnología con infinitas posibilidades educativas (Blázquez Tobías *et al.*, 2018). El introducir en los centros de enseñanza este tipo de dispositivos permite al alumnado desarrollar muchas de las habilidades, conocimientos y objetivos imprescindibles en la etapa de Educación Primaria como experimentación y expresión a través de medios, soportes y materiales de expresión plástica y visual, incluidos los formatos artísticos contemporáneos, elaboración de imágenes nuevas a partir de los conocimientos adquiridos y técnicas bidimensionales y tridimensionales en dibujos y modelados.

Estas destrezas se pudieron alcanzar a través de la utilización de entornos de diseño tridimensional, tales como *TinkerCad* o *FreeCad* e impresoras que permitieron la materialización de esos diseños virtuales. Gracias a estas herramientas, los alumnos pudieron trabajar con infinidad de formas geométricas en un plano digital, de manera que aprendieron a distinguir los distintos cuerpos (cubos, esferas, prismas, conos, formas irregulares...), sus propiedades (caras, aristas, vértices, tamaños, unidades de medida, proporcionalidad, simetría...) y las posibles transformaciones que estos pueden sufrir (cambios de escala, traslaciones, inversiones, rotaciones, reflexiones...). En la Figura 6 se muestra un diseño realizado en el *framework Tinkercad*.

Figura 6

Diseño 3D en Tinkercad



Otra característica interesante de este programa, *Tinkercad*, es que cuenta con un entorno de programación muy similar al de *Scratch*, *Microbit* o *Gamefroot*, con el que se pueden crear figuras y animaciones a través de la unión de bloques de código con pequeñas instrucciones. Esto pone de manifiesto la interconexión entre los distintos aprendizajes y cómo las habilidades que uno desarrolle pueden ser útiles en contextos que no parecen estar directamente relacionados en un inicio: el arte y la lógica computacional, en este caso. Se pueden visualizar algunas de las creaciones realizadas por el estudiantado en [Vídeo Impresora 3D](#).

Poniendo esta tecnología en relación con la metodología ABP, podemos ver cómo los pasos necesarios para la creación del producto final tangible (figura impresa) pueden vincularse a la perfección con las etapas desarrolladas en el marco teórico. Existe un primer paso de exposición de la cuestión y explicación del programa, una siguiente fase de exploración y pruebas para aprender a usar el *framework*, seguida de una de diseño y búsqueda de soluciones que, tras la ayuda del profesor, permite la creación final y su impresión.

3.4.3 Proyectos de robótica: Sumo robótico y olimpiadas de robótica (WRO)

La robótica adaptada a niños es una de las propuestas más interesantes para atraer a los más jóvenes al mundo de la ciencia y la ingeniería (García, 2015) y, al mismo tiempo, desarrollar habilidades de resolución de problemas, trabajo en equipo, pensamiento creativo y lógico entre otras. Además, la imaginación, el diseño, la creación o construcción, la programación y la puesta en funcionamiento de un robot es un proceso idóneo para llevar a cabo a través de la metodología de proyectos. Este proceso es largo y debe dividirse en tareas más pequeñas y asequibles, como veremos más adelante, y estas se pueden relacionar muy convenientemente con las etapas del ABP.

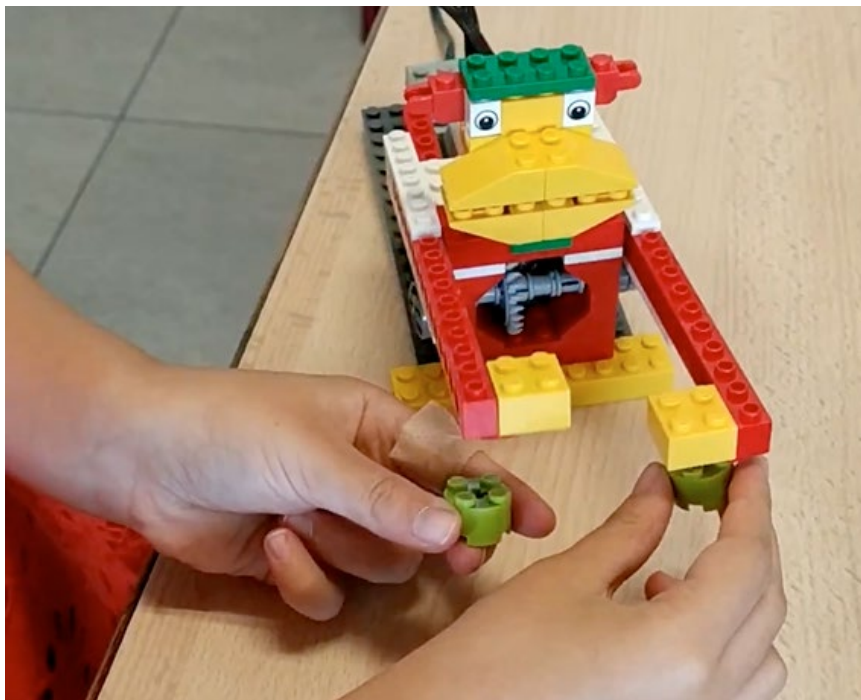
Se utilizó como material el pack de piezas de Lego Spike que cuenta con un software de programación muy fácil de usar y adaptado para todas las edades. Se contó para ello con bloques de programación con iconos que ejecutan acciones, tales como girar un motor, pararlo, aumentar su velocidad, esperar hasta que un sensor detecte algo... o bloques con instrucciones verbales que, igual que en las propuestas anteriores, se van uniendo unos a otros para enlazar instrucciones que, ejecutadas consecutivamente, conforman el programa del robot. En este caso se empleó el segundo modo, ideado para niños de Educación Primaria y Secundaria. Se formaron grupos heterogéneos, ya que las edades de los discentes abarcan de 9 a 12 años y para conseguir, así, que la competición final estuviese igualada en el caso del proyecto de Sumo.

Una vez formados los grupos, el profesor procedió a explicar cómo crear un robot, que participaría en un torneo de Sumo contra los robots de sus compañeros, con el objetivo de ser el último sobre el tablero. Se utilizaron para ello todas las piezas que deseasen de la caja que recibió cada equipo. Se realizó a lo largo de cinco horas. Se pueden visualizar los vídeos de las distintas creaciones en los siguientes enlaces: [Spike Sumo 1vs1](#), [Spike Sumo 1vs1 \(2\)](#), [Spike Sumo todos vs todos](#) y [Spike Sumo todos vs todos \(2\)](#).

El entorno de *Lego Spike* ofrece una gran cantidad de proyectos guiados, como *Lego Wedo*, que los alumnos pueden realizar de manera casi autónoma o con ayuda y que pueden ser ampliados por el profesor. Estos proyectos, junto a otros diseños autónomos de los alumnos construidos con piezas de *Lego Spike* o *Lego Wedo*, podrían servir como entrenamiento y aprendizaje para este torneo de Sumo ([Spike Bailarines](#), [Spike Bailarines con sensor de color](#), [Spike Mano robótica](#), [Wedo 2.0 Porteros](#), [Wedo 2.0 Coche con sensor de inclinación](#), [Wedo 2.0 Coche con sensor de ultrasonidos](#), [Wedo 2.0 Abeja](#), [Wedo 1.0 Mono con levas](#) y [Wedo 2.0 Renacuajo](#)). En la Figura 7 se muestra un ejemplo de uno de los robots construidos.

Figura 7

Robot con forma de mono



La primera fase, para los discentes, del proyecto, una vez formados los grupos, fue la *lluvia de ideas*. El debate se focalizó sobre cómo construir el robot, qué elementos incorporar en su creación, cómo debe funcionar y cómo programarlo para ello. Cuando se acordaron los elementos principales del robot, se procedió a su diseño. Para ello, se utilizaron diversas herramientas: un dibujo, un guion, un esquema...

Es necesario hacer hincapié en el peso del robot, su superficie, altura y centro de gravedad, la utilización de sensores, como el de ultrasonidos o de infrarrojos, para detectar el borde del tablero o a los otros robots, etc. Esto pone de manifiesto que con este tipo de proyectos se trabajan contenidos de Ciencias y Matemáticas, concretamente la Física y la Ingeniería. Los robots junto a sus motores, ejes, ruedas, engranajes, levas y poleas son una magnífica forma de enseñar mecánica básica a los jóvenes aprendices. Gracias a los sensores, se pudo explicar de forma sencilla y práctica el funcionamiento de las ondas de luz, de ultrasonidos, la aceleración, etc.

La siguiente fase consistió en el montaje del robot. Aquí cobró especial importancia la habilidad espacial que se desarrolló con increíble fecundidad a través de la elección y colocación de piezas en el espacio tridimensional que supuso la propia máquina.

El siguiente paso fue la programación. A través del razonamiento lógico y la aplicación de los conceptos previamente explicados por el profesor (funcionamiento de los sensores y de los bloques de programación, sobre todo), cada grupo programó a su robot. Se aplicaron conceptos matemáticos fundamentales como la medición de distancias, tiempos, velocidades o ángulos de giro, y se usaron operaciones y comparaciones matemáticas (sumas, restas, equivalencias...) y lógicas (y, o, no, bucles, condicionales...).

También se necesitaron movimientos automatizados y programación de un sensor que detectaba si el robot se estaba saliendo del tablero para corregir la trayectoria, persecución de otro robot a través de sensores ultrasónicos,

control remoto del robot utilizando sensores de color, táctiles o de inclinación, motores secundarios que movían brazos robóticos para golpear a otros robots, etc. Otra característica interesante es que algunas piezas robóticas de Lego pudieron conectarse con otros dispositivos, por ejemplo, con la controladora de *Microbit*, que se mencionó previamente en el apartado de creación de videojuegos. En este caso, sirvió de “cerebro del robot”. Se puede apreciar en el siguiente vídeo: Robot con Microbit (control remoto). Cuando los grupos estuvieron satisfechos con sus robots, el alumnado se reunió alrededor del tablero (una superficie ligeramente elevada del suelo). Cuando se dio la señal, cada grupo ejecutó el programa de su robot y se vio cuál fue el ganador.

Para la consecución de los retos propuestos por la Olimpiada Mundial de Robots o World Robot Olympiad (WRO), se le propuso al alumnado trabajar en equipos para diseñar, construir y programar un robot, con piezas de Lego Spike. Se buscaba simular la gestión de residuos en los océanos sobre un tablero en el que había dibujados unos barcos de colores. En cada barco se colocó un bloque de lego de un color que pudiese coincidir con el del barco o no. El robot debía acercarse a cada uno de los barcos y detectar con un sensor de luz el color del bloque que estaba colocado encima. Si los colores del bloque y del barco eran iguales, el robot debería dejarlo en su sitio; en cambio, si los colores no coincidían, debería llevárselo de alguna manera a la zona de reciclaje, como se muestra en este vídeo Robot Spike Gestión Residuos (WRO).

3.5 Evaluación

La evaluación de los tres proyectos llevados a cabo se ha realizado a través de la observación continua, cuyos resultados se han reflejado en una rúbrica, en la que los alumnos se autoevaluaron. Participaron un total de 85 alumnos. El resultado obtenido se muestra en la Tabla 1, en la que aparece la valoración media de cada uno de los indicadores evaluados.

Tabla 1

Evaluación docente

CUESTIÓN	VALORACIÓN (0-10)
Los problemas o cuestiones introductorias que plantean los proyectos eran interesantes	8,875
Tuvimos libertad para enfocar los proyectos a nuestra manera.	9,5
El aprendizaje era pasivo o activo	9,625
Los proyectos eran motivadores y divertidos	9,1875
Los proyectos eran útiles	8,975
Hemos aprendido a trabajar bien en equipo	8,25
Hemos usado la tecnología para aprender	9,75
Hemos aprendido cosas de asignaturas distintas y las hemos puesto en práctica en los proyectos	9,9375

Tras el análisis de la Figura 8, se puede extraer que un porcentaje elevado del alumnado ha manifestado que los proyectos han despertado su motivación. De esta manera, han aprendido a resolver problemas, al mismo tiempo

que participaban de forma activa y cooperativa, además de potenciar la interiorización de contenidos de distintas áreas de modo interdisciplinar. Con el fin de evaluar la consecución de los objetivos planteados, el docente llevó a cabo una autoevaluación a través de la observación continua de los diferentes parámetros previamente establecidos. En la Tabla 1, se puede observar detalladamente su alcance o, en su caso, su propuesta de mejora.

Tabla 2

Autoevaluación docente

OBJETIVO	CONSEGUIDO	EN PROCESO	NO CONSEGUIDO
Desarrollar competencial y holísticamente la personalidad del alumnado	X		
Crear entornos lúdicos	X		
Fomentar el pensamiento lógico y computacional	X		
Identificar las causas y consecuencias de la intervención humana en el entorno		X	
Desarrollar la capacidad de resolver problemas	X		
Expresar y comunicar de manera creativa ideas, sentimientos y emociones	X		
Diseñar, elaborar y difundir producciones culturales y artísticas	X		

Tras el estudio de los resultados de la Tabla 2, se puede colegir que los objetivos planteados en esta propuesta didáctica han sido logrados a través de los tres proyectos realizados. Es necesario mencionar que la identificación de las causas y consecuencias de la intervención humana en el entorno ha sido de dificultosa apreciación por parte del alumnado. Para ello, sería necesario trabajar alguna actividad en un futuro para mejorar este ítem y poder relacionar en mayor medida su calibre.

4. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, el alumnado que ha participado en estos proyectos tecnológicos valora muy positivamente tanto el proceso como su resultado. Así mismo, ha demostrado haber aprendido a programar videojuegos, imprimir en 3D e iniciarse en la robótica, todo ello mientras disfrutaba del proceso. Con el fin de prever qué propuestas de mejora se podrían establecer en un futuro, se llevó a cabo un análisis DAFO, cuyo resumen se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Análisis DAFO



La principal debilidad de este trabajo fue el tiempo de planificación requerido para cada uno de los proyectos. Por un lado, sería necesaria, seguramente, la implicación de un número mayor de docentes; por el otro, se percibió que algunas actividades pueden suponer una desvirtuación, por lo menos desde un análisis superficial, del proceso de enseñanza-aprendizaje. La amenaza más destacable fue el excesivo tiempo que debe pasar el alumnado delante de las pantallas, con todos los riesgos de salud que eso conlleva. También se requirió de una inversión económica considerable para adquirir los materiales. Finalmente, el tiempo fue otra importante amenaza, ya que, en ocasiones, obligó a adaptar las actividades a sesiones cortas.

Como fortalezas destacaron las habilidades motivadoras que ya se han descrito anteriormente: desarrollo cognitivo integral, pensamiento lógico-computacional, etc. Finalmente, las oportunidades fueron notables, sobre todo, de cara al futuro profesional y académico del alumnado, pues ofrecen bastante flexibilidad a la hora de organizar sesiones que se caracterizan por el aprendizaje autónomo y en equipo, además de proyectos individualizados.

5. REFERENCIAS

- Area, M. (2009). *Introducción a la tecnología educativa*. Universidad de La Laguna. <https://campusvirtual.ull.es/ocw/file.php/4/ebookte.pdf>
- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*. Trillas.
- Belda-Medina, J. (2021). ICTs and Project-Based Learning (PBL) in EFL: Pre-service Teachers' Attitudes and Digital Skills. *International Journal of Applied. Linguistics & English Literature*, 10(1), 63-70. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijalel.v.10n.1p.63>
- Blázquez Tobías, P. J., Orcos Palma, L., Mainz Salvador, J., y Sáez Benito, D. (2018). Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 8(1), 139-166. <https://doi.org/10.26864/pcs.v8.n1.8>
- Castañeda, A., Carrillo, J. y Quintero, Z. (2013). *El uso de las TIC en la educación primaria: la experiencia Enciclopedia*. Redie. <https://redie.mx/librosyrevistas/libros/usoticseducprim.pdf>
- Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K. R., Whalen, S. y Wong, M. (1993). *Talented teenagers: The roots of success and failure*. Cambridge University Press
- Davidson, C. N. (2012). *Now you see it: How Technology and Brain Science Will Transform Schools and Business for the 21st Century*. Penguin.
- Dewey, J. (2007). *Cómo pensamos. La relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo*. Ediciones Paidós Ibérica. <https://www.facilitadores-alfa.org/wp-content/uploads/2020/10/Como-pensamos.-Jhon-Dewey.pdf>
- Esport, M.-R. (2021). Khan, S. (2019). *La escuela del mundo*. Ariel, 246 pp. *Estudios Sobre Educación*, 40, 219-221. <https://doi.org/10.15581/004.40.40497>
- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46). <https://revistas.um.es/red/article/view/240201>
- Gómez, L y Macedo, J. (2010). Importancia de las TIC en la educación básica regular. *Investigación Educativa*, 14(25), 209-224.
- González Monteagudo, J. (2001). *John Dewey y la pedagogía progresista. El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI*. Graò.
- Heffernan, V. (2011). *Education Needs a Digital-Age Upgrade*. New York Times. <https://archive.nytimes.com/opinionator.blogs.nytimes.com/2011/08/07/education-needs-a-digital-age-upgrade/>
- Kilpatrick, W. H. (1918). *The project method*. [Teachers college record, Universidad de Columbia]. <http://www.educationengland.org.uk/documents/kilpatrick1918/index.html>
- Krajcik, J.S y Blumenfeld P.C. (2005). Project-Based Learning. En Sawyer, K. *The Cambridge Handbook of the Learning*. Cambridge University Press, 317-334.
- Krajcik, J. S., Czerniak, C., y Berger, C. (1999). *Teaching children science: A projectbased approach*. McGraw-Hill Humanities, Social Sciences & World Languages.

- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Visor.
- Moursund, D. (1999). *Project Based Learning Using Information Technology*. ISTE Publications.
- Pozuelos Estrada, F. J. (2007). *Trabajo por proyectos en el aula: descripción, investigación y experiencias*. Cooperación Educativa.
- Pozuelos Estrada, F. J., y Rodríguez Miranda, F. D. P. (2008). Trabajando por proyecto en el aula. Aportaciones de una investigación colaborativa. *Revista de Investigación en la Escuela*, (66), 5–27. <http://hdl.handle.net/11441/60835>
- Rivet, A. E., y Krajcik, J. S. (2004). Achieving standards in urban systemic reform: An example of a sixth grade project-based science curriculum. *Journal of research in science teaching*, 41(7), 669-692.
- Ruiz Martín, H. (2020). *¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. Graó.
- Serrano, L. (1945). *El método Montessori*. Losada.
- Teasley, S. D. (1997). *Discourse, Tools and Reasoning*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-03362-3_16
- Tonucci, F. (1990). *¿Enseñar o aprender? La escuela como investigación quince años después*. Graó.
- Viera Torres, T., (2003). El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. *Universidades*, 26, 37-43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37302605>
- Vygotsky, L. S., y Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Wigfield, A., y Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 68-81. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361476X99910159>
- Williams, M., y Linn, M. (2003). WISE Inquiry in fifth grade biology. *Research in Science Education*, 32(4), 415–436. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1022452719316>
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

Daniel Moriarty Pitarque Graduado en Educación Primaria por la Universidad de Vigo. Actualmente ejerce como Profesor Titular en el colegio O Castro British International School y como profesor de actividades de robótica y programación para niños de Educación Primaria y de Educación Secundaria, además de estudiar un máster en Educación Bilingüe en Español e Inglés. Su principal especialidad es la tecnología educativa en las etapas de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria, así como la enseñanza de idiomas y de Ciencias Sociales.

✉ danielmoriarty99@gmail.com

M^a Sandra Fragueiro Barreiro. Doctora en Química Analítica por la Universidad de Vigo. Actualmente ejerce como Profesora Titular en la Escuela Universitaria CEU de Magisterio de Vigo. Sus principales líneas de investigación se centran en el estudio e implementación de metodologías innovadoras en Ciencias Experimentales en las etapas educativas de Educación Infantil y de Educación Primaria.

✉ sandra.fragueirobarreiro@ceu.es