

Artículo de Investigación

Recursos TIC y robótica para la enseñanza de las ciencias: una experiencia con profesorado en formación inicial

ICT resources and robotics for science teaching: an experience with teachers in initial training

Nuria Castiñeira Rodríguez¹: Universidade de Vigo, España.

nuria.castineira@uvigo.es

Uxío Pérez Rodríguez: Universidade de de Vigo, España.

uxio.perez@uvigo.es

Fecha de Recepción: 30-05-2024

Fecha de Aceptación: 18-07-2024

Fecha de Publicación: 18-07-2024

Cómo citar el artículo (APA 7^a):

Castiñeira Rodríguez, N. y Pérez Rodríguez, U. (2024). Recursos TIC y robótica para la enseñanza de las ciencias: una experiencia con profesorado en formación inicial [ICT resources and robotics for science teaching: an experience with teachers in initial training]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-342>

Resumen:

Introducción: La sociedad actual se encuentra rodeada de medios digitales, por lo que la educación del S.XXI debe plantear nuevos espacios educativos para hacer frente a la era digital y tecnológica. En este contexto, se presenta una experiencia didáctica sobre fuerzas, llevada a cabo profesorado en formación inicial de Educación Primaria, con el objetivo de que conozcan las posibilidades de algunos recursos tecnológicos y la robótica educativa, para la enseñanza de las ciencias. **Metodología:** La experiencia de aula sigue el Modelo 5E, con el que se pretende valorar las posibilidades didácticas del modelo, así como de los recursos utilizados. Esta tuvo una duración de 5 sesiones presenciales, en las que han participado un total de 80 estudiantes. A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis cualitativo, teniendo en cuenta el producto final elaborado por el profesorado en formación inicial, además, de algunas de las verbalizaciones realizadas en aula. **Conclusiones:** Las principales

¹ Nuria Castiñeira Rodríguez: Universidade de Vigo, España.

conclusiones señalan que el desarrollo de la experiencia ha permitido que el profesorado en formación se aproxime a la educación científica para la sostenibilidad, pudiendo desarrollar sus competencias tecnocientíficas, y valorando las potencialidades del Modelo 5E y de los recursos utilizados.

Palabras clave: alfabetización tecnocientífica; educación científica; experiencia didáctica; formación del profesorado; fuerzas; modelo 5E; robótica; TIC.

Abstract:

Introduction: Current society is surrounded by digital media, so the education of the XXI century must propose new educational spaces to deal with the digital and technological era. In this context, a didactic experience about forces is presented, carried out for teachers in initial training of Primary Education, with the aim of making them aware of the possibilities of some technological resources and educational robotics, for the teaching of science. **Methodology:** The classroom experience follows the 5E Model, with the aim of evaluating the didactic possibilities of the model, and of the resources used. It took 5 classroom sessions, in which a group of 80 students participated. From the data obtained, a qualitative analysis was carried out, taking into account the final product elaborated by the teachers in initial training, as well as some of the verbalizations made in the classroom. **Conclusions:** The main conclusions point out that the development of the experience has allowed the trainee teachers to approach science education for sustainability, developing their techno-scientific competences and valuing the potential of the 5E Model and the resources used.

Keywords: technoscientific literacy forces; science education; didactic experience; teacher training; 5E model; robotics; ICT.

1. Introducción

La educación científica y la educación para la sostenibilidad son componentes fundamentales en las áreas de ciencias naturales y sociales dentro de los nuevos decretos educativos. La ciencia, como señala Pino-Perdomo (2023), pretende que la ciudadanía pueda comprender mejor el mundo que les rodea. Por lo tanto, una educación científica de calidad y accesible a todas las personas debe verse como una “concepción de propuestas educativas para los primeros años de vida que potencien espacios de exploración y relacionamiento con temáticas de alimentación, salud, energía, entre otros aspectos claves de la vida cotidiana” (Macedo, 2016, p.15). Asimismo, actualmente la sociedad se encuentra sumergida en un momento en el que diversos agentes buscan promover la sostenibilidad en las nuevas generaciones (UNESCO, 2017). Es en este punto donde cabe señalar la importancia de la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), la cual se menciona de forma expresa en estos nuevos decretos de currículo. Al incluirla, se busca que, la relación de las competencias clave a desarrollar en la ciudadanía con los grandes retos del siglo XXI propuestos en ella de sentido a los aprendizajes al acercar la escuela “a situaciones, cuestiones y problemas reales de la vida cotidiana, lo que, a su vez, proporcionará el necesario punto de apoyo para favorecer situaciones de aprendizaje significativas y relevantes, tanto para el alumnado como para el personal docente” (BOE, 2022, p.18).

Es así que, la existencia de profesorado alfabetizado a nivel científico y ambiental es necesaria para introducir las prácticas científicas y sostenibles desde edades tempranas, de forma que esto permita la comprensión de estos problemas, así como el desarrollo de competencias y la búsqueda activa de soluciones por parte de la ciudadanía (Moreno-Fernández, 2020). Así, la formación inicial del profesorado es necesaria para que este pueda desarrollar las competencias científicas y ambientales necesarias y llevar a sus aulas una

educación científica y para la sostenibilidad de calidad (Lorenzo, 2019). Por ello, es necesario dar a conocer al futuro profesorado secuencias de aprendizaje y recursos que le permitan integrar en sus futuras aulas la educación científica y para la sostenibilidad adecuadamente.

Asimismo, la ciudadanía actual se encuentra inmersa en un entorno dominado por los medios digitales. Por ello, la educación del siglo XXI debe prepararse para hacer frente a las necesidades sociales y educativas actuales, que demandan nuevas formas de pensamiento para afrontar los retos de vivir en la sociedad actual (Beneyto-Seoane y Collet-Sabé, 2018; Campal-García, 2019). Las escuelas deben estar preparadas para responder a la transformación digital, con la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) a las aulas, que implica nuevos espacios educativos, contenidos didácticos y metodologías de enseñanza, que requieren de un profesorado con formación en estos ámbitos (Ferrada y Días-Levicoy, 2023; Oyarzo, 2019). Por ello, es necesario formar personas capaces de comprender la funcionalidad de los medios digitales (Iglesias y Bordignon, 2020). Esta importancia se refleja también en el Real Decreto (BOE, 2022) y el Decreto Gallego (DOG, 2022) de Educación Primaria (EP), los cuales remarcan en 2 de sus 7 competencias clave, la importancia de una educación tecnológica y digital, debido al “cambio digital que se está produciendo en nuestras sociedades y que forzosamente afecta a la actividad educativa” (DOG, 2022, p. 49597). Así, es necesaria la existencia de profesorado formado en estas competencias, capaz de favorecer su adquisición por parte de su alumnado.

A nivel docente, existen varios marcos de referencia para orientar al profesorado en la incorporación de las TIC y la Competencia Digital (CD) en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Es así que, en el 2017 la Comisión Europea publicó el Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores (DigCompEdu) que desarrolla tres competencias digitales específicas (competencias profesionales, competencias pedagógicas y las competencias docentes para el desarrollo de la CD del alumnado) (Redecker, 2017), con el fin de que el profesorado aproveche todo el potencial de las TIC para la mejora educativa (Castañeira, Lorenzo-Rial *et al.*, 2022). A nivel nacional, el INTEF publica en el año 2017 (INTEF, 2017), basado en el DigCompEdu (Redecker, 2017), y posteriormente actualizado en el año 2022 (INTEF, 2022), el Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente. Este se compone de 6 áreas, y centrándonos en la de “Desarrollo de la competencia digital del alumnado”, el profesorado debe de ser competente en 5 aspectos fundamentales (Tabla 1).

Tabla 1.

Competencias del Área 6: Desarrollo de la competencia digital del alumnado

Competencia	Contenidos que la integran
De forma general deben desarrollar Estrategias pedagógicas para desarrollar la CD del alumnado	
Alfabetización mediática y en el tratamiento de la información	<ul style="list-style-type: none"> ~Navegación, búsqueda y filtrado de información ~Criterios de calidad para evaluar de fuentes de información y datos ~Estrategias de organización, tratamiento y recuperación de información y datos ~Actitud crítica hacia la calidad de las distintas fuentes de información
Comunicación, colaboración y ciudadanía digital	<ul style="list-style-type: none"> ~Tecnologías digitales que permiten comunicar, interactuar, compartir y colaborar ~Huella digital, reputación, identidad digital e ingeniería social ~Participación ciudadana a través de las tecnologías digitales ~Normas de comportamiento para comunicarse y colaborar en entornos digitales
Creación de contenidos digitales	<ul style="list-style-type: none"> ~Tecnologías digitales que permiten expresar y crear contenidos con medios digitales ~Derechos de autoría y de propiedad intelectual ~Estrategias de pensamiento computacional y programación.
Uso responsable y bienestar digital	<ul style="list-style-type: none"> ~Técnicas para la protección de dispositivos, datos personales y privacidad ~Prácticas saludables a la hora de utilizar las tecnologías digitales ~Riesgos y beneficios de las tecnologías digitales ~Tecnologías digitales, justicia social, protección del medioambiente y sostenibilidad

Resolución de problemas	~Normativa de protección de datos personales y garantía de derechos digitales
	~Estrategias para estimular el uso creativo y crítico de las tecnologías digitales
	~Conocimientos técnicos para la resolución de problemas
	~Fuentes y foros profesionales fiables para resolver dudas sobre las tecnologías
	~Uso de los servicios en línea
	~Recursos en línea y plataformas para desarrollar la CD de la ciudadanía

Fuente: Elaboración propia (2024). Adaptación de INTEF (2022).

Teniendo en cuenta esto, el profesorado debe desenvolver estas competencias con el objetivo de ser capaz de usar e integrar recursos digitales en sus aulas de forma adecuada (Prendes *et al.*, 2010), partiendo de la importancia de saber seleccionar, utilizar y/o crear los contenidos digitales valorando su calidad, entre otras (INTEF, 2022). Por ello, es importante que, desde la formación inicial del profesorado se realice una aproximación a diferentes recursos TIC, susceptibles de ser utilizados en el aula para una mejora de la calidad educativa.

1.1. Enseñar ciencias con recursos TIC y robótica

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 157/2022 y el Decreto gallego 155/2022 por los que se regulan las enseñanzas de la Educación Primaria, la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) implica la utilización de los métodos científicos para la comprensión del mundo, así como el pensamiento y representación matemáticos, la tecnología y los métodos de la ingeniería, de forma que esto permita la consecución de una ciudadanía comprometida, responsable y sostenible.

En este marco, resulta necesario plantear nuevas formas de acercar la ciencia al alumnado, debido a la aparición de nuevos contextos de aprendizaje, fruto de la inclusión de las TIC en los procesos de enseñanza (Cabero, 2010). En la actualidad, existen multitud de recursos TIC de fácil acceso y gratuitos, por lo que es necesario contar con un profesorado formado en los conocimientos y habilidades necesarias para incluir en el aula dichos recursos (Navy *et al.*, 2020) y estrategias que mejoren la calidad educativa en general, y la educación científica, en particular. En este sentido los recursos TIC pueden ayudar a innovar, así como a la mejora de la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, utilizando estas como un medio para poder alcanzar los resultados de aprendizaje deseados (UNICEF, 2017). Asimismo, como señalan Casado y Checa-Romero (2020), existen numerosos estudios que demuestran los efectos positivos de la robótica en el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas y la creatividad, habilidades necesarias para hacer frente a los desafíos del siglo XXI. Es así que, los recursos tecnológicos y la robótica, entre otras, si se incluyen en las secuencias de aprendizaje en aula pueden promover el interés por el aprendizaje, además de favorecer el desarrollo de otras áreas como la científica, la lógica-matemática, la resolución de problemas, y la creatividad; contribuyendo así al fomento de la Competencia STEM.

Teniendo en cuenta esto, la presente investigación surge con el objetivo principal dar a conocer al profesorado en formación inicial de Educación Primaria, una secuencia de aprendizaje de las ciencias, que incluye el uso de recursos TIC y robótica educativa, para que conozcan las posibilidades de integrarlos en sus aulas. Concretamente, en el presente estudio se plantea y pone en práctica una experiencia didáctica sobre fuerzas, siguiendo las fases del ciclo de aprendizaje de las 5E, el cual pretende propiciar en el alumnado el desarrollo de conceptos, actitudes y habilidades tecnocientíficas, de manera activa y colaborativa. De esta forma, se pretenden valorar las posibilidades didácticas del modelo planteado, así como de los recursos tecnológicos y la robótica, para la enseñanza de las ciencias.

2. Metodología

2.1. Contexto y participantes

En relación a la metodología de la investigación, la experiencia didáctica se llevó a cabo en el segundo cuatrimestre del curso académico 2023-2024, con alumnado del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Vigo (España). Esta fue desarrollada en el marco de la materia de Didáctica de las Ciencias Experimentales I, teniendo una duración de 5 sesiones presenciales, en las cual han podido participar un total de 80 estudiantes.

2.2. Instrumentos para la recogida y el análisis de evidencias

A partir de los datos obtenidos tras la experiencia, se ha llevado a cabo un análisis cualitativo. Este se ha realizado mediante el análisis documental, teniendo en cuenta el producto final elaborado por el profesorado en formación inicial, el cual consiste en un “Cuaderno de Laboratorio” realizado de forma grupal. Este recoge las diferentes tareas y productos elaborados a lo largo de las 5 sesiones, junto con las reflexiones realizadas en cada una de las fases que guiaron la experiencia. Además, se tuvieron en cuenta algunas de las verbalizaciones realizadas en aula por parte del profesorado en formación a lo largo de las diferentes sesiones.

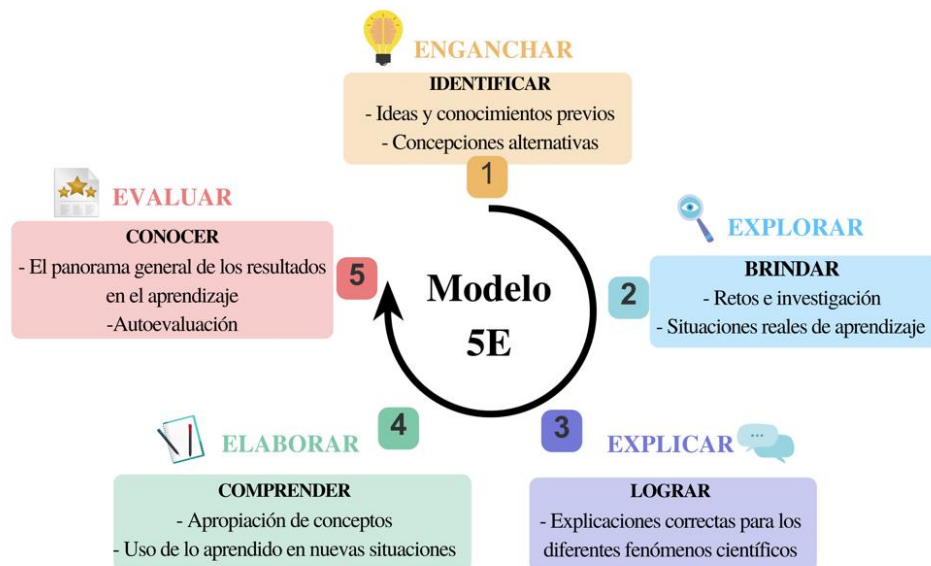
3. Experiencia didáctica

El diseño de la experiencia llevada a cabo con profesorado en formación inicial se basó en el paradigma socioconstruccionista, con un enfoque interdisciplinar de carácter global (Castellano y Peralta, 2020). En este sentido, se tomó como punto de referencia para el desarrollo de la experiencia, los conocimientos e ideas previas de las personas participantes, a partir de las cuales construyeron sus nuevos conocimientos, de forma activa y participativa (Jiménez-Liso, 2020; Tirado y Peralta, 2021). Por ello, el aprendizaje en esta experiencia se llevó a cabo a través de la indagación, recolección, análisis e interpretación de evidencias (Garzón y Martínez, 2017; Harlen, 2015). De esta forma, se pretende que el profesorado en formación adquiera las competencias y el conocimiento científico necesario para conocer los fenómenos que se dan en el mundo que les rodea.

Teniendo en cuenta esto, se llevó a cabo la elaboración de una experiencia didáctica siguiendo el Modelo de las 5E, el cual se creó en la década de los 80 con el objetivo de fortalecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias (Bybee *et al.*, 2006; Bybee, 2015). Este se compone de 5 fases (Figura 1), las cuales no son necesariamente consecutivas, pudiendo simultanearse unas con otras.

Figura 1.

Fases del Modelo de las 5E



Fuente: Elaboración propia (2024).

Cabe destacar que, resulta fundamental que el futuro profesorado de Educación Primaria adquiera las competencias necesarias, y en este caso más concretamente la Competencia STEM, para así ser quien de integrar en las experiencias didácticas con su alumnado los diferentes elementos del currículo. En este sentido, y en relación con la experiencia llevada a cabo en esta investigación, es importante que el profesorado en formación inicial vea y vivencie la ciencia como un proceso de investigación, en el cual, mediante la observación, la experimentación, la formulación de preguntas y la emisión de hipótesis, buscarán la forma de dar respuesta a los principales problemas sociales, siendo conscientes de los rápidos avances científico-tecnológicos. Así, podrán desarrollar las habilidades y destrezas necesarias para llevar a sus futuras aulas experiencias y prácticas contextualizadas y significativas para el alumnado, mediante las cuales puedan comprender el mundo que les rodea, cuidarlo, respetarlo y valorarlo. Así mismo, adquirir competencia en tecnología e ingeniería le permitirá aplicar esos conocimientos y metodologías propios de las ciencias favorecer una mejora social en un marco de seguridad, responsabilidad y sostenibilidad (DOG, 2022).

A continuación, se muestra un breve resumen de las diferentes tareas llevadas a cabo en cada una de las fases que guiaron dicha experiencia, especificando la finalidad docente que tiene cada una de ellas (Tabla 2).

Tabla 2.

Resumen de la experiencia

Fases modelo 5E	Finalidad docente	Actividades
Enganche	<ul style="list-style-type: none"> ~Introducción de la temática ~Identificar ideas y conocimientos previos sobre fuerzas y movimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ~Visualización del vídeo "La Pantera Rosa-Rosa Prehistórica" ~Explicación de cómo actúan las fuerzas algunas situaciones observadas en el vídeo ~Reflexión sobre la parte final del vídeo

		~Kahoot inicial sobre las fuerzas ~Nube de palabras de las fuerzas (Mentimeter)
Exploración	~Potenciar la experimentación y la observación activa ~Motivar a la formulación de preguntas y emisión de hipótesis ~Ofrecer diversidad de materiales y recursos para la interacción y relación con las fuerzas	~Experimentación sobre cambios de forma y movimiento ~Experimentación sobre la fuerza de gravedad ~Experimentación sobre la fuerza de empuje
Explicación	~Presentar los recursos necesarios para la comprensión y construcción de un discurso más técnico relativo al comportamiento de las fuerzas	~Lectura grupal de un texto sobre las fuerzas ~Representación de las fuerzas en imágenes ~Búsqueda de información sobre máquinas simples y compuestas (vídeos de YouTube)
Elaboración	~Promover el trabajo en equipo ~Exponer nuevos contextos para la aplicación de lo aprendido	~Diseño y construcción de una máquina sostenible con el kit Spike Prime de Lego <ul style="list-style-type: none"> ○ Investigación sobre la Agenda 2030 ○ Introducción a la programación por bloques (Code.org y Spike Prime)
Evaluación	~Permitir la autoevaluación del alumnado ~Valorar la evolución de los conocimientos	~Kahoot final sobre las fuerzas ~Mapa mental de lo aprendido (online) ~Reformulación de las explicaciones iniciales de " La Pantera Rosa-Rosa Prehistórica "

Fuente: Elaboración propia (2024).

4. Resultados

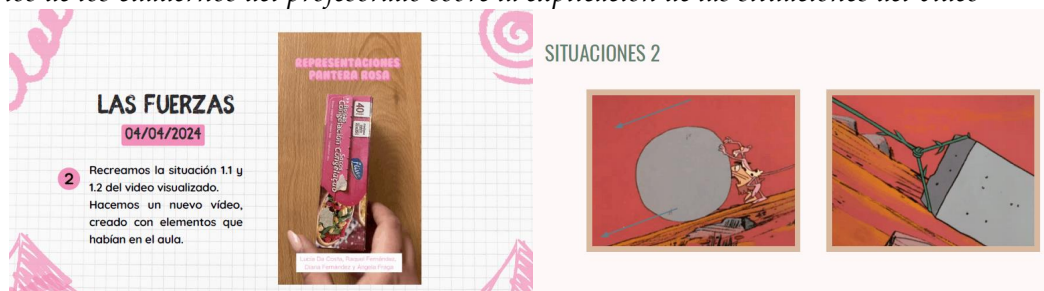
A continuación, se presentan los resultados y la discusión, organizados según las fases del Modelo 5E mediante el cual se realizó la experiencia.

4.1. Fase de *enganche*

En esta fase se llevó a cabo la introducción de la temática en el aula, así como la identificación de las ideas y conocimientos previos del profesorado en formación inicial sobre las fuerzas. Para ello se inició realizando la visualización del vídeo "La Pantera Rosa-Rosa Prehistórica". Así, a partir de las diferentes situaciones presentadas en el vídeo, el profesorado en formación inicial debía realizar, en grupos de 4-5 personas, una representación de dichas situaciones utilizando materiales cotidianos de los que se disponen en el aula (Laboratorio de Ciencias). En ellos debían hacer referencia a sus ideas y conocimientos previos sobre las fuerzas según lo que se representase en cada una de las situaciones del vídeo, y comentaron aspectos como que "el bloque de piedra cae por la fuerza de gravedad" o que "la forma de la bola facilita su desplazamiento sobre una pendiente" (Figuras 2 y 3).

Figuras 2 y 3.

Ejemplos de los cuadernos del profesorado sobre la explicación de las situaciones del vídeo



Fuente: Elaboración propia (2024).

Al finalizar, se realizó una puesta en común sobre los vídeos para conocer las ideas, dudas y planteamientos del resto de compañeras y compañeros; y se llevó a cabo un debate sobre la parte final del vídeo, en la que comentaron aspectos como que “hoy en día, en nuestra vida cotidiana estamos rodeados de acciones relacionadas con la fuerza”, valorando positivamente llevar temas al aula que sean cercanos a su futuro alumnado, pudiendo así partir de situaciones que surjan en el aula. También comentaron que “se puede ver cómo van creando vehículos que se desplazan gracias a la rueda” lo que implica que exista “una cantidad inmensa de coches desprendiendo CO₂ a la atmósfera, contaminando el mundo y siendo perjudicial para la salud de las personas”, señalando como en ocasiones “los avances no siempre son positivos”. Estas afirmaciones, han servido también para incorporar de forma transversal la sostenibilidad en la experiencia, tal y como se expondrá más adelante.

A continuación, se llevó a cabo la realización de un Kahoot (herramienta gratuita que permite crear juegos interactivos), con el que se proyectaron en la pantalla 10 preguntas relacionadas con las fuerzas, las cuales el profesorado en formación debía contestar y anotar las dudas que le surgieran a partir de estas, para poder resolverlas a lo largo de la experiencia didáctica. Esta serie de preguntas también generó un debate en aula, que permitió activar algunos conocimientos previos de algunas personas, así como señalar algunos aspectos de las fuerzas en los que no había consenso, como unas futuras líneas de investigación a lo largo de la propuesta.

Para finalizar, a modo de resumen, en gran grupo se realizó una nube de palabras (Figura 4) utilizando la aplicación Mentimeter, que permite la creación de estas en tiempo real. Así, cada persona del aula debía incluir en la aplicación 3 palabras o conceptos relacionados con las fuerzas y el movimiento, generando así un nuevo debate sobre sus ideas previas acerca de la temática.

Figuras 5 y 6.

Ejemplos de las experimentaciones recogidas en los Cuadernos de Laboratorio



Fuente: Elaboración propia (2024).

4.3. Fase de explicación

En esta fase se presenta al profesorado en formación inicial los recursos necesarios para poder obtener un conocimiento más técnico y científico sobre las fuerzas, así, puede ser quien de dar las explicaciones adecuadas a los fenómenos científicos trabajados en las actividades llevadas a cabo en las anteriores fases. A tal fin, se propuso la lectura grupal de un texto sobre las fuerzas, para posteriormente pasar a explicar las fuerzas, sus tipos, sus efectos y su representación en unas imágenes.

Es así que, tras haber realizado esto en los diferentes grupos de trabajo, se realizó una puesta en común señalando en dos imágenes (Figuras 7 y 8), quien ejercía la fuerza, quien la recibía, los vectores que las representaban, la fuerza resultante y el cambio que experimentaba el objeto/persona sobre el que se ejercía la fuerza; realizando así interpretaciones de los comportamientos de las fuerzas.

Figuras 7 y 8.

Ejemplos de la representación de las fuerzas por parte del profesorado en formación.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Para finalizar esta fase, se presentó en el aula una serie de vídeos de YouTube sobre las máquinas simples y compuestas, las cuales habían sido reconocidas en algunos casos en la fase de Enganche, pero desconociendo su nombre o sus funciones en muchos de los casos. De esta forma, el profesorado pudo resolver algunas de sus dudas iniciales, investigando sobre aquellos aspectos que no le habían quedado claros. Asimismo, se realizó una puesta en común para comprender en grupo correctamente el funcionamiento y la utilidad de estas, lo cual resultó fundamental para la siguiente fase.

4.4. Fase de elaboración

En la fase de elaboración, se pretende aplicar lo aprendido a nuevas situaciones o contextos, además de buscar promover el trabajo en equipo. Es así que, se propuso al profesorado en formación inicial la idea de crear una máquina que contribuyese a algún Objetivo para el Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, utilizando en este caso el Kit de robótica educativa Spike Prime de Lego Education. Esta tarea surgió, de los comentarios iniciales del profesorado en formación en la fase de Enganche, donde señalaban que el progreso y el avance en la creación de máquinas, había supuesto ciertos problemas que afectaban al medioambiente y a la salud de las personas, entre otras. De esta forma, se pudo incorporar la sostenibilidad de forma transversal dentro de la experiencia didáctica creada. Así mismo, y para mostrarles otro recurso que puede ser susceptible de utilizar en sus futuras aulas, así como de favorecer el desarrollo de la Competencia STEM, entre otras, se utilizó la robótica para llevar a cabo la tarea de esta fase.

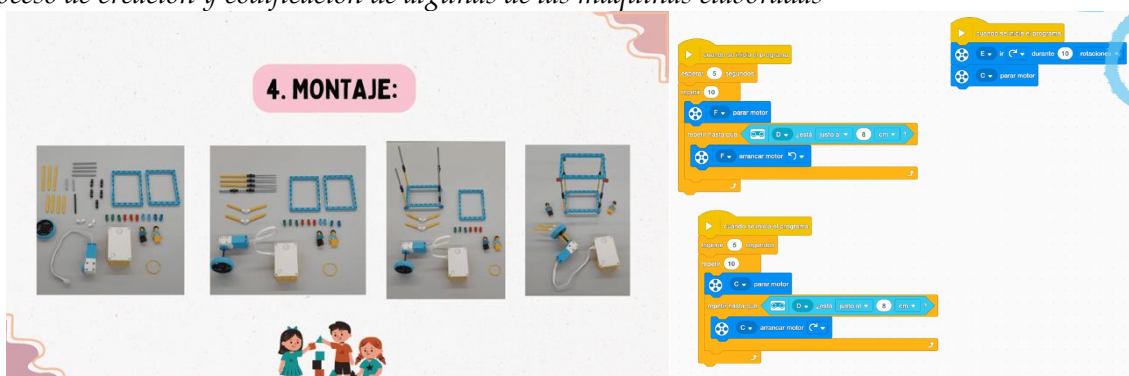
Para ello, y debido al desconocimiento de la Agenda 2030 por parte del profesorado en formación inicial, se llevó a cabo una investigación sobre esta, de forma que esto permitiese elaborar sus creaciones teniendo en cuenta uno o varios ODS, justificando su relación. También se llevó a cabo una introducción a la programación por bloques, necesario para programar los robots del Kit Spike Prime, mediante la realización de algunas pruebas en la web de Code.org y con la propia App de Spike Prime.

Una vez hecho esto pasaron al diseño y la construcción de su máquina sostenible con el kit Spike Prime de Lego Education, elaborando diferentes creaciones en los grupos de 4-5 personas (Figuras 9 y 10), y las cuales expusieron al resto de compañeros y compañeras en la última sesión (Figuras 11 y 12), explicando cómo actuaban las fuerzas en ellas, que tipo de máquina era, su funcionamiento y su contribución al Desarrollo Sostenible (Figuras 13 y 14).

De esta forma, el profesorado en formación inicial pudo aplicar los conocimientos aprendidos previamente, así como volver a observar algunos efectos de las fuerzas y sus tipos. También pudieron comprobar el funcionamiento de diferentes tipos de máquinas simples o compuestas, a la vez que trabajaban la creatividad y desarrollaban su competencia STEM. Asimismo, pudieron observar una secuencia en la que de forma transversal se trabajó, no solo la ciencia, sino también la sostenibilidad, así como la incorporación de un recurso que puede resultar verdaderamente motivador para el alumnado como es la robótica.

Figuras 9 y 10.

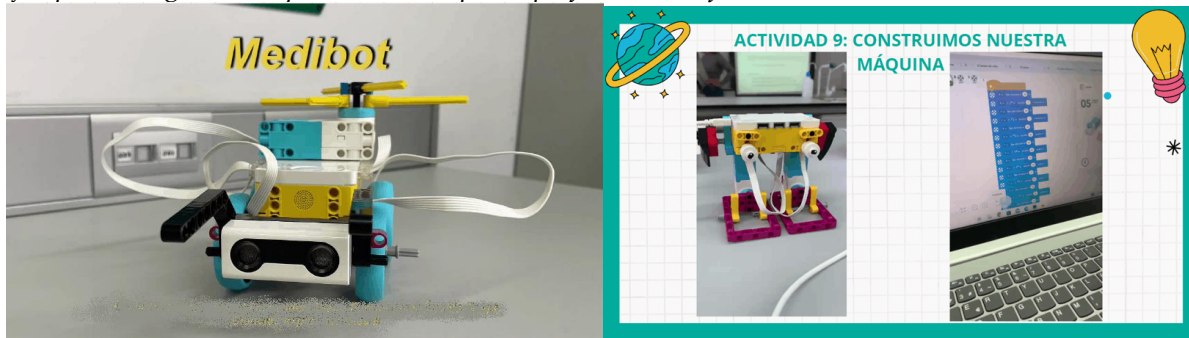
Proceso de creación y codificación de algunas de las máquinas elaboradas



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figuras 11 y 12.

Ejemplos de algunas máquinas creadas por el profesorado en formación inicial.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figuras 13 y 14.

Ejemplos de la relación de las máquinas creadas con la Agenda 2030.



Fuente: Elaboración propia (2024).

4.5. Fase de evaluación

En esta última fase se pretende permitir la autoevaluación y valorar la evolución de los conocimientos iniciales. Así, se comenzó realizando de nuevo el Kahoot inicial, pudiendo observar como las respuestas del profesorado en formación tras haber realizado la experiencia tenían un mayor o absoluto porcentaje de aciertos. Asimismo, la realización de este cuestionario permitió también observar aquellos aspectos en los que aún surgían dudas, y que tal vez se debería volver a profundizar.

Para llevar a cabo una reflexión sobre lo aprendido en la experiencia, en los grupos de trabajo el profesorado en formación elaboró un mapa mental con algunos recursos TIC (Canva, Popplet, Genially...). Asimismo, se llevó a cabo una reformulación de las explicaciones dadas en los vídeos iniciales en relación a las situaciones observadas en La Pantera Rosa – Rosa Prehistórica, pudiendo así realizar conexiones entre las ideas previas y lo aprendido tras la experiencia.

Para finalizar, se llevó a cabo una evaluación general de las sesiones, donde el profesorado en formación señaló aspectos como que mediante el uso del modelo de las 5E “hemos observado un proceso de aprendizaje significativo, en donde hemos contemplado diversas necesidades de formación”, lo que señala la necesidad de formación del profesorado en nuevas metodologías innovadoras para la enseñanza de las ciencias. También comentaron

aspectos relevantes como “el uso de diferentes recursos y la robótica hizo que las clases fuesen más amenas y divertidas”, valorando positivamente el uso de los recursos TIC o la robótica en sus futuras aulas de Educación Primaria.

5. Discusión y conclusiones

Las principales conclusiones extraídas de esta investigación señalan que el desarrollo de la experiencia ha permitido al profesorado en formación inicial aproximarse a la educación científica, pudiendo así desarrollar sus competencias tecnocientíficas. Asimismo, han podido trabajar de forma transversal la sostenibilidad, e incluir en la secuencia recursos TIC y robótica. Como señalan Means *et al.* (2016), llevar a cabo un proceso de enseñanza y de aprendizaje centrado en competencias STEM, permite desarrollar habilidades y destrezas que se relacionan con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, contribuyendo al desarrollo de habilidades necesarias también para hacer frente a los desafíos y problemáticas de la sociedad actual.

Asimismo, se han podido observar los beneficios de incluir en las aulas recursos TIC o la robótica educativa, ya que además de contribuir a los objetivos de la secuencia, favorecen también el desarrollo inicial de otras competencias y habilidades que ayudan al alumnado a dar solución a diferentes problemas de forma creativa y original, como puede ser el pensamiento computacional. De igual forma y como señalan Chen *et al.* (2018) y Arabit-García *et al.* (2021), la robótica educativa favorece la motivación y la actitud hacia los nuevos aprendizajes, así como al desarrollo de habilidades científicas, lo cual ha sido señalado también por el profesorado en formación que participó en esta experiencia didáctica, quienes comentaban que les parece novedoso trabajar con robots y recursos TIC y lo valoran como algo muy útil. Por lo tanto, ofrecer este tipo de experiencias desde su formación inicial puede servir para que el profesorado ponga en cuestión sus concepciones acerca de la enseñanza de las ciencias (Castañeira-Rodríguez, Pérez-Rodríguez *et al.*, 2022). A pesar de ello, la gran mayoría de participantes señaló su necesidad de formación en relación al uso, selección e integración de estos recursos en sus aulas. Por ello, es importante señalar que un punto importante para la mejora de la calidad educativa reside en la formación docente, tanto inicial como continua (Castañeda *et al.*, 2018). Y, en la sociedad actual rodeada de medios digitales, el profesorado debe alfabetizarse a nivel digital y científico (Goig Martínez, 2010) acorde a sus necesidades, las necesidades del contexto y el nivel educativo al que se vaya a dirigir.

Por otro lado, la experiencia didáctica ha permitido que el profesorado en formación valore las potencialidades didácticas que ofrece el Modelo de las 5E para la estructuración de secuencias de aprendizaje en sus futuras aulas, más concretamente para la enseñanza de las ciencias, valorando este de forma muy positiva para ser utilizado en Educación Primaria. Han podido vivenciar en primera persona como mediante las diferentes fases que integran este modelo han trabajado de forma activa, con motivación y partiendo de sus ideas previas para construir los nuevos aprendizajes mediante la indagación, la formulación de preguntas e hipótesis, dando explicación a los fenómenos observados y pudiendo aplicar lo aprendido a nuevos contextos.

Es así como, una vez finalizada la experiencia, se puede concluir que el cambio hacia metodologías más activas e innovadoras tiene resultados beneficiosos para el proceso de enseñanza y de aprendizaje. Asimismo, el profesorado en formación inicial pudo establecer relaciones entre la experiencia y el nuevo decreto de Educación Primaria en Galicia (DECRETO 155/2022), y como esta se enmarca principalmente dentro del Área de Ciencias de la Naturaleza, concretamente el Bloque 3. Materia, fuerzas y energía. Además, las

diferentes situaciones que se dieron en el aula, como la inclusión de la robótica como recurso o el hecho de trabajar la sostenibilidad a partir de la emisión de hipótesis inicial en relación a la contaminación ambiental, permitieron integrar aprendizajes de otras áreas de forma interdisciplinar y desde un enfoque STEM.

6. Referencias

- Arabit-García, J., García-Tudela, P. A. y Prendes-Espinosa, M. P. (2021). Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica. *Revista Iberoamericana De Educación*, 87(1), 173–194. <https://doi.org/10.35362/rie8714591>
- Beneyto-Seoane, M. y Collet-Sabé, J. (2018). Análisis de la actual formación docente en competencias TIC. Por una nueva perspectiva basada en las competencias, las experiencias y los conocimientos previos de los docentes. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación Del Profesorado*, 4(23), 45–57. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i4.8396>
- Bybee, R. (2015). *The BSCS 5E instructional model*. NSTA press. <https://static.nsta.org/pdfs/samples/PB356Xweb.pdf>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van, P., Powell, J. C., Westbrook, A. y Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *BSCS*. 5, 88-98. https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf
- Cabero Almenara, J. (2010). Los retos de la integración de las TIC en los procesos educativos. Límites y posibilidades. *Perspectiva Educacional, formación de profesores*, 49(1), 32-61. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3579891.pdf>
- Campal-García, F. (2019). Hacia una ciudadanía del s. XXI: formada, informada, responsable, dinámica, comprometida y libre, también desde las bibliotecas. *Desiderata*, 11, 34-41. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6885099>
- Castellaro, M. y Peralta, N. S. (2020). Pensar el conocimiento escolar desde el socioconstructivismo: interacción, construcción y contexto. *Perfiles Educativos*, 42(168), 140-156. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59439>
- Castiñeira Rodríguez, N., Lorenzo-Rial, M.A. y Pérez Rodríguez, U. (2022). Competencia digital docente para crear contenidos: autopercepción del profesorado en formación didáctico-científica de Galicia (España). *Educação E Pesquisa*, 48(continuo), e243510. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202248243510>
- Castiñeira-Rodríguez, N., Pérez-Rodríguez, U. y Lorenzo-Rial, M. A. (2022). Aprender a crear contenido digital interactivo para enseñar ciencias. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 15, 1-24. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m15.accd>
- Cheng, Y., Sun, P. y Chen, N. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & Education*, 126, 399–416. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518302033>

- Diario Oficial de Galicia [DOG] (2022). *DECRETO 155/2022, de 15 de septiembre, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la educación primaria en la Comunidad Autónoma de Galicia*. <https://bit.ly/3VAX6DF>
- Ferrada, C. y Díaz-Levicoy, D. A. (2023). Robótica, programación y una aproximación a la educación ambiental. *Transformación*, 19(1), 30-52. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2077-29552023000100030&script=sci_abstract
- Garzón, A. y Martínez, A. (2017). Reflexiones sobre la alfabetización científica en la educación infantil. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 10(20), 28-39. <http://doi.org/10.25115/ecp.v10i20.1010>
- Goig Martínez, R. M. (2010). La webquest como recurso para adquirir la competencia digital en la etapa de educación infantil. La necesidad de formación del profesorado en las TIC. En *Congreso Euro-Iberoamericano de Alfabetización Mediática y Culturas Digitales*, Sevilla, Universidad de Sevilla. <https://bit.ly/4bg71EC>
- Harlen, W. (2015). Trabajando con las grandes ideas de la educación en ciencias. *Programa de Educación en Ciencias (SEP) de la Red Global de Academias de Ciencias (IAP)*. Trieste, Italia: Programa de Educación en Ciencias (SEP) de la IAP, 70. <https://bit.ly/3VytwyM>
- Holmes, K., Gore, J., Smith, M. y Lloyd, A. (2018). An integrated analysis of school students' aspirations for STEM careers: Which student and school factors are Most predictive? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 655-675. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9793-z>
- Iglesias, A. y Bordignon, F. (2021). *Taxonomía de actividades desconectadas para el desarrollo de pensamiento computacional*. Universidad Pedagógica Nacional, Argentina, 22, 119-135. <https://bit.ly/3KSj3Jm>
- INTEF (2017). *Marco Común de Competencia digital Docente*. <http://bitly.ws/bYXV>
- INTEF (2022). *Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente*. http://aprende.intef.es/sites/default/files/2023-02/MRCDD_V06B_GTTA.pdf
- Jiménez-Liso, M. R. (2020). Aprender ciencia escolar implica aprender a buscar pruebas para construir conocimiento (indagación). En D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, J. A. Sacristán, y C. Refojo. *Enseñando Ciencia con Ciencia*. (pp. 53-62) https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2020/257911/ensciencie_a2020-53-62.pdf
- Kelley, T. y Knowles, J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11-22. <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lorenzo, M. A. (2019). *Educación, sustentabilidade e xénero: un achegamento didáctico ao cambio global oceánico mediante as TIC* [Tesis Doctoral, Didácticas especiais]. Universidade de Vigo. <https://bit.ly/3VyNI3C>
- Macedo, B. (2016). *Educación científica*. Repositorio MINEDU. <https://bit.ly/4eC4XcM>

- Means, B., Wang, H., Young, V. y Lynch, S. (2016). STEM-focused high schools as a strategy for enhancing readiness for postsecondary STEM programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 709-736. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.21313>
- Moreno-Fernández, O. (2020). Problemas socioambientales y educación ambiental. El cambio climático desde la perspectiva de los futuros maestros de educación primaria. *Pensamiento Educativo, Revista De Investigación Latinoamericana (PEL)*, 57(2), 1-15. <https://doi.org/10.7764/PEL.57.2.2020.3>
- Mpofu, V. (2020). A theoretical framework for implementing STEM education. *Theorizing STEM education in the 21st century*, 1-15. <https://doi.org/10.5772/intechopen.88304>
- Navy, S. L., Nixon, R. S, Luft, J. A. y Jurkiewicz, M. A. (2020). Accessed or Latent Resources? Exploring New Secondary Science Teachers' Networks of Resources. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(2), 184-208. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21591>
- ONU (2015). *Transformando nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. A/RES/70/1, Naciones Unidas. <https://bit.ly/3XOHgrN>
- Oyarzo, J. (2019). Las herramientas de la web 2.0 y su aplicación educativa. In: *Ocelli, M. et al. (ed.). Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos: recursos y experiencias didácticas*. v. 2. p. 10-23. <https://bit.ly/45Dkp4z3>
- Pino-Perdomo, F. (2023). Educación científica en educación infantil mediada por las tecnologías: una revisión sistemática. (2023). *Revista Innova Educación*, 5(3), 40-51. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.03.003>
- Prendes, M. P., Castañeda, L. y Gutiérrez Murcia, I. (2010) Competencias para el uso de TIC de los futuros maestros. *Comunicar*, 18(35), 175-182. <https://doi.org/10.3916/C35-2010-03-11>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 2 de marzo del 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu* (No. JRC107466). Centro Común de Investigación (sede Sevilla). <http://bitly.ws/HjdL>
- Tirado, F. y Peralta, J. (2021). Desarrollo de Diseños Educativos Dinámicos. *Perfiles Educativos*, 43(172). <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2021.172.59490>
- UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultural. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423.locale=es>
- UNICEF (2017). *Estado mundial de la infancia 2017. Niños en un mundo digital*. División de comunicaciones de UNICEF. <https://www.unicef.org/media/48611/file>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Castiñeira Rodríguez, Nuria; Pérez Rodríguez, Uxío. **Análisis formal:** Castiñeira Rodríguez, Nuria; Pérez Rodríguez, Uxío. **Curación de datos:** Castiñeira Rodríguez, Nuria; Pérez Rodríguez, Uxío. **Redacción-Preparación del borrador original:** Castiñeira Rodríguez, Nuria; Pérez Rodríguez, Uxío. **Redacción-Re-visión y Edición:** Castiñeira Rodríguez, Nuria; Pérez Rodríguez, Uxío. **Visualización:** Castiñeira Rodríguez, Nuria; Pérez Rodríguez, Uxío. **Supervisión:** Castiñeira Rodríguez, Nuria; Pérez Rodríguez, Uxío. **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Castiñeira Rodríguez, Nuria; Pérez Rodríguez, Uxío.

Financiación: Esta investigación recibió financiación a través del proyecto “Aprender a observar el entorno para desarrollar el pensamiento artístico, matemático y científico” de la Universidad de Vigo (PINE-FCCED2402).

Agradecimientos: Proyecto “Aprender a observar el entorno para desarrollar el pensamiento artístico, matemático y científico” de la Universidad de Vigo (PINE-FCCED2402).

AUTOR/ES:**Nuria Castiñeira Rodríguez**

Universidade de Vigo

Graduada en Educación Infantil y Máster en Investigación e Innovación en Didácticas Específicas para Educación Infantil y Primaria, y actualmente realizando el Doctorado en Equidad e Innovación en Educación (Universidade de Vigo). Cuenta con experiencia docente en las materias de Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza (Grado de Educación Infantil) y Didáctica de las ciencias experimentales (Grado de Educación Primaria). Investigadora en el Departamento de Didácticas Especiales, concretamente en el área de Didáctica de Ciencias Experimentales, en la Universidade de Vigo, con un contrato predoctoral. Forma parte del Grupo de investigación CIES: Colaboración, Innovación e Investigación para la Equidad Socio-Educativa de la Universidade de Vigo. Líneas de investigación: educación científica, educación para la sustentabilidad y tecnología educativa.
nuria.castineira@uvigo.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9219-1067>**Uxío Pérez Rodríguez**

Universidade de Vigo

Licenciado en Psicología y doctor en Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Soy actualmente Profesor Titular de Universidad del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidade de Vigo. Mis principales líneas de investigación están relacionadas con la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Trabajo particularmente sobre Formación inicial del profesorado, Educación Ambiental para la Sostenibilidad, Prácticas científicas, Enseñanza de la Astronomía y aplicaciones didácticas de la Historia de las Ciencias y las Técnicas.
uxio.perez@uvigo.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3815-4243>