

LUCHA CONTRA LAS ESPECIES INVASORAS: PRÁCTICAS STEAM Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

FIGHTING INVASIVE SPECIES: STEAM PRACTICES AND BIODIVERSITY CONSERVATION

Sofia Laura Costa⁽¹⁾; Margarida Rodrigues⁽²⁾; Fernando Martins⁽³⁾; Joaquim Bernardino Lopes⁽⁴⁾; Alexandra Sá-Pinto⁽⁵⁾; Inês Cardoso⁽⁶⁾; Cecília Costa⁽⁷⁾

(1, 2, 4, 5, 6 y 7) *Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores” de la Universidade de Aveiro (CIDTFF) (Portugal);* (3) *Instituto Politécnico de Coimbra (Portugal);* (6) *Instituto Politécnico de Santarém (Portugal)*

E-mail: slcosta@ua.pt⁽¹⁾; margarida.mabeca@gmail.com⁽²⁾; fmlmartins@esec.pt⁽³⁾; blopes@utad.pt⁽⁴⁾; xanasapinto@gmail.com⁽⁵⁾; mines.cardoso@ese.ipsantarem.pt⁽⁶⁾; mcosta@utad.pt⁽⁷⁾

ID. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5185-176X>⁽¹⁾; <https://orcid.org/0009-0003-5425-0806>⁽²⁾; <https://orcid.org/0000-0002-1812-2300>⁽³⁾; <https://orcid.org/0000-0001-9961-1538>⁽⁴⁾; <https://orcid.org/0000-0002-6049-110X>⁽⁵⁾; <https://orcid.org/0000-0003-2687-2424>⁽⁶⁾; <https://orcid.org/0000-0002-9962-562X>⁽⁷⁾

Recibido: 27/07/2023

Aceptado: 20/09/2023

Publicado: 02/10/2023

RESUMEN

Las especies invasoras son una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad en todo el mundo; Portugal no es una excepción. Es esencial cambiar las actitudes y el comportamiento de la

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad. DEDICA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

población, minimizando la introducción, dispersión y establecimiento de estas especies. La escuela puede contribuir a fomentar comportamientos proambientales en los estudiantes y, cuando está abierta a la comunidad, en otros agentes educativos como las familias. Este artículo informa sobre una práctica pedagógica STEAM que articula Ciencia con la Literatura. En esta intervención, los estudiantes analizan las amenazas a la biodiversidad por la presencia de especies invasoras. Este estudio se realizó en un contexto interdisciplinario en el que los estudiantes aprendieron y promovieron acciones de sensibilización comunitaria para la protección del medio ambiente y la erradicación de invasoras.

Palabras clave

Educación Primaria; Educación STEAM; enfoque interdisciplinario; plantas

ABSTRACT

Invasive species are one of the main threats to biodiversity conservation worldwide; Portugal is no exception. It is essential to change the attitudes and behavior of the population, minimizing the introduction, dispersion, and establishment of these species. School can contribute to fostering pro-environmental behaviors in students and, when open to the community, in other educational actors such as families. This paper reports on a STEAM pedagogical practice that articulates Science with Literature. In this intervention, students analyze the threats to biodiversity due to the presence of invasive species. This study took place in an interdisciplinary context in which students learned and promoted community awareness actions for the protection of the environment and invasive eradication.

Keywords:

Elementary Education; interdisciplinary approach; plants; STEAM education

Introducción

La historia del planeta Tierra está marcada por cinco eventos de extinción masiva, durante los cuales aproximadamente tres cuartas partes de todas las especies existentes se extinguieron en un corto periodo (Schuster, 2023). En la actualidad, debido a la acción humana, muchas especies y procesos ecológicos están en peligro de extinción (Cardinale et al., 2012), y varios investigadores

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad. DEDICA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

vienen advirtiéndolo de que podríamos estar provocando el sexto evento de extinción masiva (Ceballos et al., 2020).

La pérdida de biodiversidad amenaza el equilibrio de los ecosistemas y la supervivencia y el bienestar de nuestra especie, poniendo en peligro la salud y la economía, el acceso a diversos recursos (incluidos los alimentos) y otros servicios que nos brindan los ecosistemas (Cardinale et al., 2012). Así pues, urge promover actitudes y comportamientos en la población que favorezcan la conservación de la naturaleza y la protección de los ecosistemas y encontrar soluciones de desarrollo sostenible y medidas de protección del medio ambiente para frenar la pérdida de biodiversidad (Sin et al., 2022).

Este estudio se desarrolló en el año lectivo 2021/22, con una clase del 2.º año de escolaridad de una escuela pública en una zona rural cercana a una gran zona urbana del norte de Portugal. En este ambiente educativo, el aprendizaje emerge conectado con la naturaleza, potenciando aprendizajes significativos, ideados por Ausubel (1963). A través de una práctica que articula Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM), se coloca el foco en la conservación de la Naturaleza, y en el impacto de las Especies Invasoras (EI), un tema que surgió de las actividades de enseñanza y aprendizaje desarrolladas y de la concienciación que los estudiantes (con la docente) adquirieron sobre la importancia de combatir las Especies Invasoras (EI); por lo tanto, se convirtió en un tema de interés para la clase y para la docente. ¿Qué estrategias y artefactos didácticos se pueden considerar con el objetivo de realizar una práctica educativa que sensibilice a la comunidad para las cuestiones ambientales, en general, y a la necesidad de conservación de la naturaleza y erradicación de Especies Invasoras (EI), en particular? Vislumbrando una intervención en la Educación Primaria (EP), nos pareció que la elaboración de una práctica STEAM favorecería la integración de conocimientos y la movilización del público involucrado, por lo que esta fue nuestra opción, que describiremos a continuación.

Justificación y contexto

En los primeros años de la Escuela Primaria, los estudiantes comienzan a desarrollar representaciones de la Ciencia a través de la participación en actividades experimentales bajo la orientación del docente y de los científicos. Las interacciones entre estos agentes docentes pueden convertir a los estudiantes en sujetos activos sobre la Naturaleza, a través del desarrollo de la curiosidad, la disciplina intelectual y creativa y el pensamiento crítico (Candelier et al., 2021). Para dicho fin, el docente debe promover un ambiente de enseñanza que se base en la exploración de problemas reales, que, por lo tanto, permita la integración de diversas áreas del conocimiento que den cuenta de los diversos ángulos de análisis y tratamiento de estos problemas (Pasani & Amélia, 2021). Así, las prácticas pedagógicas desarrolladas en la educación STEAM (en adelante, prácticas STEAM) se presentan como una alternativa a las prácticas pedagógicas tradicionales, al ser innovadoras y promover un aprendizaje auténtico y significativo en los estudiantes (Costa et al., 2022; UNESCO, 2016). El proceso de construcción de esos aprendizajes involucra conocimientos previos, nuevos conocimientos y desarrolla habilidades y actitudes fundamentales para enfrentar las nuevas exigencias del siglo XXI (Ministério da Educação [ME], 2017). El estudio presentado aquí es un relato de una práctica STEAM, donde los estudiantes de la Escuela Primaria desarrollan aprendizajes relacionados con las amenazas a la biodiversidad y la necesidad de promover actitudes responsables hacia la Naturaleza. Con este estudio pretendemos mostrar una forma de explorar este tema en el aula, en la que son los estudiantes quienes catapultan las preguntas a investigar y deciden como, cuando y donde dar a conocer sus hallazgos. El profesor implicado asume el papel de mediador del conocimiento, facilitando el aprendizaje de los estudiantes, conduciéndoles hacia las respuestas que buscan y presentándoles a personas o instituciones que pueden ayudarles en este proceso. En particular, también pretendemos demostrar que la motivación de los estudiantes para aprender sobre las Especies

Invasoras (EI) influye en la implicación de las familias en la asignatura.

Conservación de la biodiversidad

El concepto de "biodiversidad" se entiende de diferentes maneras, según el contexto en el que se utilice, y abarca todos los tipos de vida en la Tierra, incluidos los procesos naturales (Andres et al., 2022). En este estudio, asumimos la definición de biodiversidad "diversidad genética intraespecífica, diversidad de especies y diversidad de ecosistemas" (Convention on Biological Diversity, 2006, pág. 2).

Actualmente la pérdida de biodiversidad es un enorme problema ambiental a nivel global (Ceballos et al., 2020). Este evento de extinción masiva es de origen antropogénico, siendo la introducción de Especies Invasoras (EI) en los hábitats naturales la segunda mayor amenaza para la biodiversidad (Schmeller et al., 2022).

Las Especies Invasoras (EI) son especies que se introducen en la Naturaleza, por acción humana (intencionada o accidentalmente), en lugares fuera de su área de distribución natural y se extienden de forma incontrolada, causando importantes impactos negativos sobre la biodiversidad, los ecosistemas, la salud humana y/o la economía (Riley, 2019).

Aunque la introducción de este tipo de especies puede ser ventajosa para la actividad económica, los impactos sobre la biodiversidad y los recursos naturales son catastróficos, con daños que se extienden a varias generaciones (Scalera et al., 2012). Para minimizar los impactos de la invasión de especies exóticas se requieren crear estrategias eficaces de prevención y gestión de estas especies (Welgama et al., 2022).

La escuela es un contexto privilegiado para la promoción de proyectos de educación ambiental que involucren tanto a la comunidad escolar como al medio ambiente circundante (Azevedo et al., 2022). La educación ambiental puede desarrollar en los

estudiantes su crecimiento intelectual, aumentando la sensibilización en torno a los problemas ambientales y promoviendo un cambio de actitud (Fonseca et al., 2021). Las actividades educativas abiertas a la comunidad, realizadas con el fin de promover actitudes positivas en los estudiantes hacia la conservación de la naturaleza, se consideran de relevancia (Costa et al., 2020), y han demostrado ser eficaces para promover en los estudiantes, el desarrollo de conocimientos, la implicación emocional y cambios de comportamiento fundamentales para la conservación de la biodiversidad (Fonseca et al., 2021). En cuanto a las Especies Invasoras (EI), varios estudios reportan actividades que tienen como objetivo sensibilizar a los estudiantes específicamente sobre el problema de las Especies Invasoras (EI). Reis et al. (2013) revelan que los estudiantes de 13 a 15 años, de varias escuelas del centro de Portugal, tienen conocimientos muy limitados sobre las plantas exóticas e invasoras. Sin embargo, la participación de estos estudiantes en actividades en las que fueron agentes activos contribuyó a que construyeran y retuvieran un conocimiento más efectivo, que les permitió ejecutar, interpretar, discutir y llegar a conclusiones por sí mismos. Ingram et al. (2022) abordaron el tema de las Especies Invasoras (EI) utilizando las prácticas STEM, desarrollando el pensamiento sistémico y las habilidades de toma de decisiones informadas de los estudiantes de 6.º año de escolaridad. Este estudio evalúa la eficacia de una estrategia de aprendizaje basada en el juego, durante el cual las decisiones informadas de los estudiantes, tomadas dentro del juego, fueron paralelas a las interacciones de los ecosistemas del mundo real. Maggiulli (2022) descubrió que, en los Estados Unidos, los enfoques utilizados en la enseñanza sobre Especies Invasoras (EI) no conseguían educar adecuadamente sobre los procesos de toma de decisiones éticas acerca de la gestión de Especies Invasoras (EI). Para colmar estas brechas, el autor propone el uso de comics para que los estudiantes exploren el tema de la gestión de las Especies Invasoras (EI).

Pessoa et al. (2019) evaluaron el impacto de una secuencia didáctica, para la Escuela Primaria, sobre el reconocimiento del

peligro de la introducción de especies exóticas y la predicción de su potencial invasor. Fue a través de juegos, actividades de modelización y planificación y ejecución de actividades experimentales que los estudiantes comprobaron hipótesis que explican los fenómenos causados por la introducción de Especies Invasoras (EI). Los resultados demuestran que la exploración de este tema contribuye al reconocimiento de los peligros de la introducción de especies exóticas.

La escuela es, pues, un contexto privilegiado para la formación de mentalidades y comportamientos, con la posibilidad de implicar a las familias y, por tanto, a la comunidad. De hecho, establecer la conexión escuela-estudiante-familia es de suma importancia (Castellano et al., 2021; Civil, 2020), ya que, en el caso que nos ocupa, los estudiantes pueden influir en las actitudes de sus padres, reforzando la importancia de la conservación de la naturaleza, ajustando sus conocimientos al lugar donde viven (Rosalino & Rosalino, 2012). Esta conexión con el contexto en el que se inserta la escuela también es fundamental, como hemos visto, para el desarrollo del aprendizaje significativo, de ahí también la construcción del itinerario de enseñanza-aprendizaje al que aquí nos referimos en una comunidad multidisciplinar – (Rocha et al., 2021).

Marco curricular

Los documentos oficiales portugueses para la Escuela Primaria (disponible en <http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>) incluyen varios aprendizajes relacionados con la conservación de la biodiversidad y la lucha contra las Especies Invasoras (EI), y con la necesidad de formar ciudadanos responsables que promuevan la sostenibilidad y la conservación de la Naturaleza. A continuación, presentamos el marco curricular correspondiente al 2.º año de escolaridad, ya que es donde se realizó el estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Apoyo curricular a la conservación de la biodiversidad - documentos oficiales de orientación para Educación Primaria (2.º año) en Portugal

Aprendizaje esencial (ME, 2018)		PASEO (ME, 2017)
Dominio	Conocimientos, capacidades y actitudes	Capacidades generales
Naturaleza	Reflexionar sobre los comportamientos y actitudes, experimentados u observados, que contribuyen al bienestar físico y psicológico individual y colectivo (p.6)	B – Información y comunicación D – Pensamiento crítico y creativo G – Bienestar, salud y medio ambiente
	Relacionar las características de los seres vivos (animales y plantas), con su hábitat (p.7)	
	Relacionar las amenazas a la biodiversidad de los seres vivos con la necesidad de desarrollar actitudes responsables hacia la Naturaleza (p.7)	
Sociedad/ Naturaleza/ Tecnología	Reconocer la existencia de bienes comunes a la humanidad (agua, aire, suelo, etc.) y la necesidad de su preservación (p.8)	
	Saber plantear preguntas sobre los problemas medioambientales de la zona donde viven, como el agua, la energía, los residuos, el aire y el suelo, y proponer soluciones (pp. 8-9)	

Fuente: Ministério de Educação, 2017, 2018b

Leyenda: PASEO - Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória.

Por todo ello, no basta con que los estudiantes tengan formación académica en conservación de la biodiversidad y lucha contra las Especies Invasoras (EI), sino que deben desarrollar habilidades que les permitan ser proactivos en la resolución de estos problemas.

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad. DEDICA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

Prácticas STEAM

Ya que Yakman (2008) presentó un modelo educativo que contempla las disciplinas tradicionales (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) y las estructura con el fin de obtener un currículo integrado que estas prácticas STEAM (Science-Technology-Engineering-Arts-Mathematics) han sido objeto de investigación (Costa et al., 2022). En Portugal, se conocen algunos proyectos que integran las prácticas STEAM en el currículo, por ejemplo: BiblioLab (Rocha et al., 2021) – bajo el cual se desarrolla este estudio –, ProSTEAM (Costa, Peixoto, & Ferreira et al., 2022) y STEAM City Kit (Raposo & Vairinhos, 2022).

Las prácticas STEAM se consideran innovadoras (Rocha et al., 2021), ya que implican activamente a los estudiantes en la resolución de problemas del mundo real, transformándolos en ciudadanos atentos, constructivos y reflexivos que utilizan el conocimiento que tienen sobre las áreas temáticas STEAM (Pasani & Amélia, 2021). Sin embargo, la literatura se refiere a algunas dificultades encontradas, por los docentes, para la implementación de estas prácticas: i) el hecho de que los materiales y actividades existentes se centran solo en una o dos de las áreas temáticas de la educación STEAM, sin integrarlas (Costa, Peixoto, & Ferreira et al., 2022); ii) los docentes son expertos solo en su materia y, en consecuencia, no tienen los conocimientos de contenido necesarios de otras áreas temáticas (Li et al., 2022); iii) los expertos no se consideran colaboradores en el proceso de *design* de las intervenciones pedagógicas (Costa, Peixoto, & Ferreira et al., 2022) o, cuando se les considera difíciles para los docentes, para gestionar el proceso de *design* de recursos y cambiar su acción de enseñanza expositiva a la enseñanza constructivista (Montés et al., 2023).

En las prácticas STEAM, los docentes deben estructurar sus aulas de forma que el contexto facilite el aprendizaje de los estudiantes (Rocha et al., 2021) creando condiciones para simular la forma en que las personas resuelven problemas desde y en el

mundo real, lo que estimula las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes (Mang et al., 2021).

El *design* de una práctica STEAM debe incluir habilidades de resolución de problemas en las que se integren habilidades de ejecución (ideas artísticas logradas a través de la interpretación y la presentación) (Quigley & Herro, 2019). Incluye habilidades cognitivas, de interacción y creativas (Quigley et al., 2020).

El docente debe construir un conjunto de sesiones a partir de uno o más problemas a trabajar en los que conecta varias disciplinas o áreas de conocimiento a través de la integración disciplinar (Ortiz-Revilla & Greca, 2020).

Las tareas propuestas por el docente deben ser auténticas y representativas de lo que se haría en el mundo real, y brindar la posibilidad de diversas formas de resolución (Mang et al., 2021) o preguntas marcadas por la diversidad múltiple de respuestas, donde no existe respuesta correcta (Quigley & Herro, 2019). La integración de las tecnologías en el aula, pretende construir y mejorar el aprendizaje de los estudiantes a través del uso de la tecnología por parte del estudiante (Herro et al., 2022). Esto significa que el estudiante tiene un papel central en su propio aprendizaje y hay una intencionalidad del docente en la forma de poner la tecnología a disposición de los estudiantes (Raposo & Vairinhos, 2022). El docente se presenta como mediador del conocimiento, estando a disposición de sus estudiantes, haciendo preguntas y guiándolos (Quigley et al., 2020).

Dado que las prácticas STEAM son prácticas innovadoras que todavía se están investigando, no se han encontrado estudios que relacionen estas prácticas en la Escuela Primaria (EP) y exploren el tema de las Especies Invasoras (EI). Sin embargo, existen algunos estudios que, aunque no identifican las prácticas como prácticas STEAM, tienen rasgos característicos y si abordan el tema de las Especies Invasoras (EI) en la Escuela Primaria (EP) desde el punto de vista de la fauna y la flora (e.g. Pessoa et al., 2019; Zollota et al., 2023).

En el estudio presentado por Zollota et al. (2023) en Florida, los estudiantes exploraron los conceptos de las Especies Invasoras (EI) y especies autóctonas y sus impactos en el medio ambiente. Mediante la inclusión de varios enfoques de aprendizaje activo, los estudiantes se dieron cuenta de que la hormiga roja de fuego (Especies Invasoras – EI) tiene un impacto negativo en la economía, el medio ambiente y la medicina. En el estudio presentado por estos autores, los estudiantes aumentaron significativamente sus conocimientos sobre las especies autóctonas y las Especies Invasoras (EI).

En el estudio presentado por Pessoa et al. (2019), los estudiantes experimentaron una secuencia didáctica que les permitió reconocer el peligro de introducir especies exóticas de flora y predecir su potencial invasor. En este estudio, los autores concluyeron que los estudiantes fueron capaces de formular hipótesis sobre fenómenos e impactos causados por especies exóticas y de identificar parámetros biológicos de interés. En consecuencia, los estudiantes también cambiaron su actitud hacia la introducción de especies exóticas.

En resumen, presentamos un estudio que responde a la necesidad detectada. A continuación, detallamos nuestro estudio, que se basa en prácticas STEAM que implican a estudiantes de Escuela Primaria (EP) en la exploración del tema de las Especies Invasoras (EI) (fauna).

Este relato de prácticas STEAM se presenta como innovador al exponer recursos educativos co-construidos por investigadores, docentes y diferentes organizaciones: una escuela, un Área Protegida (AP), una biblioteca escolar y una autarquía. Nuestro objetivo es contrarrestar la escasez de estos recursos co-construidos señalada en la literatura.

Descripción de la práctica educativa y su implementación

Este estudio se realizó en una escuela pública de Educación Primaria, situada en un municipio predominantemente rural, en un

Área Protegida (AP), en la periferia de una gran ciudad del norte de Portugal.

La clase participante fue una clase de 2.º año de escolaridad, compuesta por veinticinco estudiantes, de edades comprendidas entre los siete y los ocho años, edad normal. Desde el comienzo del año escolar 2020/21, esta clase ha estado llevando a cabo actividades (en un contexto formal y no formal) relacionadas con temas ambientales. La docente promueve la apertura de la escuela a la comunidad y, por ello, la participación de las familias es una constante. La clase está interesada, motivada y preocupada por el medio ambiente y todo lo que lo rodea.

La práctica STEAM fue co-construida en un equipo multidisciplinar con 6 docentes de educación primaria y secundaria, 2 representantes del Área Protegida y 6 investigadores de Ciencias de la Educación (expertos en Educación Científica, Educación Matemática y Educación Lingüística y Literaria). A partir de los intereses de los miembros de esta comunidad, se decidió que la práctica STEAM tendría como objetivo promover actitudes positivas en los estudiantes y sus padres hacia la conservación de la biodiversidad trabajando sobre el problema de las Especies Invasoras (EI). Seguimos Breckler (1984), para la definición de actitudes, considerando los componentes: afectivo, conductual y de conocimiento. En sesiones de trabajo colaborativo, esta comunidad ha co-construido, implementado y evaluado la práctica STEAM que ahora describimos. Esta práctica consiste en un auténtico escenario STEAM (modelo de planificación de una práctica STEAM) compuesto por tres sesiones. La pregunta conductora que guiaba toda la unidad STEAM era: ¿que son las Especies Invasoras (EI) y cómo podemos controlarlas? Durante las tres sesiones de la unidad STEAM (detalladas en los siguientes subapartados) estuvieron presentes, además de la docente de la clase, dos investigadores: uno en Educación Científica y otro en Educación Matemática.

Descripción de la 1.^a sesión (ver detalles de la 1.^a sesión en https://uapt33090-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/alexandrasapinto_ua_pt/Evc-WsyvvlMhwsTUkbn7OQBg9iglb-uVGadYOlbzyTh0A?e=UoM7OA)

En la primera sesión se desarrollaron actividades alineadas con los objetivos de aprendizaje presentes en los documentos oficiales portugueses y que pueden deducirse de los mismos (Ministério de Educação, 2017, Ministério de Educação, 2018b):

- Comprender un texto narrativo, movilizándolo la experiencia y los conocimientos.
- Desarrollar conocimientos semánticos, morfológicos y estilísticos sobre la lengua.
- Identificar y valorar la presencia de las matemáticas en la obra literaria y su importancia en la comprensión de la narración.
- Utilizar el diagrama de árbol y otras representaciones para demostrar comprensión, razonar y expresar ideas y procesos matemáticos.

Por lo tanto, la unidad STEAM se inició con la exploración de la obra literaria “*Cem sementes que voaram*” [Cien semillas que volaron] (Martins, 2017).

La docente leyó la historia a la clase y luego, en gran grupo, se resolvían preguntas motivadas por el texto, oralmente y anotando las ideas en un guion de exploración. En esta fase los estudiantes participaban activamente, exponiendo su punto de vista y argumentando las razones que lo apoyaban. Después de la aprehensión del significado global del cuento era importante orientarlos hacia la percepción y comprensión del texto literario ya que la obra literaria presentaba detalles que necesitaban ser registrados y respondidos.

Así, en algunos momentos de la historia, se resolvían cuestiones matemáticas presentes en el guion de exploración, que pretendían ayudar a los estudiantes en la comprensión del texto (e.g. Figura 1).

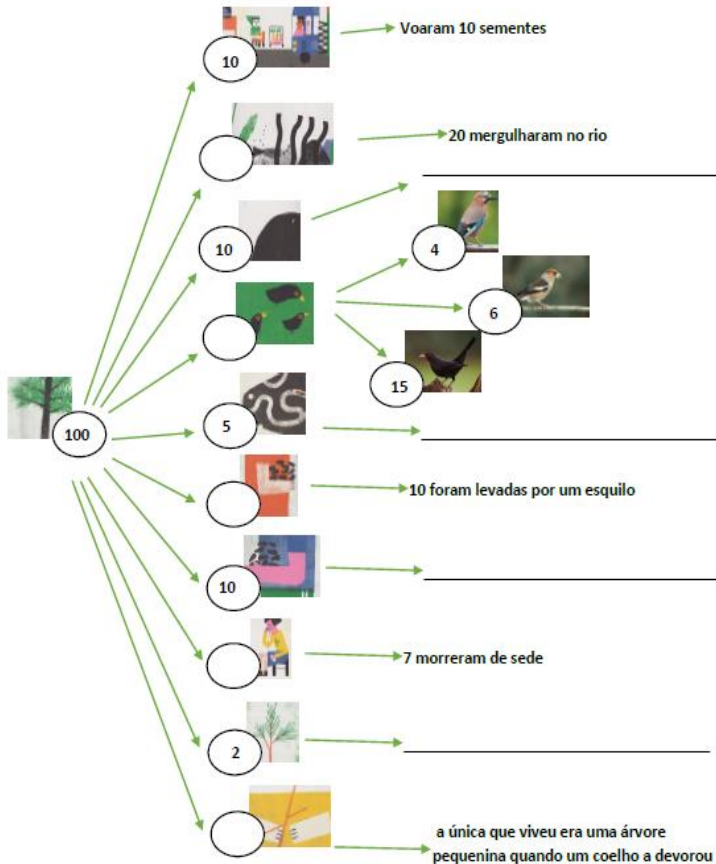


Figura 1. Tarefa de diagrama de árbol disponible en el guión de exploración (Fuente: digitalización tomada por el investigador).

El final de esta sesión está marcado por el intercambio de opiniones, motivado por una tarea diseñada para tal fin, en las que se hacen suposiciones con respecto al final de la historia.

Descripción de la 2.ª sesión (ver detalles de la 2.ª sesión en

<https://uapt33090->

[my.sharepoint.com/:f:/g/person/alexandrasapinto_ua_pt/Eh7siroYFkpNuTe883PTVgkBTfPiZVAQ5oG7_uuFvBJ67g?e=ebRHfW](https://uapt33090-my.sharepoint.com/:f:/g/person/alexandrasapinto_ua_pt/Eh7siroYFkpNuTe883PTVgkBTfPiZVAQ5oG7_uuFvBJ67g?e=ebRHfW))

Los objetivos de aprendizaje de esta sesión son (Ministério de Educação, 2017, Ministério de Educação, 2018b):

- Localizar, en el mapa, diferentes regiones relevantes para la clase.
- Distinguir las ventajas e inconvenientes del uso de *Google Earth* y la aplicación *Seek* en la vida cotidiana.
- Observar las características de las EI y autóctonas.
- Relacionar las características de las plantas con su *hábitat*.
- Asociar las amenazas a la biodiversidad con la necesidad de desarrollar actitudes responsables hacia la naturaleza.
- Escribir correctamente textos breves para expresar sentimientos.
- Apreciar la Naturaleza y dibujar el paisaje.

En esta sesión se trabajó el componente cognitivo, aclarando el concepto de EI, su ecología y sus impactos en el hábitat y también el componente afectivo, habiendo preparado una salida de campo cerca de la escuela, en una zona conocida por los estudiantes e importante para ellos.

La docente preguntó a la clase que se había abordado en la sesión anterior y si había algún espacio forestal cerca de la escuela que les permitiera analizar el territorio e identificar la presencia de Especies Invasoras (EI). La respuesta fue unánime: la zona de paisaje protegido donde estaba integrada la escuela. Este lugar era uno de los sitios localizados en el mapa a través de la *Google Earth*.

Fueron distinguidas las ventajas e inconvenientes de utilizar recursos tecnológicos.

La ubicación de la escuela en una zona paisajística protegida donde abundan las EI facilitó la realización de una salida de campo. Para ello, se preparó y entregó a los estudiantes un cuaderno de campo con tareas orientativas (Figura 2) y una guía de campo facilitada por el Área Protegida (AP). Basándose en este documento, los estudiantes identificaron las especies autóctonas que esperaban encontrar en la zona de la salida de campo y las anotaron en su cuaderno de campo. También identificaron las especies exóticas (invasoras y no invasoras) que podrían encontrar.

De vuelta al aula, la docente interrogó a los estudiantes sobre las especies que habían visto y las que esperaban ver. Durante el diálogo se plantearon preguntas e identificaron las especies en abundancia como Especies Invasoras (EI). A continuación, se planteó una pregunta de debate en grupo de trabajo: "¿Como crees que llegaron las Especies Invasoras (EI) a esta zona?". Las hipótesis propuestas por los estudiantes envolvían: viento; acción humana; viento y acción humana; traído por los pájaros.

Caderno de campo

Nome do grupo: _____


Elementos: _____

Data: _____ Ano: _____ Nº: _____ Turma: _____

Vamos continuar a explorar [REDACTED] Lembrem-se de olhar para cima, para baixo, a toda a volta para o descobrir e conhecer o melhor possível.

Antes da partida, leiam atentamente o guião para saberem quais as tarefas que terão de realizar.

Sempre que tiverem dúvidas, coloquem-nas à professora.



Indicação do percurso:

Sair da escola, atravessar a rua e virar um quarto de volta à direita. Na primeira oportunidade virar um quarto de volta à esquerda. Começa agora a nossa aventura!

Hora de saída da escola: _____ Hora de chegada à escola: _____

Estado do tempo: _____

Tarefa 1. Ao longo do percurso vamos encontrar espécies invasoras. Usa a APP Seek para te ajudar.

Assinalam com X as descobertas que vão sendo feitas.

Fetos
Silva
Silgueiros
Ameirol
Freixo
Sanguinhol
Narcao-marantinos
Gilbardeira
Sobreiro
Carvalhos
Sabugueiro
Orvalhinha


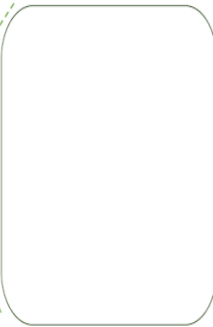
Pinheiro
Lauroiro
Pinheiro-bravo
Medronheiro
Tojo-comum
Queiro
Carqueja
Urze
Pinheiro-baboso
Rosmaninho
Mugos
Dedaieira

Tarefa 2. Durante a atividade observem as árvores e as suas sementes. Recolham 1 exemplar de algumas das sementes. Para isso usem as bolsas disponíveis no saco.

Pág. 1

Caderno de campo


Tarefa 3. Procura o teu espaço na natureza e senta-te. Regista as tuas observações: desenha o que vês. Usa o telemóvel para fotografares o que te chama mais a atenção.

Tarefa 4. Usa todos os teus sentidos para te inspirares.

A partir do que sentes, escreve uma carta à natureza.

Obrigada! A natureza agradece a vossa visita!



Pág. 2

Figura 2. Cuaderno de campo (Fuente: digitalización tomada por el investigador).

Tras esta sesión, se lanzó una tarea (desafío en familia) para que los estudiantes la realizaran con sus familias durante el fin de semana, para implicar a las familias en este proyecto: i) registrar los avistamientos de Especies Invasoras (EI) en la aplicación "Plantas invasoras"; ii) identificar las Especies Invasoras (EI) a través de la aplicación *Seek* y registrarlas gráficamente (dibujo) y por escrito (nombre científico y nombre común). Tras esta instrucción, la docente comenzó a recibir mensajes de las familias con preguntas relacionadas con las Especies Invasoras (EI) y con fotos de plantas, como una forma de compartir entre familias, pidiendo ayuda para identificarlas. Estos mensajes se recibían a través de *WhatsApp*, un medio de comunicación utilizado habitualmente por la clase, los padres y la docente para compartir curiosidades, dudas y descubrimientos. Los diálogos surgidos de este medio se compartieron después en clase con los estudiantes y en el *blog* de la clase.

En la "semana de las Especies Invasoras (EI)" (21 a 29 de mayo), los estudiantes enseñaron a sus familias como luchar contra las EI. Esta actividad tuvo lugar un sábado por la tarde a petición de una madre que pidió ayuda para eliminar Especies Invasoras (EI) de su terreno. La actividad se organizó entre las familias y la docente. Así, encontramos que los estudiantes enseñaron y motivaron a sus familias para esta causa (dimensión cognitiva y afectiva) también como hubo comportamientos para el cambio y, podemos decir, se adquirieron conocimientos para los cambios necesarios (dimensión actitudinal).

Descripción de la 3.^a sesión (ver detalles de la [3.^a sesión](#))

<https://uapt33090->

my.sharepoint.com/:f:/g/personal/alexandrasapinto_ua_pt/EnirfJDmSpxMvufD4Nmokl8BF6ZOXDymF-FulJcZY-32Mw?e=c5enKP)

Los objetivos de la 3.^a sesión son, una vez más, interdisciplinarios, referidos tanto a aprendizajes específicos de las distintas áreas (lingüística, matemática y científica) como a

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). *Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad*. DEDiCA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

aprendizajes y competencias más transversales (Ministério de Educação, 2017, Ministério de Educação, 2018b):

- Aprender a completar un mapa de planificación.
- Formular preguntas sobre los problemas medioambientales existentes en su localidad y presentar propuestas de actuación.
- Saber formular preguntas, plantear hipótesis, hacer inferencias, comprobar resultados y saber comunicar.
- Escribir textos coherentes y cohesionados, en particular escenas para una representación teatral.
- Recrear textos en diferentes formas de expresión (verbal, gestual, corporal, musical, plástica).
- Agrupar las semillas según sus características.
- Organizar los datos utilizando el registro *Tally Chart*.
- Utilizar una cinta métrica para medir distancias.
- Reconocer la dimensión multidisciplinar del teatro.
- Explorar las posibilidades motrices y expresivas del cuerpo.

En la tercera sesión se siguieron ideas de Afonso et al. (2021), ya que estos autores -en su artículo- demuestran que las actividades que emplean el trabajo experimental activo, en el que los alumnos crean hipótesis, planifican y llevan a cabo los procedimientos para ponerlas a prueba, pueden dar lugar a cambios en las preferencias y los comportamientos, lo que puede ser interesante para modificar actitudes.

En esta sesión la docente presenta un resumen de las hipótesis planteadas por los distintos grupos de trabajo en la sesión anterior para explicar como se habrían propagado las Especies Invasoras (EI). Partiendo de la hipótesis planteada por los estudiantes en la sesión anterior, de que las Especies Invasoras (EI) se propagaron por el viento, se plantea a la clase una nueva pregunta problema: ¿Cuales son los factores que podrían facilitar la capacidad del viento para dispersar las semillas? Los estudiantes plantearon 7 hipótesis. De entre ellas, los estudiantes eligieron, por

votación, la de que las semillas aplanadas volaban más lejos que las semillas con mayor grosor (más gruesas).

The image shows a handwritten planning card titled "CARTA DE PLANIFICAÇÃO". It is divided into several sections for planning an experiment. The sections and their handwritten content are:

- Questão-problema:** Será que as sementes achatadas voam mais do que as grossas?
- ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO**
- O que vamos manter...** A espécie de semente a velocidade do vento linear de mesma altura e mesma força ao lançar.
- O que vamos mudar...** A forma da semente.
- Como vamos registar os dados** (Empty box)
- O que vamos medir...** Distância ao sítio onde se atira.
- O que vamos fazer...** (Empty box)
- Do que precisamos...** papel, tesoura, fita métrica, régua, caneta, marcador.
- O que acho que vai acontecer e porquê...** (Empty box)

Figura 3. Ejemplo del momento de rellenar la carta de planificación (Fuente: fotos tomadas por el investigador).

La docente distribuyó a los estudiantes una ficha de planificación, con ayuda de la cual, en grupos, planificaron el experimento (Figura 3). Para ayudar al alumnado en esta tarea, se reprodujeron en la pizarra digital interactiva vídeos de Autores sobre como rellenar esta ficha.

Después de realizar el experimento (Figura 4), se pidió a los estudiantes que completaran la segunda parte de la carta de planificación, anotando sus observaciones y conclusiones a partir de la hipótesis inicial.



Figura 4. Momento de la realización del experimento (Fuente: fotos tomadas por el investigador).

La difusión pública del aprendizaje es parte integrante de las prácticas STEAM y fue planificada desde el comienzo de la Unidad STEAM. Así, después de la experiencia y observadas las evidencias, se celebró un diálogo para consolidar los aprendizajes adquiridos e identificar los principales aspectos que debían transmitirse a la comunidad. Se desarrollaron textos (obra de teatro y canciones), composición musical, grabación y edición de audio, danza, creación de atrezzo e invitaciones, entre otros. Por último, se celebró una presentación pública en un anfiteatro al aire libre situado en el Área Protegida. Con esto, se esperaba cambiar las actitudes hacia las cuestiones relacionadas con la biodiversidad (e.g. Fonseca et al., 2021).

Evaluación de la aplicación de la práctica STEAM y principales resultados

Esta actividad tuvo resultados relevantes en cuanto a la implicación de las familias y al aprendizaje de los estudiantes respecto a la pregunta inicial: ¿que son las Especies Invasoras (EI) y cómo podemos controlarlas?

En cuanto a la implicación de las 25 familias en el desafío, la participación fue baja (solo participaron 6 familias). Esta participación continuó, sin embargo, después del proyecto, ya que los padres de los estudiantes siguieron enviando fotos de Especies Invasoras (EI) y sus frutos a través de *WhatsApp* (aquí el número de familias que participó fue mucho mayor). La implicación de las familias también fue visible en la preparación y presentación de la teatralización que resultó de la reescritura de la obra literaria (Martins, 2017). Pero el signo más evidente procede de la organización por parte de los padres de una actividad de retirada de especies exóticas de una parcela y de su participación en las actividades de plantación de especies autóctonas (240 especies) organizadas por el Área Protegida (AP) (21 familias participaron).

La proximidad de la escuela a la comunidad fue notable. Los estudiantes compartían con sus familias lo que iban aprendiendo sobre las Especies Invasoras (EI) y como proteger el bosque de ellas.

Durante el proceso de redacción del texto final –que se recreará como teatralización–, los estudiantes pusieron de manifiesto su preocupación por el medio ambiente, indignados por la destrucción que puede causar la "invasión" de estas plantas. El objetivo de todos los grupos de trabajo era encontrar la forma de erradicar las Especies Invasoras (EI) de ese lugar.

Al final del año escolar, al evaluar las actividades desarrolladas por la clase en el aula, la docente de la clase inició un diálogo sobre los descubrimientos realizados y la evaluación de los estudiantes del proyecto desarrollado. Para ello, se creó una mesa redonda en la que los estudiantes hablaron cara a cara sobre como se sentían durante y después de la unidad STEAM. Los datos

resultantes se registraron en el tablero interactivo y se grabaron en audio, para luego ser escuchados y transcritos. En resumen, en voz de los estudiantes, se mencionaron las siguientes afirmaciones: “aprendimos cosas nuevas”; “me gustaron las actividades”; “me divertí mientras aprendía”; “me encantó trabajar con expertos, investigadores en matemáticas y biología”; “me gustó hacer la salida de campo”; “me gustó hacer actividades al aire libre”; “me gustó explorar el libro y el tema de los invasores”; “me gustó hacer la plantación con mis padres: me gustó el día de control de invasoras”; “me gustó hacer el teatro”; “me gustó trabajar en grupo”; “me gustó hacer identificaciones de especies con mi madre”.

Como vemos, los estudiantes tienen una actitud positiva hacia las actividades desarrolladas durante la unidad STEAM. Los estudiantes manifiestan su satisfacción por el desarrollo de nuevas actividades con nuevas temáticas, dándose cuenta de que les aportan nuevos conocimientos sin el peso del aprendizaje escolar tradicional. Por el contrario, existe un carácter lúdico en las actividades desarrolladas, que satisface a los estudiantes. El contacto con investigadores de diferentes áreas de conocimiento también fue uno de los aspectos positivos. Más de un estudiante mencionó como importante salir del aula, así como la implicación de la familia. El carácter interdisciplinar de esta unidad STEAM también fue apreciado por los estudiantes, ya que pudieron trabajar con diferentes áreas de conocimiento y crear momentos de intercambio y colaboración, como la creación de teatro y el trabajo en grupo.

Conclusiones e implicaciones

La práctica STEAM presentada muestra:

- Participación de los estudiantes en la resolución de un problema medioambiental para el que intentan aportar una solución. Los estudiantes consideraron importante la participación de la comunidad circundante (escuela, familia y Área Protegida – AP) y de los investigadores.

- Hubo oportunidades para que el aprendizaje se difundiera "fuera de las puertas de la escuela".

Durante el desarrollo de la unidad STEAM, los estudiantes estaban interesados e involucrados en resolver la pregunta impulsora. La presencia de biólogos del Área Protegida (AP) y de expertos en Educación Científica y Educación Matemática, potenció la discusión de los estudiantes respecto a contenidos específicos de Biología y Matemáticas. La docente de la clase asumió el papel de mediadora del conocimiento, lo que promovió la curiosidad de los estudiantes y su responsabilidad en la búsqueda de respuestas a la pregunta impulsora. Esta actividad culminó en un texto escrito por los estudiantes, que fue la base de la teatralización, en el que se ponen de manifiesto los aprendizajes construidos en las diferentes materias a lo largo de la unidad STEAM.

La unidad STEAM que describimos es flexible. Se puede adaptar al contexto educativo y a las características de la clase e implementar en otros años de escolarización y en otros ciclos educativos.

Para estudios futuros, aconsejamos que tengan en cuenta la época del año (para la recogida de semillas en la Naturaleza o utilizar un banco de semillas) y el lugar donde desarrollan la salida de campo (garantizar que es un lugar donde abundan las Especies Invasoras (EI) y también datos sobre el aprendizaje de los estudiantes y sus padres.

Referencias

Afonso, L.; Aboim, S.; Pessoa, P.; Sá-Pinto, X. (2021). The taste of biodiversity: Science and sensory education with different varieties of a vegetable to promote acceptance among primary school children. *Public Health Nutrition*, 24(8), 2304-2312. <https://doi.org/10.1017/S1368980020004371>

Andres, S.; Standish, R.; Lieurance, E.; Mills, C.; Harper, R.; Butler, D.; Adams, V.; Lehmann, C.; Tetu, S.; Cuneo, P.; Offord, C.; Gallagher, R. (2022). Defining biodiverse reforestation: why it matters for climate change mitigation and biodiversity. *Plants, People, Planet*, s. n., 1-12. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10329>

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad. *DEDICA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES*, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <https://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

Ausubel, D. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.

Azevedo, H.; Soares-Silva, I.; Fonseca, F.; Alves, P.; Silva, D.; Azevedo, M. (2022). Impact of educational gardens and workshop activities on 8th-grade student's perception and knowledge of plant Biology. *Education Sciences*, 12(9), s. p. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI12090619>

Breckler, S. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47(6), 1191–1205. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.47.6.1191>

Candelier, K.; Mouelle, P.; Ocaña, A.; Batteux, M.; Manzanares, E.; Clair, P.; Ansour A. (2021). Accompagner la découverte scientifique des arbres par de jeunes élèves (Creil, França). *Bois et Forêts des Tropiques*, 349, 85-94. <https://doi.org/10.19182/bft2021.349.a36792>

Cardinale, B.; Duffy, J.; Gonzalez, A.; Hooper, D.; Perrings, C.; Venail, P.; Narwani, A.; MacE, G.; Tilman, D.; Wardle, D.; Kinzig, A.; Daily, G.; Loreau, M.; Grace, J.; Larigauderie, A.; Srivastava, D.; Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>

Castellano, C.; Morcillo, R.; Marcilla, A.; Cintas, S.; Torregrosa, M. (2021). ¿Es factible cambiar la enseñanza de las ciencias en primaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 135-156. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3260>

Ceballos, G.; Ehrlich, P.; Raven, P. (2020). Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(24), 13596–13602. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922686117>

Civil, M. (2020). Famílias como recursos para a aprendizagem e o ensino da matemática. *APeDuC Journal*, 1(2), 186-193. <https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/136>

Convention on Biological Diversity (2006). *Article 2. Use of Terms*. <https://www.cbd.int/convention/articles/?a=cbd-02>. Visitado a 21-01-2023.

Costa, M.; Peixoto, F.; Ferreira, N.; Silva, J.; Monteiro, V. (2022). ProSTEAM—promover o ensino das STEAM no âmbito de um projeto Erasmus+. *Ciências da Sustentabilidade em Língua Portuguesa-XXIII Encontro de Estudos Ambientais dos Países de Língua Portuguesa*, 15, 620-623.

Costa, R.; Loureiro, R.; Sánchez, C. (2020). Da lama ao caos: uma proposta para a formação de professores na interface entre a educação

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). *Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad*. DEDiCA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

ambiental de base comunitária, cinema e mudança climática. *APEDu Journal*, 1(1), 161-167.

Costa, S.; Lopes, J.; Costa, C.; Martins, F. (2022). Educação e práticas STE(A)M: uma revisão sistemática. In Martins, F.; Pinto, R.; Costa, C. (eds.), *Artefactos digitais, aprendizagens e conhecimento didático: contributos para promover a compreensão da Matemática* (pp. 164-213). IPC – ESEC.

Fonseca, C.; Sá-Pinto, X.; Dinis, H.; Vasconcelos, R. (2021). Shooting skinks for good: producing a movie improves attitudes towards a threatened species. *Science of the Total Environment*, 15(791):148356. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148356>

Herro, D.; Quigley, C.; Plank, H.; Abimbade, O.; Owens, A. (2022). Instructional practices promoting computational thinking in STEAM elementary classrooms. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 38(4), 158-172. <https://doi.org/10.1080/21532974.2022.2087125>

Ingram, E.; Keshwani, J.; Keshwani, D.; Binfield, J. (2022). Prairie protector: systems thinking and STEM-informed decision-making in agroecosystems through game-based learning. In *2022 ASEE Annual Conference & Exposition*.

Li, J.; Luo, H.; Zhao, L.; Zhu, M.; Ma, L.; Liao, X. (2022). Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching: a design-based research study. *Sustainability*, 14(16), 10333. <https://doi.org/10.3390/SU141610333>

Maggiulli, K. (2022). Teaching invasive species ethically: using comics to resist metaphors of moral wrongdoing & build literacy in environmental ethics. *Environmental Education Research*, 28(9), 1391–1409. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2085247>

Mang, H.; Chu, H.; Martin, S.; Kim, C. (2021). An SSI-based STEAM approach to developing science programs. *Asia-Pacific Science Education*, 7(2), 549-585. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10036>

Martins, I. (2017). *Cem sementes que voaram* (Y. Kono, Illus.). Planeta Tangerina.

Ministério da Educação (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Editorial do Ministério da Educação e Ciência.

Ministério da Educação (2018). *Aprendizagens essenciais: Estudo do Meio (2.º ano)*. Ministério da Educação.

Montés, N.; Zapatera, A.; Ruiz, F.; Zuccato, L.; Rainero, S.; Zanetti, A.; Gallon, K.; Pacheco, G.; Mancuso, A.; Kofteros, A.; Marathefti, M. (2023). A novel methodology to develop STEAM projects according to national

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). *Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad*. DEDICA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

curricula. *Education Sciences*, 13(2), 169.
<https://doi.org/10.3390/educsci13020169>

Ortiz-Revilla, J.; Greca, I. M. (2021). Intentions towards following Science and Engineering studies among primary education pupils participating in integrated STEAM activities. En Herrero, A.; Cambra, C.; Urda, D.; Sedano, J.; Quintián, H.; Corchado, E. (eds.), *11th International Conference on European Transnational Educational (ICEUTE 2020)* 11 (pp. 40-49). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57799-5_5

Pasani, C.; Amelia, R. (2021). Introduction of the integrative STEAM approach as a learning innovation in the COVID-19 pandemic in South Kalimantan. *Journal of Physics: Conference Series*, 1832(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012029>

Pessoa, P.; Sá-Pinto, X.; Cardia, P.; Pinto, A. (2019). Valorizar e preservar o patrimônio natural explorando as espécies invasoras. *Comunicações*, 26(2), 213-242. <http://dx.doi.org/10.15600/2238-121X/comunicacoes.v26n2p213-242>

Quigley, C.; Herro, D. (2019). *An educator's guide to STEAM: engaging students using real-world problems*. Teachers College Press.

Quigley, C.; Herro, D.; King, E.; Plank, H. (2020). STEAM designed and enacted: understanding the process of design and implementation of STEAM curriculum in an elementary school. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 499–518. <https://doi.org/10.1007/S10956-020-09832-W>

Raposo, R.; Vairinhos, M. (2022). STEAM city kits: a project for primary schools that combines storytelling, hands-on activities, and physical computing. *Human Review. International Humanities Review*, 11, 1-15. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3979>

Reis, C.; Marchante, H.; Freitas, H.; Marchante, E. (2013). Public perception of invasive plant species: assessing the impact of workshop activities to promote young students' awareness. *International Journal of Science Education*, 35(4), 690–712. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.610379>

Riley, S. (2019). Listening to nature's voice: invasive species, earth jurisprudence and compassionate conservation. *Asia Pacific Journal of Environmental Law*, 22(1), 117–136. <https://doi.org/10.4337/APJEL.2019.01.06>

Rocha, J.; Pessoa, P.; Gomes, J.; Sá-Pinto, X.; Lopes, B. (2021). BiblioLab project: teachers, parents and students' perspectives about the

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). *Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad*. DEDiCA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

usability and usefulness of an educational distance learning platform. In Reis, A.; Barroso, J.; Lopes, J. B.; Mikropoulos, T.; Fan, C. W. (eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education: Second International Conference, TECH-EDU 2020*. Communications in Computer and Information Science, vol 1384. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73988-1_7

Rosalino, L.; Rosalino, C. (2012). Nature conservation from a junior high school perspective. *Journal for Nature Conservation*, 20, 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.01.001>

Scalera, R.; Genovesi, P.; Essl, F.; Rabitsch, W. (2012). The impacts of invasive alien species in Europe. *EEA Technical report*, 16, 1–114. <https://doi.org/10.2800/65864>

Schmeller, D.; Urbach, D.; Bates, K.; Catalan, J.; Cogălniceanu, D.; Fisher, M.; Friesen, J.; Füreder, L.; Gaube, V.; Haver, M.; Jacobsen, D.; Roux, G.; Lin, Y.; Loyau, A.; Machate, O.; Mayer, A.; Palomo, I.; Plutzer, C.; Sentenac, H.; ... Ripple, W. (2022). Scientists' warning of threats to mountains. *Science of the Total Environment*, 853, 158611. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158611>

Schuster, J. (2023). *What is extinction? A natural and cultural history of last animals*. Fordham University Press.

Sin, M.; Kamaludin, M.; Qing, W.; Abdullah, M. (2022). Public awareness and willingness to pay (WTP) for forest conservation in Malaysia. *International Forestry Review*, 24(1), 98–112. <https://doi.org/10.1505/146554822835224865>

UNESCO. (2016). *Glossário de terminologia curricular*. Unidade de Comunicação, Informação Pública e Publicações da Representação da UNESCO no Brasil.

Welgama, A.; Florentine, S.; Roberts, J. (2022). A global review of the woody invasive alien species *mimosa pigra* (giant sensitive plant): its biology and management implications. *Plants*, 11(18), s. p. <https://doi.org/10.3390/PLANTS11182366>

Yakman, G. (2008). STEAM education: an overview of creating a model of integrative education. *Em Pupils' attitudes towards technology (PATT-19) conference: Research on technology, innovation, design & engineering teaching* (pp. 335-358).

Zollota, S.; Perez, P.; Allen, J.; Argenti, T.; Read, Q. D.; Ascunce, M. S. (2023). Are ants good organisms to teach elementary students about invasive species in Florida? *Insects*, 14(2), 118. <https://doi.org/10.3390/insects14020118>

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). *Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad*. DEDICA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por Fondos Nacionales a través de FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., en el marco del proyecto UID/CED/00194/2019, UIDB/00194/2020 (CIDTFF) e UIDB/50008/2020 (IT). Este trabajo también contó con el apoyo del Instituto de Investigación Aplicada (i2A) del Instituto Politécnico de Coimbra en el ámbito de la Exención para la Investigación Aplicada (Despacho n.º 7333/2020).

– Alexandra Sá-Pinto es financiada por fondos nacionales a través de FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., dentro del alcance de la conclusión del programa-contrato previsto en los párrafos 4, 5 e 6 do art. 23.º del D.L. n.º 57/2016, de 29 de agosto, modificado por la Ley n.º 57/2017, de 19 de julio.

Para saber más de los/as autores/as...

Sofia Laura Costa

Doctoranda en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología por la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) - Portugal.

Becaria de investigación en el Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores” de la Universidad de Aveiro - Portugal (CIDTFF), en el marco del Proyecto BiblioLab.

Máster en Enseñanza del 1.º Ciclo de Educación Básica y Matemáticas y Ciencias Naturales en el 2.º Ciclo de Educación Básica por el Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Educação de Coimbra (Portugal).

Margarida Rodrigues

Licenciada en Ensino Primário por la Universidad do Porto (Portugal).

Licenciada con formación complementaria para docentes del 1º Ciclo, por el Instituto Piaget - Portugal.

Colaboradora en el Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores” de la Universidade de Aveiro - Portugal (CIDTFF).

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad. DEDiCA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

Fernando Martins

Doctor en el área científica de Matemáticas, por la Universidad de la Beira Interior (Portugal).

Agregação em Estudos del Niño (Especialidad: Infancia, Desarrollo y Aprendizaje), por la Universidad de Minho (Portugal).

Professor Coordenador con Agregación en el Instituto Politécnico de Coimbra-Escola Superior de Educação de Coimbra (Portugal).

Instituto de Telecomunicações – Delegação da Covilhã (Portugal)

Joaquim Bernardino Lopes

Profesor Asociado en la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal).

Agregación en Enseñanza de la Física.

Director del Doctorado en Ciencias Físicas Aplicadas de la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal).

Editor de la revista científica APEDuC.

Autor/editor de libros (edición internacional) y artículos en revistas científicas internacionales arbitradas.

Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores” de la Universidade de Aveiro (CIDTFF) (Portugal)

Alexandra Sá-Pinto

Licenciada en Biología por la Universidad do Porto (Portugal).

Doctora en Biología por la Universidad do Porto (Portugal).

Investigadora en Ciencias de la Educación desde 2015 en el Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores” de la Universidad de Aveiro - Portugal (CIDTFF).

Inês Cardoso

Profesora Adjunta en la Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém (Portugal).

Doctora en Didáctica de la Lengua Portuguesa.

Trabaja en la formación inicial y continua de maestros y profesores de educación infantil.

Coordina el grupo "ProTextos - Enseñanza y Aprendizaje de la Escritura de Textos".

Colaboradora del Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores” de la Universidad de Aveiro - Portugal (CIDTFF).

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad. DEDICA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES, N.º 21, 2023, 461-491. ISSN: 2182-018X. DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>

Cecília Costa

Profesora Asociada con agregación en Didáctica de las Ciencias y Tecnología especializada en Didáctica de las Ciencias Matemáticas en la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal).

Tiene varias publicaciones nacionales e internacionales en el área de Didáctica de las Ciencias y Tecnología.

Directora del Doctorado en Didáctica de las Ciencias y Tecnología de la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal).

Colaboradora en el "Centro de Investigação e Tecnologia na Formação de Formadores" de la Universidad de Aveiro-Portugal (CIDTFF).

Como citar este artículo...

Costa, Sofia Laura; Rodrigues, Margarida; Martins, Fernando; Lopes, Joaquim Bernardino; Sá-Pinto, Alexandra; Cardoso, Inês; Costa, Cecília (2023). Lucha contra las especies invasoras: prácticas STEAM y conservación de la diversidad. *DEDICA. REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES*, 21, 461-491.

DOI: <http://doi.org/10.30827/dreh.21.2023.28797>