

E-textiles, educación STEAM y bibliotecas escolares. Percepciones del profesorado de Educación Primaria

E-textiles, STEAM education and school libraries: Perceptions of primary school teachers

 Paola Guimeráns Sánchez¹, Universidade de Vigo (España)

 Almudena Alonso-Ferreiro, Universidade de Vigo (España)

Resumen

Los e-textiles se presentan como un recurso educativo innovador que proporciona a los docentes diversas oportunidades para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje para una educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas). Este trabajo busca explorar las percepciones del profesorado de Galicia inmerso en el programa Biblioteca Creativa, cuyo objetivo es avanzar en el modelo de biblioteca escolar innovadora, en torno a los e-textiles como recurso educativo para educación primaria, así como su papel en beneficio de la equidad en el enfoque STEAM. Se propone una investigación interpretativa con enfoque fenomenológico-hermenéutico que recoge las voces de maestros y maestras a través de un cuestionario *ad hoc* y entrevistas. Los resultados revelan que el profesorado considera los e-textiles un recurso educativo idóneo para promover la igualdad, la inclusión y el interés en las disciplinas STEAM. Además, el programa Biblioteca Creativa fue el marco que les dio a conocer este recurso educativo, del que resaltan su gran importancia para desarrollar las habilidades del siglo XXI, utilizándolos en propuestas interdisciplinares para iniciar al alumnado, desde un enfoque creativo, en circuitos eléctricos y programación. Como principales barreras se resaltan la insuficiente formación en el campo de los e-textiles y las limitaciones de la rígida gramática escolar.

Abstract

E-textiles are presented as an innovative educational resource that provides teachers with various opportunities to enrich the teaching and learning processes for a STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) education. This work seeks to explore the perceptions of Galician teachers immersed in the Creative Library program whose objective is to advance the innovative school library model around e-textiles as an educational resource for primary education, as well as its role in benefiting equity in the STEAM approach. An interpretive research with a phenomenological-hermeneutic approach is proposed that collects the voices of teachers through an *ad hoc* questionnaire and interviews. The results reveal that teachers consider e-textiles an ideal educational resource to promote equality, inclusion and interest in STEAM disciplines. Furthermore, the Creative Library programme was the framework that introduced them to this educational resource, which they highlight as being of great importance for developing 21st century skills, using them in interdisciplinary proposals to introduce students to electrical circuits and programming from a creative perspective. The main barriers are the insufficient training in the field of e-textiles and the limitations of the rigid school grammar.

Palabras clave / Keywords

Biblioteca escolar; Desarrollo de las habilidades; Docente de escuela primaria; Enseñanza primaria; Igualdad de oportunidades; Innovación educativa; Programas de educación; Tecnología educativa.
Educational innovation; Education programs; Equal opportunities; Educational technology; Primary education; Primary school teacher; School library; Skills development.

¹ Autor de correspondencia: paola.guimerans@uvigo.gal

1. Introducción

En la última década, las políticas educativas a nivel internacional han promovido el enfoque educativo STEAM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas). La importancia de fomentar el interés por estas cinco materias y abordarlas de manera competencial e interdisciplinar desde una edad temprana resulta crucial para el desarrollo integral de nuestro alumnado (Castro-Rodríguez y Montoro, 2021). Este enfoque pedagógico se sustenta en la educación maker (Hughes y Kumpulainen, 2021), que se fundamenta en la idea de crear como una metodología de aprendizaje activo y experimental (Giménez, 2024). Esta situación ha favorecido la reciente aparición de espacios en los centros educativos diseñados para fomentar las habilidades del siglo XXI que se conocen como *makerspaces* o espacios maker (Rouse y Rouse, 2022).

Uno de los recursos educativos empleados en estos espacios son los textiles electrónicos o e-textiles (Peppler, 2022), que son tejidos que incorporan componentes electrónicos y digitales. Gracias al auge del movimiento maker y la filosofía '*Do It Yourself*' (DIY) este recurso se ha vuelto accesible, resultando ser especialmente fructífero para la educación STEAM considerando su capacidad para integrar el arte con las disciplinas STEM (Peppler, 2016). Ello favorece que emerjan estrategias didácticas que permitan indagar en las posibilidades de integrar la "A" de STEAM con el resto de las disciplinas STEM de forma efectiva (Aguilera y Vilchez-González, 2024). La realización de actividades de e-textiles propone un contexto de aprendizaje centrado en la producción de artefactos físicos, donde el alumnado es quien construye y se expresa, en línea con la filosofía del aprendizaje constructor planteada por Papert (1980). De manera similar a la robótica educativa, diferentes autores han defendido que también ayuda a los estudiantes a identificarse con la computación de nuevas formas al integrar prácticas como la costura y utilizar materiales cotidianos como papel y textiles que pueden diversificar la participación en actividades vinculadas al campo de la computación (Jayathirtha y Kafai, 2020). Además, ofrece nuevas formas de abordar el aprendizaje de los circuitos y la electricidad ofreciendo un enfoque innovador y atractivo para aproximarse a estos conceptos (Peppler y Glosson, 2013). En esta línea, una reciente revisión sistemática evidencia que el campo de los e-textiles favorece la equidad en STEAM en educación primaria (Guimeráns-Sánchez et al., 2024).

En relación con esta tendencia, se ha producido recientemente la incorporación de espacios maker en las bibliotecas escolares (Kim et al., 2022), donde también se reconoce el valor educativo de los e-textiles (Halverson y Sheridan, 2014). Esta evolución de la biblioteca tradicional ha sido recogida por el Manifiesto de la Biblioteca Pública de la IFLA/UNESCO 2022 que subraya el importante papel de las bibliotecas en fomentar sociedades alfabetizadas en medios e información, lo que incluye el apoyo a la educación y al aprendizaje continuo, siendo clave para ello el desarrollo de actividades STEAM (Juliani et al., 2021). Al respecto, la nueva ley educativa (LOMLOE, 2020), destaca que el personal docente de los centros educativos, incluyendo el de las bibliotecas, esté específicamente formado en la enseñanza transversal científica y tecnológica. Esta apuesta se evidencia en la Comunidad Autónoma de Galicia donde la Consellería de Educación, Ciencia, Universidades y Formación Profesional de la Xunta de Galicia desde la Asesoría de Bibliotecas Escolares y como parte del Plan LÍA (Lectura, Información y Aprendizaje) impulsa desde el curso 2018/2019 el programa *Biblioteca Creativa*. En este programa, los centros integrados reciben una dotación económica destinada a la adquisición de materiales, equipamiento o talleres formativos STEAM dirigidos al alumnado, lo que ha provocado que se produzca una transformación de las bibliotecas escolares configuradas como centros creativos de aprendizaje (Novoa y Pousa, 2024).

Considerando que es un campo de estudio relativamente nuevo (Guimeráns-Sánchez et al., 2024), que la literatura demanda investigación sobre las implicaciones educativas del enfoque STEAM (Aguilera y Vilchez-González, 2024) y que diferentes autores han demostrado su relevancia en la formación continua (Sat y Cagiltay, 2024; Searle et al., 2016; Tofel-Grehl et al., 2021) y en el desarrollo de las habilidades *maker* en la formación inicial y permanente del profesorado (Valente y Blikstein, 2019), este trabajo se centra en identificar, analizar e interpretar las percepciones del profesorado participante en los talleres formativos de e-textiles acerca del valor educativo que otorgan a este recurso y sus posibilidades en el beneficio de la equidad en el enfoque STEAM. También interesa indagar en la comprensión del impacto de los talleres realizados en la propia práctica docente.

2. Metodología

2.1. Diseño del Estudio

Este estudio presenta un diseño de investigación interpretativa con enfoque fenomenológico-hermenéutico (van Manen, 2003), propicio para profundizar en el fenómeno analizado desde la experiencia del profesorado participante en los talleres formativos “E-textiles y nuevas tecnologías creativas en la biblioteca escolar” en el marco del programa *Biblioteca Creativa* entre los cursos 2019/2020 y 2023/2024. Este método combina variedad de técnicas en su interés por el “estudio del *significado esencial* de los fenómenos, así como por el *sentido* y la *importancia* que éstos tienen” (Ayala-Carabajo, 2008, p. 411). Para este estudio se emplearon el método de encuesta, mediante un cuestionario online diseñado *ad hoc*, y entrevistas para profundizar en el sentido pedagógico de la integración de los e-textiles para una educación STEAM en Educación Primaria.

2.2. Participantes

La muestra participante en el estudio está formada por profesorado de los 58 centros públicos gallegos inscritos en el programa *Biblioteca Creativa*, que participaron como apoyo en el taller de e-textiles entre los cursos 2019/2020 y 2023/2024. De cada centro participaron uno o dos docentes en dichos talleres de los cuales 62 respondieron el cuestionario abierto. La muestra la componen 53 maestras y 9 maestros, mayoritariamente generalistas de Educación Primaria (59,7%), contando también con profesorado de Educación Infantil (22,6%) y especialistas (17,7%). El profesorado participante cuenta con una edad media de 47,24 años y con una amplia experiencia docente, superando los 20 años de docencia en activo un 58% de los encuestados. En cuanto a la distribución geográfica, la muestra ofrece una representación equilibrada de las cuatro provincias gallegas (A Coruña y Pontevedra, 25,8%; y Lugo y Ourense, 24,2%). Si bien, la participación mayoritaria obedece a profesorado de centros del área rural (83,9%).

Las personas participantes en las entrevistas fueron tres coordinadoras de biblioteca cuya caracterización se indica en la Tabla 1.

Tabla 1

Descripción y características del profesorado entrevistado

ID	Sexo	Edad	Provincia	Rural/ urbano	Experiencia docente	Especialidad	Inicio e-textiles
Entr.1	F	48	Pontevedra	rural	18 años	Ed. Infantil	2020/2021
Entr.2	F	43	A Coruña	rural	21 años	Ed. Música	2020/2021
Entr.3	M	47	Pontevedra	rural	24 años	Ed. Música	2021/2022

2.3. Instrumentos y procedimiento

Para la recopilación de información se emplearon dos técnicas que favorecen la reflexión sobre la experiencia vivida a través de la descripción y la conversación (van Manen, 2003): la encuesta y la entrevista.

Se elaboró un cuestionario *ad hoc* en formato electrónico en la plataforma Forms, con 56 ítems distribuidos en 4 bloques: 1) cuestiones sociodemográficas, 2) rol en la biblioteca escolar e inicios en los e-textiles, 3) e-textiles para una educación STEAM y para la equidad y 4) experiencia pedagógica. La construcción del cuestionario se realizó tras un trabajo de revisión sistemático de literatura sobre e-textiles en educación primaria que permitió extraer cuestiones clave y ha servido de sustento teórico (Guimeráns-Sánchez et al., 2024).

Este cuestionario fue sometido a un juicio de expertos para garantizar su validez (Taherdoost, 2016), atendiendo a la literatura especializada se consultó a cinco especialistas en tecnología educativa en el ámbito STEAM y bibliotecas escolares. La revisión permitió reorganizar el cuestionario, así como mejorar la redacción y las opciones de respuesta. La versión definitiva se envió por correo electrónico a la persona coordinadora del programa *Biblioteca Creativa* de cada uno de los 58 centros que participaron en formaciones sobre e-textiles, quien lo compartió al resto de docentes que participaron como apoyo. El envío se realizó el 4 de junio de 2024 y estuvo activo el enlace durante 3 semanas. La participación en el cuestionario fue voluntaria y libre, incluyendo un consentimiento informado con datos sobre la autoría y la finalidad del estudio.

En el caso de la entrevista, esta se construyó a partir de los objetivos de la investigación. Su diseño se estructuró en 4 bloques: 1) preguntas personales-sociodemográficas, 2) papel de la biblioteca creativa en la

iniciación a los e-textiles, 3) interés e inicio en la educación STEAM, y 4) desarrollo de un Proyecto Documental Integrado (PDI) con los e-textiles o la electrónica y la programación como recurso principal.

Para su implementación, se contactó por correo electrónico con cinco personas, coordinadoras de Biblioteca Creativa, consideradas informantes clave por incluir los e-textiles en su PDI. Tres de ellas accedieron a realizar la entrevista, que fue efectuada por videoconferencia. En el momento de iniciar la conversación se comunicó a la persona participante de la finalidad de esta y su valor para la investigación, así como se le informó del procedimiento de tratamiento de datos que se realizaría. Tras recibir consentimiento informado, se inició la entrevista y se realizó un registro en audio para su recuperación y posterior transcripción.

2.4. Análisis de datos

Los datos cuantitativos del cuestionario se registraron en una hoja de cálculo y se analizaron empleando el software de análisis estadístico IBM SPSS 25. Se realizaron análisis descriptivos univariable (frecuencias, medias y porcentajes) para el conjunto de la muestra.

Los registros sonoros de las entrevistas fueron transcritos para su análisis. El corpus de datos cualitativo, configurado por las transcripciones y la hoja de cálculo generada por el Forms, se importó al software de análisis cualitativo ATLAS.ti v24.2.0 (2024) para proceder a su análisis. El proceso llevado a cabo responde al método de análisis de contenido. Siguiendo los principios establecidos por Strauss y Corbin (2002) se codificaron los datos de forma inductiva e interpretativa a través de la codificación abierta, seleccionando segmentos de información significativos (citas) para los objetivos propuestos, surgiendo 16 categorías de análisis (códigos) organizadas en 4 dimensiones (Tabla 2). A continuación, en la fase de codificación axial, se establecieron relaciones entre las categorías. Estos procesos permiten identificar las categorías centrales del análisis, aquellas que cuentan con mayor fundamentación (frecuencia-citas) y densidad (número de relaciones), favoreciendo la generación de teoría.

Tabla 2

Dimensiones y categorías derivadas del análisis de contenido, códigos y su definición

Dimensión	Categoría	Código	Definición
Potencial de los e-textiles	Valor educativo del recurso	VALRED	Fragmentos que mencionan el valor de los e-textiles para la educación
	Iniciación Programación y circuitos	INPROG	Alusiones al potencial de los e-textiles para iniciarse en los circuitos eléctricos y la programación
	Trabajo en equipo	TREQ	Manifestaciones sobre la adecuación para el trabajo en equipo
	Motivación alumnado	MOTALUM	Manifestaciones sobre la motivación del alumnado en actividades con e-textiles
	Emociones alumnado	EMOCALUM	Alusiones a cuestiones emocionales que emergen en el uso de los e-textiles
Equidad	Acceso STEAM	ACCSTEAM	Menciones a la asequibilidad y accesibilidad a la educación STEAM
	Brecha de género	GEN	Fragmentos que aluden a igualdad de oportunidades entre géneros, referentes STEAM femeninos o estereotipos asociados a los e-textiles
	Inclusión	INCL	Alusiones a la participación de todas las personas independientemente de sus condiciones o capacidades
Desafíos para la docencia	Desarrollo profesional docente	DEPR	Fragmentos referidos al crecimiento profesional
	Formación del profesorado	FOPR	Alusiones a la importancia y/o necesidad de formación permanente e inicial del profesorado
	Estabilidad del profesorado	ESPR	Menciones al cambio frecuente de profesorado cada curso escolar
	Compromiso del profesorado	COMPR	Alusiones al rechazo a los e-textiles por una parte del claustro

	Gramática Escolar	GRAMESC	Fragmentos sobre la gestión de aula, agrupamientos, tiempos y espacios.
	Recursos materiales	RECMAT	Alusiones a la importancia, necesidad o falta de recursos materiales
Compromiso Institucional	Programa <i>Biblioteca Creativa</i>	BC	Menciones al programa <i>Biblioteca Creativa</i> o a la biblioteca como espacio <i>maker</i> del centro educativo
	Inversión Bibliotecas	INVIBL	Alusiones a la inversión presupuestaria de la Asesoría de Bibliotecas Escolares de Galicia

3. Resultados

Se presentan los resultados atendiendo a las dimensiones de análisis surgidas a través del análisis cualitativo, tomando como punto de partida la categoría central en cada caso, a excepción de la dimensión *Compromiso Institucional*, que emerge de forma transversal, ligada a los *Desafíos para la docencia*. Los resultados combinan los datos cualitativos derivados del análisis de contenido, con los datos cuantitativos derivados de las preguntas cerradas del cuestionario.

3.1. Potencial de los e-textiles en Educación Primaria

En relación con el potencial de los e-textiles el profesorado señala en múltiples ocasiones el valor educativo de este recurso (Figura 1).

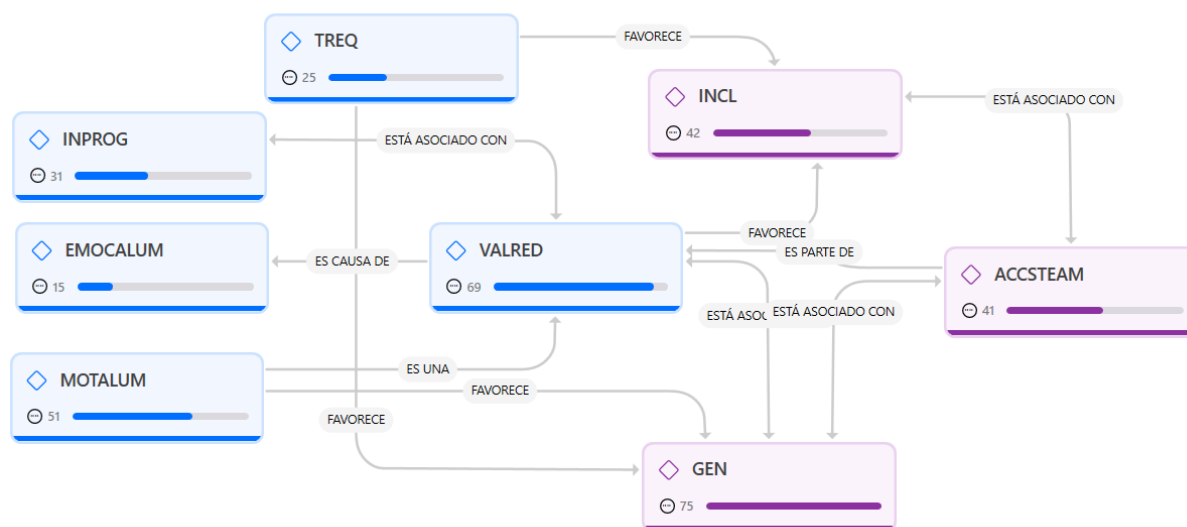


Figura 1. Red semántica de la categoría central Valor del recurso

Estos resultados, principalmente están ligados a la promoción de la creatividad: “A ver, a mí me parecen muy interesantes y sobre todo porque dan la oportunidad de trabajar la creatividad con los niños. Para que ellos desarrollen la creatividad, la imaginación y que hagan sus propios proyectos” (Entr.1); “La presencia de e-textiles abre innumerables puertas a la creatividad de l@s discentes, favoreciendo que cualquier niño o niña pueda desarrollarse en el ámbito de la ciencia y la tecnología, independientemente de sus posibilidades económicas, sociales y/o culturales” (Prof.11).

En varias ocasiones el profesorado relaciona este potencial creativo de los e-textiles con otras cuestiones como la motivación, las habilidades comunicativas o la respuesta divergente, considerándolos “una herramienta novedosa, motivante, que desarrolla la creatividad de las niñas/os, es un recurso más que efectivo dentro de la escuela” (Prof.35); y percibiendo que “las actividades que se proponen fomentan la comunicación espontánea y la creatividad, por lo que cualquier producto es distinto de otro, obteniendo, por lo tanto, un valor intrínseco” (Prof.13).

Además, se destacan otras potencialidades, como “el análisis, el diseño, la ejecución y la resolución de problemas” (Prof.38); la oportunidad que ofrece de manipulación, al ser un recurso tangible: “les gusta poder crear, manipular y programar por ellos mismos, que ellos vean que son los que crean” (Prof.42), y su contribución al desarrollo de la motricidad fina “reforzando en los niños y niñas la psicomotricidad fina a la hora de coser” (Prof.30), un aspectos que alguna de las participantes señala como un desafío en la práctica, señalando como un problema “la falta de motricidad fina a la hora de emplear aguja e hilo, ya que desde educación infantil no se cose” (Prof.48).

Esta visión general positiva del valor de los e-textiles se evidencia también en las respuestas al cuestionario sobre esta cuestión, como se muestra en la Figura 2.

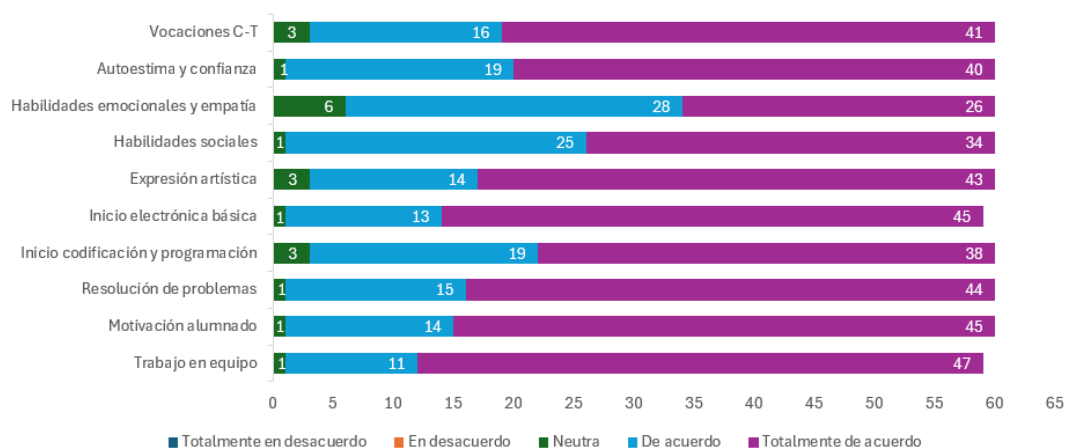


Figura 2. Frecuencias Escala Likert sobre el valor de los e-textiles

La Figura 2 pone de manifiesto que el profesorado participante muestra un alto grado de acuerdo en que los e-textiles son un recurso efectivo para la iniciación a la electrónica básica y la programación ($\bar{x}=4,68$). Visión que también se hace explícita en el análisis de contenido: “los e-textiles desde su simpleza permiten empezar el camino hacia la programación y electrónica” (Prof.12), “es un primer paso a comprender la infinidad de posibilidades que tienen la electrónica y la programación” (Prof.8), y además permite esa iniciación de forma tangible, “es una manera lúdica y muy visual de comprender los mecanismos relacionados con la electrónica y la programación al exponer cada parte de los circuitos y situarlos a la vista” (Prof.39), “una forma fantástica de comprender los circuitos de manera manipulativa y una experiencia muy buena para pasar de circuitos analógicos a la introducción de placas con las que programar” (Prof.47).

El profesorado muestra, así mismo, un alto grado de acuerdo con que el trabajo con e-textiles en la biblioteca escolar favorece la autoestima y confianza del alumnado ($\bar{x}=4,65$), incide en su motivación ($\bar{x}=4,73$), despierta el interés por disciplinas científico-tecnológicas ($\bar{x}=4,63$) y promueve el trabajo en equipo ($\bar{x}=4,78$). A este respecto las voces del profesorado apuntan que “hacer que el circuito simple funcione, genera en ellos una buena autopercepción, mejora su autoestima y su motivación hacia otros y nuevos proyectos más complejos” (Prof.35), “se maravillan con los resultados de sus trabajos con lo que se beneficia su autoestima, colaboran y se aportan ideas” (Prof.14), “sienten mucha satisfacción cuando logran el objetivo previsto. A veces no se creen capaces y al final, consiguen acabar con éxito la actividad, lo que contribuye a un aumento de la autoestima” (Prof.10). Estas voces también destacan el potencial “altamente motivador para el alumnado” (Prof.19), “les motiva trabajar con tejidos, es un material básico y motivante” (Prof. 23) y los beneficios del trabajo en equipo “aprenden unos de otros, descubren habilidades nuevas, superan mejor las frustraciones” (Prof. 17).

3.2. Equidad

El profesorado resalta el papel de los e-textiles para hacer frente a la brecha de género (Figura 3). “Mezclar una tarea ‘tradicionalmente femenina’ como la costura con otra ‘tradicionalmente masculina’ como la confección de circuitos eléctricos permite acercar los distintos géneros y facilita el acceso a campos que, a priori, pueden parecer dificultosos, como el STEAM” (Prof.27). Si bien el profesorado señala que “al principio lo de coser a los chicos no les tiraba nada, solo lo de programar, y a las niñas al revés” (Prof.8), el trabajo con

este recurso en el aula les ha permitido ver los e-textiles como “una herramienta potente para luchar contra la brecha de género de forma lúdica” (Prof.1). También encontramos voces que apuntan que “no tiene que ver con el género, tiene que ver con la creatividad y las fortalezas de cada quien” (Prof.17), “el género pasa a un segundo plano” (Prof.12).

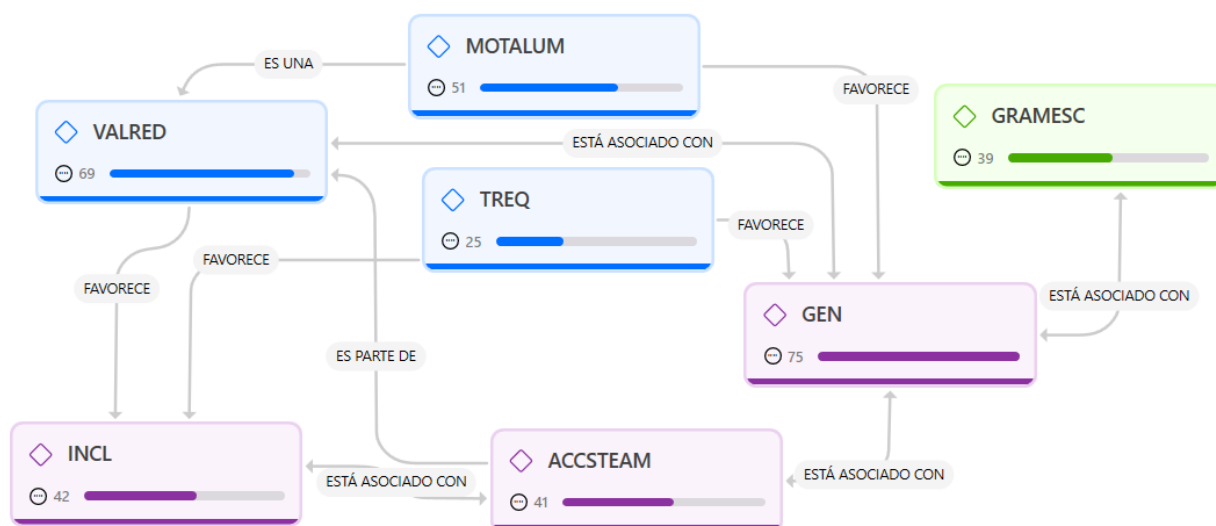


Figura 3. Red semántica de la categoría central Brecha de Género

El análisis evidencia que esta categoría surge ligada al trabajo en equipo, ya que “trabajan alumnos y alumnas por igual unos con otros. A los alumnos les toca corte y confección y luego programación a las alumnas, y viceversa” (Prof.8) y la motivación del alumnado: “además para nuestras alumnas conocer a un referente femenino y gallega como Paola fue una muy buena motivación” (Prof.45).

También se destaca el valor de los e-textiles para promover la equidad, tanto en lo que supone favorecer el acceso a una educación STEAM ya que “emplea un material muy accesible para todo el alumnado” (Prof.12), como en la inclusión en las prácticas de todo el alumnado independientemente de sus condiciones y características, pues “permite que todas las personas del centro puedan tener presencia, participación y aprendizaje” (Prof.2).

Los datos cuantitativos (Figura 4) respaldan el valor que el profesorado otorga a los e-textiles como recurso educativo para promover la equidad.

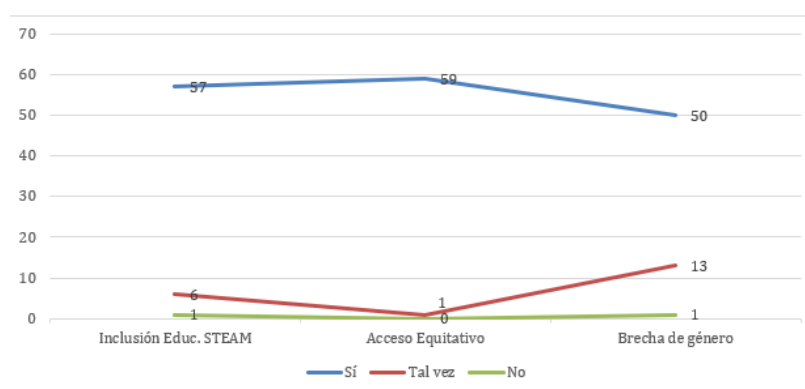


Figura 4. Frecuencias e-textiles para la Equidad

3.3. Desafíos para la docencia

En lo que respecta a la dimensión *Desafíos para la docencia*, la categoría central se refiere a la Formación del Profesorado, “*que es básica*” (Prof.7). Una cuestión que aparece como una preocupación central en su discurso (Figura 5): “*necesitamos formarnos para poder formar*” (Prof.18), esto es clave porque “*una vez que el profesorado ve las posibilidades, todo va rodado*” (Prof. 12). Y subrayan que “*debería haber más formación para maestros porque los recursos solos no sirven*” (Prof.32).

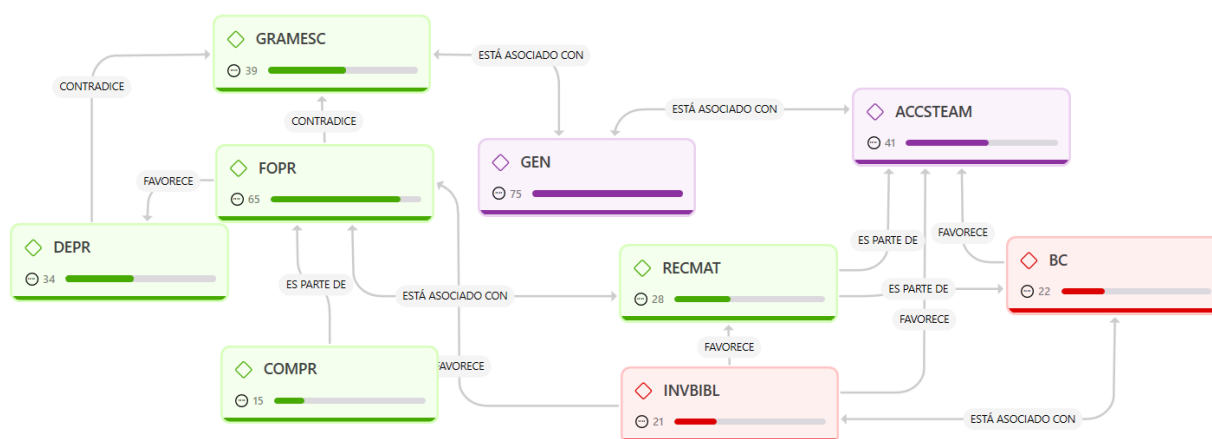


Figura 5. Red semántica de la categoría central Formación del Profesorado

La formación del profesorado favorece su desarrollo profesional, “*la capacitación en e-textiles me abrió puertas y me ayudó a perder el respeto a un área que desconocía por completo. Esto me permite desenvolverme con menos reticencias en el campo de las tecnologías*” (Prof.11); “*cuanto más conocimiento más confianza*” (Prof.7); “*yo, digamos, que soy más lanzada. Yo me lanzo con los niños y aprendo con ellos*” (Entr.1). La formación permanente permite dejar el miedo atrás. Este miedo junto con la falta de interés, son las principales causas que manifiestan ante la falta de compromiso de sus compañeras y compañeros en el campo de los e-textiles: “*el profesorado, a veces, renuncia a un acercamiento a la programación y a la electrónica por desconocimiento y por miedo*” (Prof.27), “*me da la sensación, como miedo a, como yo no domino el tema, no me voy a lanzar a trabajarlo con mis alumnos porque yo no lo domino del todo*” (Entr.1). Para afrontar el desafío de “*implicar al profesorado*” (Prof.25), “*hace falta formación e interés*” (Prof.20).

Además, otro desafío que enfrentan es la rigidez de la gramática escolar propia de las instituciones educativas, en la que destacan los tiempos y espacios escolares, en concreto precisan que “*el mayor desafío es sacar tiempo de las áreas*” (Prof.33). El “*tema de los tiempos*” es fundamental, porque integrar los e-textiles supone diseñar “*actividades que requieren de una temporalización diferente, que se aprenden a abordar con la experiencia*” (Prof.5). El profesorado reclama “*espacios adecuados para poder desarrollar este tipo de tareas*” (Prof.35), y apunta el desafío de integrar este recurso cuando “*son muchos los maestros que siguen amarrados a las programaciones y a los libros (de texto)*” (Prof.14). Además, subrayan la necesidad de romper con las agrupaciones tradicionales y las materias aisladas, proponiendo “*agrupamientos mixtos y rotatorios*” (Prof.1) y dando “*un tratamiento interdisciplinar, por eso lo tenemos en la biblioteca y está al servicio de todo el mundo*” (Entr.3).

También apuntan a la falta de recursos materiales o su alto valor económico como otro de los desafíos que enfrentan en la integración de e-textiles en las prácticas educativas. A este respecto se observan grandes contradicciones, tanto en el discurso como en las respuestas al cuestionario (Figura 6), que muestran disparidad de opiniones con respecto a la dotación de recursos disponibles en las bibliotecas escolares de sus centros. A este respecto, encontramos profesorado que señala que “*no son materiales difíciles de conseguir*” (Prof.23) y que “*se trata de materiales asequibles y baratos*” (Prof.27); mientras que otros observan que “*el mayor desafío es el económico, los materiales son caros para el presupuesto disponible*” (Prof.16).

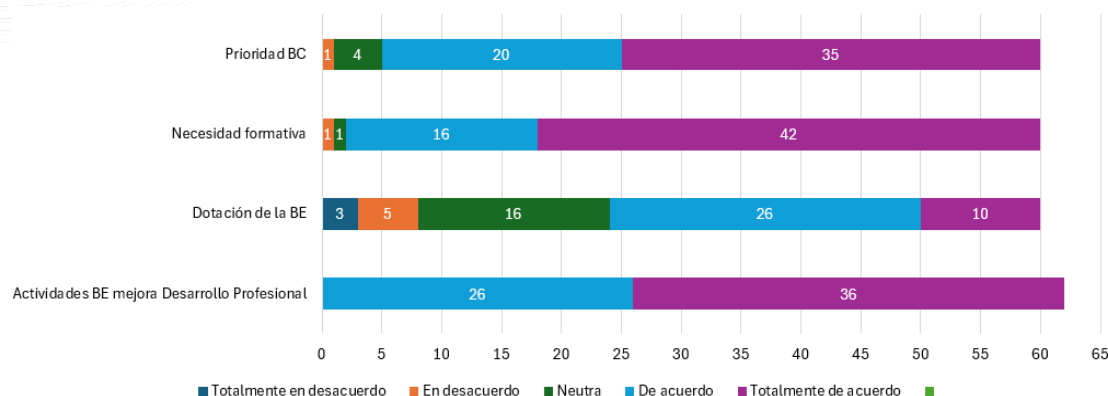


Figura 6. Frecuencias Escala Likert e-textiles en la Biblioteca Escolar

Nota: BC (Biblioteca Creativa). BE (Biblioteca Escolar)

La Figura 6 refuerza también las voces del profesorado, evidenciando el poder de la formación para romper la rigidez de la gramática escolar ($\bar{x}=4,58$). A este respecto el profesorado destaca que *“la preparación docente es parte de la clave del éxito de un programa”* (Prof.5).

El programa *Biblioteca Creativa* ha sido el marco en el que el 84% del profesorado participante ha conocido los e-textiles, a lo largo de las jornadas y formaciones realizadas desde su puesta en marcha en el año 2018. El 56% afirma haber desarrollado propuestas educativas con e-textiles tanto en la biblioteca como en el aula.

“Lo que hicimos fue relacionar lo que es el patrimonio arqueológico con e-textiles y con la costura en un proyecto que denominamos *Petrotéxtil*, donde partimos del entorno del alumnado con unos petroglifos que hay aquí en Louro. Y entonces eso nos abrió (las puertas) para trabajar de forma interdisciplinar todas las áreas” (Entr.2) (ver Figura 7).



Figura 7. Fotografías del Proyecto Documental Integrado “Petrotéxtil” que combina Arte, Ingeniería, Tecnología, Historia y patrimonio cultural en textiles interactivos.

Los datos cuantitativos (Figura 8) refuerzan el discurso del profesorado, valorando positivamente la inversión y la formación docente, tanto para favorecer la equidad en la educación STEAM, como en la adquisición de confianza y en la iniciación a la electrónica y la programación.

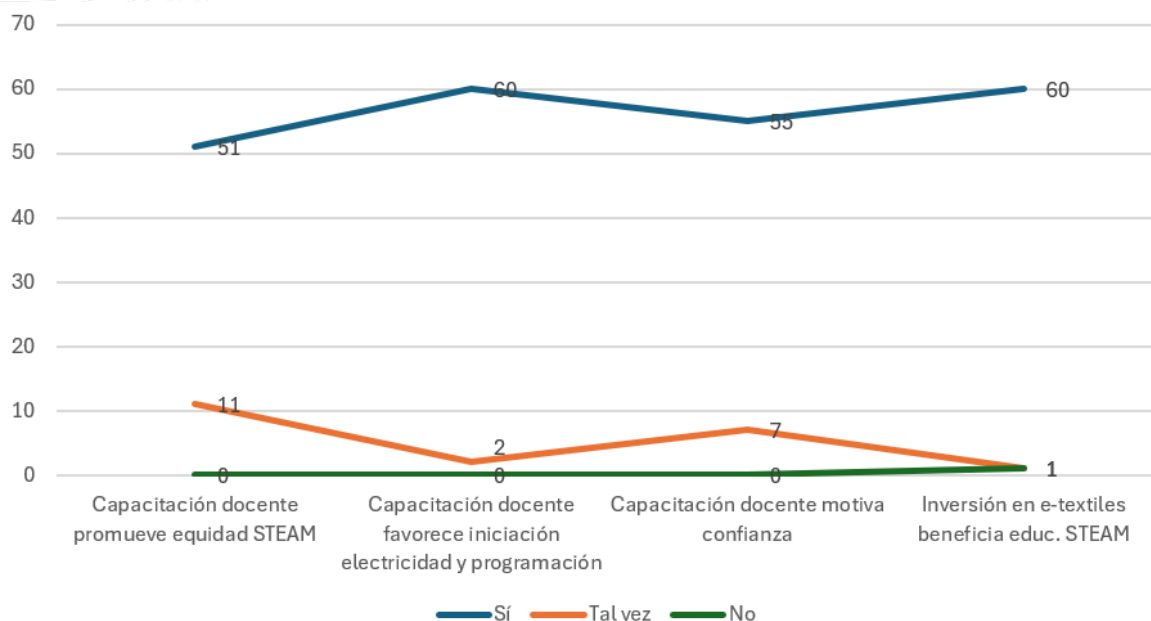


Figura 8. Frecuencias valor de la capacitación docente e inversión

Finalmente, cabe señalar un desafío propio de la escuela rural que emerge en las entrevistas con el profesorado participante: la falta de estabilidad de la plantilla docente. El cambio constante del claustro dificulta la continuidad de los proyectos iniciados: *“es algo que constantemente tenemos que cada equis años volver a retomarlo, como si partiésemos de cero, porque hay mucha renovación en el claustro”* (Entr.3).

“nosotros sufrimos lo de estar en una zona rural, por ejemplo, la chica que pidió inglés ya pidió para aquí porque sabe que estamos trabajando así. Que a nosotros eso nos salva porque, a ver, tal y como está todo y que aquí no hay plazas definitivas, es un lío para mí” (Entr.2).

4. Discusión y Conclusiones

Este estudio pretende indagar acerca de la percepción del profesorado respecto al valor de los e-textiles, tanto en términos de su potencial educativo en el ámbito de la educación STEAM como en su contribución a la promoción de la equidad.

En relación con la percepción de los e-textiles como recurso educativo los resultados muestran que la mayor parte del profesorado participante lo considera un recurso altamente motivador para el alumnado que mejora su interés por las disciplinas STEAM, además de promover el desarrollo de habilidades clave para el siglo XXI. Estudios anteriores en esta línea apoyan este hallazgo, revelando que se trata de un recurso altamente motivador (Jayathirtha y Kafai, 2020) y promotor de vocaciones STEAM (Rigden et al., 2019). Igualmente, los resultados indican que la mayoría de los docentes consideran que el uso de e-textiles permite al alumnado diseñar proyectos interactivos de manera tangible y práctica, lo que posibilita iniciar a los estudiantes en la electrónica básica y la programación desde un enfoque creativo, con una dimensión plástica y artística (Peppler y Wohlwend, 2018), integrando de forma efectiva la “A” de STEAM (Aguilera y Vilchez-González, 2024) y fomentando además el desarrollo del pensamiento computacional (Fields et al., 2019). En particular, el profesorado resalta el valor educativo de nuevos materiales que favorecen desde edades tempranas el desarrollo de habilidades motoras finas y la mejora de la coordinación ojo-mano. Estos resultados concuerdan con hallazgos que sostienen que la incorporación de materiales como el hilo conductor facilitan el desarrollo de estas habilidades, aunque se reconoce la importancia del apoyo docente en momentos de dificultad o frustración para optimizar dicho desarrollo (Hughes y Morrison, 2018).

En términos de equidad, los resultados arrojan que la mayor parte del profesorado percibe que realizar

proyectos de e-textiles promueve el trabajo en equipo en condiciones de igualdad. A este respecto, Fields y Kafai (2023) recogen evidencias empíricas de las posibilidades que ofrece este recurso para el desarrollo de actividades STEAM equitativas. El profesorado participante destaca que promueven la inclusión al ofrecer múltiples formas de participación, lo que facilita que estudiantes con diferentes intereses y habilidades se involucren de manera equitativa, contribuyendo a desafiar los estereotipos de género tradicionales. Estos hallazgos coinciden con los de Searle et al. (2019) que afirmaron que estas actividades ayudan a las estudiantes a identificarse, si no con la asignatura de ciencias, al menos con las áreas STEM en un sentido amplio. Los resultados evidencian un impacto positivo en la reducción de la brecha de género, dado que permite integrar cuestiones culturales y otras disciplinas. Esta conexión interdisciplinaria contribuye a un mayor desarrollo cognitivo, además de beneficios a nivel afectivo y conductual (Aguilera y Vilchez-González, 2024), lo que favorece el acceso al ámbito tecnológico de una mayor diversidad de estudiantes.

Al analizar las oportunidades y desafíos asociados a la labor docente, los resultados muestran que la mayoría de los docentes que han desarrollado proyectos y actividades con e-textiles, aprecian su participación en el programa *Biblioteca Creativa* y reconocen su valor educativo. Muchos de ellos han seguido realizando propuestas. En este sentido García et al. (2019) argumentan que el impacto positivo en el aprendizaje del alumnado contribuye a fortalecer la percepción de autoeficacia y las creencias de los docentes, facilitando así la incorporación continua de mejoras en su práctica educativa.

En esta línea, el profesorado participante resalta la importancia de la formación permanente como una de sus principales preocupaciones, puesto que el nuevo paradigma educativo exige un cambio en la metodología tradicional de enseñanza-aprendizaje (Greca y Meneses, 2018). Es un reto significativo dado que deben desarrollar nuevas competencias tecnológicas y pedagógicas (Mishra y Koehler 2006, Herro et al., 2022). Y se evidencia que, aunque los docentes participen en talleres y dispongan de recursos de apoyo para fortalecer su comprensión del uso adecuado de los materiales y herramientas requeridas para el desarrollo de actividades con e-textiles (Peppler, 2016), la rigidez de la gramática escolar y la falta de formación continua y específica obstaculiza la apropiación por parte del cuerpo docente de este recurso. Investigaciones sobre la incorporación de recursos para una educación STEAM señalan, también, las limitaciones de tiempo como una gran barrera (Rich et al., 2019), tanto para la implementación de estas iniciativas como para su capacitación específica en este enfoque educativo (Herro y Quigley, 2016). Asimismo, se destaca como desafío conocer bien la materia y utilizar enfoques adecuados en la práctica (Rich et al., 2019). Las aportaciones de Srikoorn y Faikhamta (2018) constatan que no es suficiente con asistir a talleres y tener acceso a los recursos, sino que es necesario un desarrollo profesional especializado y de alta calidad.

Las principales limitaciones del presente estudio se centran en la representatividad de los datos cuantitativos, especialmente en el tamaño de la muestra y la restricción del territorio contemplado, limitado a una única Comunidad Autónoma (Galicia). En futuras investigaciones, además de valorar una muestra mayor, sería importante considerar otros territorios en los que está emergiendo la idea de biblioteca escolar como espacio creativo de aprendizaje y analizar la perspectiva de otros docentes y otras voces con relación a este recurso educativo.

En conclusión, el análisis realizado pone de manifiesto el gran potencial educativo de los e-textiles, que se perciben como un recurso educativo tangible y manipulativo, cercano al contexto cotidiano, práctico y creativo. También se destaca la pertinencia de este recurso para despertar el interés y la curiosidad del alumnado por la programación y la electrónica desde un enfoque equitativo, lo que plantea la necesidad de incorporarlo en los procesos de enseñanza y aprendizaje como un recurso clave para una educación STEAM. Finalmente hay que señalar que el estudio evidencia la necesaria formación del profesorado, más allá de la dotación. Una formación permanente de calidad, como la ofrecida desde el programa *Biblioteca Creativa*, que incluya el acompañamiento necesario para generar seguridad y confianza en los profesionales de la educación en el uso de recursos innovadores que contribuyan a preparar al alumnado para los retos del siglo XXI.

Contribución de las autoras

Paola Guimeráns Sánchez: Conceptualización.; Metodología; Recopilación y gestión de datos; Escritura del manuscrito (revisión y edición). **Almudena Alonso-Ferreiro:** Metodología; Análisis de datos; Escritura del manuscrito (revisión y edición).

Referencias

- Aguilera, D., & Vílchez-González, J. M. (2024). ¿De qué hablamos cuando hablamos de educación STEAM? Una revisión de experiencias educativas. *Revista Fuentes*, 26(2), 211–224. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2024.15412>
- ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH. (2024). ATLAS.ti Mac (versión 24.2.0) [Software de análisis de datos cualitativos]. <https://atlasti.com/>
- Ayala-Carabayo, A. (2008). La metodología fenomenológico-hermenéutica de M. Van Manen en el campo de la investigación educativa. Posibilidades y primeras experiencias. *Revista de investigación educativa*, 26(2), 409–430.
- Castro-Rodríguez, E., y Belén Montoro, A. (2021). Educación STEM y formación del profesorado de Primaria en España. *Revista De Educación*, (393), 353–378. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-393-497>
- Fields, D. A., Lui, D. y Kafai, Y. B. (2019). Teaching computational thinking with electronic textiles: Modeling iterative practices and supporting personal projects in exploring computer science. *Computational Thinking Education*, 279–294. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_16
- Fields, D., y Kafai, Y. (2023). Supporting and sustaining equitable STEAM activities in high school classrooms: Understanding Computer Science Teachers' Needs and practices when implementing an E-Textiles curriculum to forge connections across communities. *Sustainability*, 15(11), 8468 <https://doi.org/10.3390/su15118468>
- García, F. J., Quesada, A., Romero-Ariza, M. R., y Abril, A. (2019). Promoting inquiry in mathematics and science: professional development of primary and secondary school teachers. *Educación XX1*, 22(2), 335–359. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100413>
- Giménez, S. (2024). *Educación maker: Creando un aprendizaje activo y significativo*. Editorial Autores de Argentina.
- Guimeráns-Sánchez, P., Alonso-Ferreiro, A., Zabalza-Cerdeiriña, M.-A., & Monreal-Guerrero, I. M. (2024). E-textiles para la educación STEAM en educación primaria: una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 417–448. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37645>
- Greca, I. M., y Meneses Villagrà, J. Á. (2018). *Proyectos STEAM para la Educación Primaria: fundamentos y aplicaciones prácticas*. Dextra.
- Halverson, E. R., y Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard educational review*, 84(4), 495–504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Herro, D., Quigley, C., Plank, H., Abimbade, O., y 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/10.3102/jp.22.1880539>
- Herro, D., y Quigley, C. (2016). STEAM enacted: A case study of a middle school teacher implementing STEAM instructional practices. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 35(4), 319–342.
- Hughes, J. M., y Kumpulainen, K. (2023). Editorial: Maker education: opportunities and challenges, volume II. *Frontiers in Education* (8). <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1285339>
- Hughes, J., y Morrison, L. (2018). The use of E-textiles in Ontario education. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 41(1).
- Jayathirtha, G., y Kafai, Y. B. (2020). Interactive stitch sampler: A synthesis of a decade of research on using electronic textiles to answer the who, where, how, and what for K-12 computer science education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 20(4), 1–29. <https://doi.org/10.1145/341829>
- Juliani, J. P., y da Cunha Prates, G. V. (2021). Bibliotecas escolares do século XXI: implementando makerspaces. *Biblioteca Escolar em Revista*, 7(2), 42–60. <https://doi.org/10.11606/issn.2238-5894.berev.2021.181387>
- Kim, S. H., Jung, Y. J., y Choi, G. W. (2022). A systematic review of library makerspaces research. *Library & Information Science Research*, 44(4), 101202. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2022.101202>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE), por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340, del 30 de diciembre de 2020. Recuperado: <https://bit.ly/3Qm0Syz>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). El conocimiento del contenido pedagógico tecnológico: un nuevo marco para el conocimiento docente. *Registro del Colegio de Maestros*, 108(6), 1017–1054.
- Novoa, C., y Pousa, M. (2024). La biblioteca escolar, milagro u oportunidad? *Dossier Graó*, (9), 33–37.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books
- Peppler, K. (2016). A review of e-textiles in education and society. *Handbook of research on the societal impact of digital media*, 268–290.
- Peppler, K. (2022). Makerspaces: Supporting creativity and innovation by design. In *Creativity and Innovation* (pp. 265–274). Routledge.
- Peppler, K., y Wohlwend, K. (2018). Theorizing the nexus of STEAM practice. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 88–99. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1316331>
- Peppler, K., y Glosson, D. (2013). Stitching circuits: Learning about circuitry through e-textile materials. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 751–763. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9428-2>
- Rich, K.M., Yadav, A., y Schwarz, C.V. (2019). Computational thinking, mathematics, and science: Elementary teachers' perspectives on integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 27(2), 165–205.

- Rigden, K., Jawaharlal, M. y Gutzke, N. (2019). Femineer® Program: A Model for Engaging K-12 Girls in STEM. En 2019 ASEE Annual Conference & Exposition. <https://doi.org/10.18260/1-2--32837>
- Rodríguez, J.G. y Garzón, J.C. (2003). Cooperación escuela-Universidad y construcción de currículo, en Leite, R. y Flavio, A. Currículo na contemporaneidade. Recuperado de <https://bit.ly/4i1O8sJ>
- Rouse, R., y Rouse, A. G. (2022). Taking the maker movement to school: A systematic review of preK-12 school-based makerspace research. *Educational Research Review*, 35, 100413. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100413>
- Taherdoost, H. (2016). Sampling methods in research methodology; How to choose a sampling technique for research. *International Journal of Academic Research in Management*, 5(2), 18-27. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3205035>
- Tofel-Grehl, C., Searle, K. A., Hawkman, A., L MacDonald, B., & Suárez, M. I. (2021). Rural Teachers' Cultural and Epistemic Shifts in STEM Teaching and Learning. *Journal of Curriculum and Instruction*, 11(2), 45. <https://doi.org/10.3776/tpre.2021.v11n2p45-66>
- Sat, M., y Cagiltay, K. (2024). Empowering teachers' professional development with e-textiles supported educational STEAM projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09892-8>
- Searle, K., Tofel-Grehl, C., y Breitenstein, J. (2019). Equitable engagement in STEM: Using e-textiles to challenge the positioning of non-dominant girls in school science. *International Journal of Multicultural Education*, 21(1), 42-61. <https://doi.org/10.18251/ijme.v21i1.1778>
- Searle, K. A., Tofel-Grehl, C., & Allan, V. (2016, October). The e-textiles bracelet hack: Bringing making to middle school classrooms. In *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education* (pp. 107-110). <https://doi.org/10.1145/3003397.300341>
- Sentance, S., y Csizmadia, A. (2017). Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective. *Education and information technologies*, 22, 469-495. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9482-0>
- Srikoom, W., Faikhamta, C., y Hanuscin, D. (2018). Dimensions of effective STEM integrated teaching practice. *K-12 stem Education*, 4(2), 313-330.
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa*. Editorial Universidad de Antioquia.
- UNESCO, I. (2022). Manifiesto de la Biblioteca Pública IFLA-UNESCO.
- Valente, J. A. y Blikstein, P. (2019). Maker education: Where is the knowledge construction? *Constructivist Foundations*, 14(3), 252-262. Recuperado de <https://bit.ly/4b7fU4N>
- Van Manen, M. (2003). *Investigación educativa y experiencia vivida. Ciencia humana para una pedagogía de la acción y de la sensibilidad*. Idea Books.