

¿Qué sabemos del posicionamiento STEM del alumnado? Una revisión sistemática de la literatura

What do we know about students' positioning in STEM? A systematic literature review

Carme Grimalt-Álvaro^{1*} y Digna Couso^{**}

^{*}Universitat Rovira i Virgili

^{**}Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) – Universitat Autònoma de Barcelona

Resumen

El auge de la perspectiva educativa STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés) en la investigación e innovación educativa ha dado lugar a la publicación de numerosos estudios que analizan la evolución del posicionamiento del alumnado hacia las disciplinas y actividades STEM. El objetivo de este estudio es sintetizar las principales contribuciones de estas investigaciones en la etapa escolar obligatoria con un especial foco en el interés, la capacidad, la autoeficacia y las aspiraciones. Se ha realizado una revisión sistemática de publicaciones de los últimos 10 años (2011-2021) en las bases de datos más relevantes y siguiendo el modelo de la declaración PRISMA (Moher et al., 2009). El análisis temático de los 73 documentos incluidos constata la diversidad de aproximaciones al estudio de la identidad STEM, abordada desde un enfoque disciplinario o como identidad global. Se evidencian limitaciones relacionadas con alguno de los constructos considerados en el desarrollo de la identidad STEM que provocan desigualdades en el alumnado. Sin embargo, la influencia mutua entre los diversos constructos considerados permite profundizar en la

1 **Correspondencia:** Carme Grimalt-Álvaro, carme.grimalt@urv.cat Departament Pedagogia, Universitat Rovira i Virgili. Fac. Ciències de l'Educació i Psicologia. Carretera de Valls, s/n, 43007 Tarragona.

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21) y llevada a cabo dentro de los grupos de investigación ACELEC (2017SGR1399) y ARGET (2017SGR1682).

caracterización de la identidad STEM del alumnado y orientar estrategias educativas que promuevan el desarrollo de una identidad STEM positiva.

Palabras clave: Identificación; Educación STEM; Alumnado; Revisión de la literatura.

Abstract

The rise of the educational perspective STEM (science, technology, engineering, and mathematics) in educational research and innovation has led to the publication of many studies on the evolution of student positioning towards STEM disciplines and activities. The aim of this study is to synthesize the major contributions of these investigations, which are developed within the compulsory school stage, focusing specially on interest, ability, self-efficacy, and aspirations. A systematic review of the publications in the literature of the last 10 years (2011-2021) has been carried out in the most relevant databases, following the PRISMA model (Moher et al., 2009). The thematic analysis of the 73 documents included confirms the diversity of approaches to the study of STEM identity, addressed from a disciplinary approach or as a global identity. Results also evince different limitations related to some constructs considered in STEM identity development that cause inequalities among the students. The mutual influence between the different constructs considered not only allows to deepen the characterization of students' STEM identity, but also suggests several entry points for the development of strategies that can promote a development of a positive STEM identity.

Keywords: Identification; STEM Education; Students; Literature review.

Introducción

En las últimas décadas ha habido un auge de la perspectiva educativa STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés) en la investigación e innovación educativa a nivel mundial. La mayor parte de la investigación se ha orientado a definir las características de la educación STEM y su impacto en el aprendizaje del alumnado (Johnson *et al.*, 2020). Sin embargo, dado su carácter incipiente, existen numerosos aspectos donde no hay consenso aún. Por ejemplo, la relación y el grado de integración entre las disciplinas STEM en esta perspectiva educativa sigue siendo un debate muy activo en la literatura (Couso & Simarro, 2020). Dentro del término *educación STEM* pueden encontrarse propuestas que van desde actividades puramente disciplinarias (por ejemplo, de ingeniería o de ciencias) a planteamientos completamente integrados y transdisciplinarios (Starr *et al.*, 2020).

En este período, y desde cualquiera de las aproximaciones educativas STEM, una parte importante de la literatura se ha centrado también en la caracterización y la evolución del posicionamiento del alumnado hacia las disciplinas, actividades y prácticas del ámbito STEM, tanto desde el contexto escolar como en lo social, familiar y personal. Es decir, a comprender qué hace que una persona sienta que el ámbito STEM es “para él/ella” y en qué se diferencia de una persona que siente lo contrario. Este segundo enfoque, centrado en la idea de identidad STEM, surge de la voluntad de revertir las desigualdades existentes tanto en el ámbito educativo como en el ámbito profesional, sean relacionadas con el género y el nivel socioeconómico (como evidencian resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE o PISA

(OECD, 2019), o con factores dependientes del tipo de educación recibida durante la etapa escolar (Starr *et al.* 2020).

Como respuesta a estas cuestiones, se han elaborado diversos modelos de identidad respecto al ámbito STEM que permiten explicar estos posicionamientos. Aunque tampoco existe un consenso en la definición de la *identidad STEM*, en el presente estudio consideramos que la identidad STEM se basa en la medida en que una persona se ve a sí misma y es aceptada como miembro de una disciplina o campo del ámbito STEM (Kim *et al.*, 2018). Así, entendemos la identidad STEM como un paraguas donde se incluyen diversas identidades específicas relacionadas con las disciplinas o campos STEM, por ejemplo, la identidad respecto la ingeniería o la biología. Esta aproximación guarda una mayor coherencia ontológica con el marco general de la identidad social usado por la mayoría de las investigaciones sobre identidad, puesto que respeta el hecho de que no haya una única referencia socialmente construida sobre qué representa socialmente *ser una persona STEM*.

Dentro de esta definición, diversos autores como Carlone y Johnson (2007), Hazari *et al.* (2010) y Kang *et al.* (2019) han identificado diversas dimensiones o constructos que conforman la identidad STEM, tales como el interés hacia las asignaturas o actividades STEM (independientemente de su enfoque educativo) o el reconocimiento por la comunidad como *persona STEM* (es decir, como alguien que encaja en el significado socialmente construido sobre cómo son y lo que hacen las personas que se dedican al ámbito STEM). Sin embargo, qué dimensiones o constructos en concreto se incluyen en la caracterización de la identidad STEM es diferente en los distintos modelos de identidad, por lo que las implicaciones educativas de los estudios que se basan en estos modelos son diversas, llegando a diferir entre sí. En consecuencia, analizar críticamente las contribuciones de estos numerosos estudios y encontrar puntos de consenso deviene necesario para determinar cuáles son las dimensiones o constructos relacionados con un posicionamiento no negativo hacia las STEM.

En revisiones de la literatura anteriores, el foco del análisis se ha puesto en la orientación profesional y el fomento de vocaciones en el ámbito STEM, como en Reinhold *et al.* (2018) o bien en las estrategias para minimizar el impacto de los estereotipos asociados a las *personas STEM* en la construcción de la identidad STEM del alumnado (Kim *et al.*, 2018). Reconociendo la contribución de estos estudios previos, en la revisión sistemática de la literatura actual se ha puesto el foco en la dimensión psicológica de la identidad. La finalidad no es caracterizar de qué depende una identificación con el ámbito STEM positiva o neutra para que haya más personas o más diversidad en las personas que estudian carreras del ámbito STEM, sino garantizar un desarrollo adecuado de la alfabetización en el ámbito STEM para todo el alumnado y su capacidad de disfrute de las prácticas STEM dentro de la etapa escolar obligatoria. Así, se han identificado los cuatro constructos de tipo psicológico que aparecen más frecuentemente en los estudios sobre la identidad STEM: el interés personal hacia las disciplinas, prácticas y temas STEM (Hazari *et al.*, 2010); la capacidad para llevar a cabo una tarea del ámbito STEM; la autoeficacia, es decir, las creencias en las propias capacidades para llevar a cabo una tarea en el ámbito STEM (Bandura, 1995); y las aspiraciones en el ámbito STEM, es decir, las elecciones de asignaturas, cursos o carreras relacionadas con la

apertura del futuro profesional como elemento vinculado a la identidad y no tanto a las trayectorias profesionales futuras, tal y como Oyserman y Fryberg (2006) describen.

El objetivo del presente estudio es sintetizar las principales contribuciones de las investigaciones que caracterizan el posicionamiento STEM de los y las estudiantes en la etapa escolar obligatoria desde el marco de la identidad con un especial foco en el interés, capacidad, autoeficacia, y aspiraciones.

Método

Para dar respuesta a este objetivo, en este estudio se realiza una revisión sistemática de las publicaciones en la literatura de los últimos 10 años (2011-2021) en las bases de datos más relevantes (WoS, Scopus, ERIC y Dialnet) siguiendo el modelo de la declaración PRISMA (Moher *et al.*, 2009). Se delimitaron las palabras clave y los términos de búsqueda, buscando todos los artículos sobre identidad y STEM que incluyeran algunos de los constructos mencionados (interés, capacidad, autoeficacia o aspiraciones) en las bases de datos seleccionadas (Figura 1). En el caso de Dialnet, la búsqueda se realizó en español.

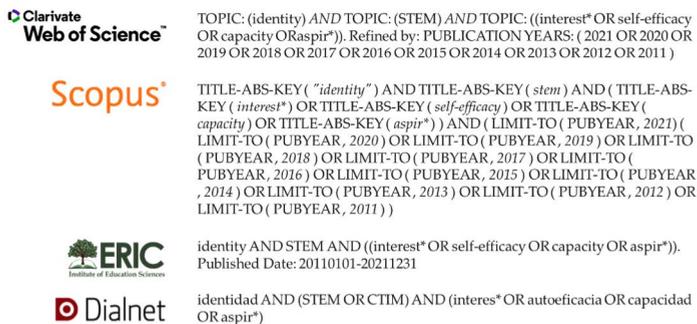


Figura 1. Expresiones de búsqueda usadas en las bases de datos consultadas.

En total, se identificaron 2381 publicaciones (1192 en WoS, 991 en Scopus, 184 en ERIC y 14 en Dialnet). A continuación, se agruparon todos los resultados y se eliminaron los duplicados (1601), quedando 780 publicaciones. Se definieron los criterios de inclusión y exclusión de las publicaciones para cibar los resultados. Con estos criterios se construyó una lista de verificación donde, para cada etapa del proceso de selección (Figura 2), se indicaron los criterios que se cumplían y los que no en cada estudio.

Criterios de exclusión:

- CE1: La publicación no está relacionada con la temática investigada.
- CE2: La publicación no pone el foco en los estudiantes o en la etapa escolar obligatoria (3-16 años).
- CE3: La publicación no realiza una nueva contribución, sino que es una revisión de contribuciones de otros autores.
- CE4: La publicación está en un idioma distinto al inglés, español o catalán.
- CE5: No hay acceso a la publicación completa.

Criterios de inclusión:

- CI1: La publicación se centra en la generación de la identidad en el ámbito STEM y contempla el interés, la capacidad, la autoeficacia, y/o las aspiraciones.
- CI2: La publicación se centra en el alumnado y en las edades de preescolar hasta la finalización de la enseñanza obligatoria (3-16 años).
- CI3: La publicación aporta nuevas evidencias sobre la relación entre la identidad de los y las estudiantes en el ámbito STEM y su interés, autoeficacia, capacidad y aspiraciones en este ámbito.

En el cribaje se eliminaron 223 publicaciones. Si alguno de los criterios anteriores no pudo ser evaluado, se decidió incluir la publicación para evaluarla posteriormente en la valoración de la elegibilidad. Seguidamente, se evaluó el resumen de las 557 publicaciones cribadas, aplicando los criterios de inclusión y exclusión. Se eligieron 177 publicaciones completas para la evaluación final, excluyendo 380 publicaciones. En caso de ambigüedad, se decidió incluir la publicación para la evaluación final.

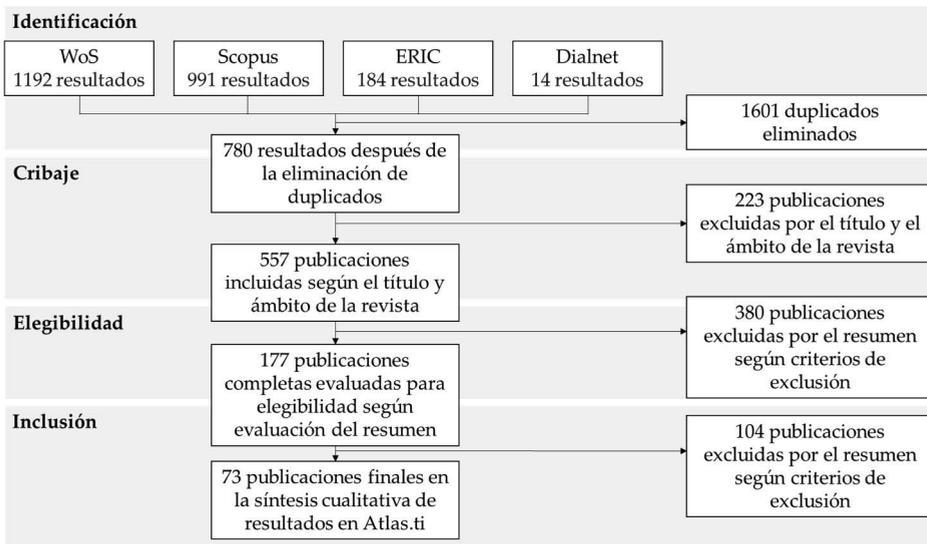


Figura 2. Esquema del procedimiento de selección de las publicaciones, basado en el modelo de la Declaración PRISMA (Moher et al., 2009). Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se leyeron por completo las 177 publicaciones aplicando de nuevo los criterios de inclusión y exclusión y criterios de calidad definidos en Margot y Kettler (2019). Se descartaron 104 artículos, obteniendo el número de 73 publicaciones finales para el análisis cualitativo de las contribuciones. La lista completa de publicaciones finales puede consultarse en el apéndice. Mediante el programa Atlas.ti 9, se realizó un análisis temático del contenido (Suter, 2012) identificando fragmentos relevantes en las publicaciones y aplicando los códigos preestablecidos que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Códigos y subcódigos usados en el análisis temático

| Etapa educativa | Caracterización Identidad STEM |
|-----------------|---------------------------------|
| 3-6 años | Identidad disciplinar |
| 6-10 años | Ciencia |
| 10-14 años | Ingeniería |
| 14-16 años | Matemáticas |
| | Tecnología |
| | Identidad global |
| Constructo | Aportación |
| Interés | Relación con identidad STEM |
| Capacidad | Relación con otros constructos |
| Autoeficacia | Relación con factores sociales |
| Aspiraciones | Estrategias educativas (efecto) |

En el proceso de selección y análisis de los estudios participó una investigadora. Una segunda investigadora participó en la validación de todo el proceso, analizando cada etapa en base a diversos criterios (pertinencia, relevancia, etc.).

Resultados

De los 73 documentos analizados, la mayoría (51%) se han realizado en la etapa secundaria posterior a los 14 años y un 27% se centraron en la etapa intermedia entre la primaria y la secundaria (10-14 años), una etapa relevante para el sistema educativo británico y estadounidense. El 22% de estudios se realizó en el primer y segundo ciclo de primaria (6-10 años). Solo un estudio se desarrolló en la etapa de preescolar (3-6 años).

Los resultados del análisis muestran una gran diversidad de usos del término *identidad STEM*. Se observa que en el 78% de estudios analizados la identidad STEM se relaciona con identidades disciplinares y, en particular, con la identidad científica (61% de los estudios que consideran identidades disciplinares). En el 21% de estudios analizados se aborda el estudio de la identidad STEM global y solo en un estudio (1%) se investiga la relación entre la identidad disciplinar y la identidad STEM global. Esta diversidad en la ontología de la identidad STEM evidencia el incipiente desarrollo de este campo de investigación. A continuación, se describen los temas más relevantes y comunes en las diversas perspectivas y se aportan algunos ejemplos de interés.

El interés hacia las actividades o temas STEM como indicador de un posible posicionamiento positivo

El estudio del interés hacia las actividades o temas STEM se ha realizado como posible indicador o predictor de la identificación del alumnado con las disciplinas STEM. Resultados como los de Chapman *et al.*, (2020) o García, (2013) muestran la existencia de una cierta relación entre el interés y la identificación con diferentes disciplinas del

ámbito STEM. Hinds (2014) y Kier (2013) muestran resultados similares considerando la identidad STEM globalmente.

Sin embargo, las investigaciones que ponen el foco en el desarrollo de vocaciones STEM como indicador de una identidad STEM cuestionan la capacidad predictiva del interés. Por ejemplo, Archer *et al.* (2013) describen que en su estudio más del 70% de los estudiantes de entre 10 – 14 años muestra interés hacia las disciplinas STEM. Sin embargo, solo una minoría expresa aspiraciones hacia este ámbito. Además, el interés puede disminuir de manera significativa si se pregunta por la educación STEM escolar (Riedinger & Taylor, 2016), haciendo su relación con las aspiraciones más volátil. Esta aparente incoherencia cuestiona el rol del interés como constructo a la hora de promover que el alumnado se identifique como personas STEM (Young *et al.*, 2017) cuando se consideran las aspiraciones como elemento identitario. Desde esta perspectiva, la relación entre interés e identidad STEM solo se observaría en aquellos/as estudiantes que muestran un interés muy alto (Buontempo *et al.*, 2017), sin observarse diferencias entre las definiciones de identidad STEM. En definitiva, no se trata de que las actividades STEM no deban ser interesantes para los estudiantes, sino que deben darse otras condiciones *adicionales* para que el interés pueda alinearse con una identidad STEM que cristalice en aspiraciones en el ámbito.

Solo aquellas personas que sacan buenas notas en las asignaturas STEM desarrollan un posicionamiento positivo hacia las STEM

Los resultados muestran cómo es necesario tener una cierta capacidad para poder desarrollar un posicionamiento e identidad STEM positiva tanto en global (Hinds, 2014) como desde un enfoque disciplinar (Sinclair *et al.*, 2019). En el desarrollo de la capacidad, el alumnado debe tener la oportunidad de participar activamente en diversas prácticas relacionadas con el ámbito STEM que van desde el dominio de los contenidos o destrezas (p.ej. la elaboración de una afirmación o hipótesis), hasta el dominio de las prácticas comunicativas (Kier, 2013). En esta participación se produce una interiorización de estas prácticas que promueve el desarrollo de la identidad STEM (Riedinger & Taylor, 2016).

Un importante matiz para tener en cuenta a la hora de valorar la importancia de la capacidad en la identidad STEM es que, en la literatura, este constructo se relaciona con el desempeño o las notas altas en asignaturas STEM, por lo que un rendimiento académico bajo constituye uno de los indicadores habituales de una identidad STEM poco desarrollada y uno de los predictores más fuertes del abandono de los estudios STEM (Rahm & Moore, 2016; Sinclair *et al.*, 2019). Estos estudios señalan la importancia que tiene la evaluación en la construcción de la identidad STEM. Sin embargo, el uso de las notas como indicador de la capacidad es controvertido, puesto que no siempre reflejan la capacidad real del alumnado en otros contextos o ante otras tareas y además influyen en la autoeficacia del alumnado, como se describe a continuación.

Sentirse capaz deviene un elemento indispensable para ser una persona STEM

La capacidad y la identidad STEM se relacionan intrínsecamente con la autoeficacia en STEM de los y las estudiantes. Creer en las propias capacidades es necesario para que una persona desarrolle una identidad STEM en global (Tan *et al.*, 2013) o disciplinar (Buontempo *et al.*, 2017). Este grupo de creencias en las propias capacidades bebe de múltiples experiencias previas de éxito o fracaso donde se constata la influencia no solo de las experiencias escolares donde las notas y las actividades STEM juegan un papel clave (Chu *et al.*, 2017), sino de las experiencias de éxito o fracaso en contextos educativos no formales, como en la participación en actividades STEM en familia (Kang *et al.*, 2019). También se muestra la influencia de factores sociales como, por ejemplo, niveles de autoeficacia más alta en aquellos/as estudiantes que tienen una madre con un título universitario en el ámbito STEM (Starr & Leaper, 2019).

En los estudios analizados se observa también la relación fuerte entre la autoeficacia y otros constructos, como el interés del alumnado y el desarrollo de aspiraciones hacia el ámbito STEM, que refuerzan el carácter nuclear de la autoeficacia en el desarrollo de la identidad STEM. Así, los estudiantes con mayor autoeficacia en STEM mostrarían también un mayor interés hacia actividades de este ámbito (Kier, 2013) o más aspiraciones (Archer *et al.*, 2017). Por este motivo, el desarrollo de la autoeficacia mediante experiencias que permitan y promuevan el éxito en actividades STEM representa uno de los subtemas importantes en la promoción de la identidad STEM, como afirman Riedinger & Taylor (2016) o Chu *et al.* (2017).

Un posicionamiento positivo implica reconocerse a uno/a mismo/a como posible persona STEM

Otro de los temas relevantes en los estudios analizados es la necesidad de que el alumnado se reconozca como *persona STEM* para desarrollar un posicionamiento positivo e identidad STEM, así como proyectarse en un posible futuro en este ámbito (aspiraciones STEM). Tener interés y participar activamente en prácticas STEM (Riedinger & Taylor, 2016), sentirse capaz de tener éxito (autoeficacia) y ser capaz de ello fomentan el propio reconocimiento como persona STEM (Chu *et al.*, 2017). Sin embargo, una gran parte de los artículos consultados ponen de manifiesto cómo en el proceso de reconocerse como persona STEM se establece una comparación entre los atributos personales y los atributos que socialmente se atribuyen al ámbito STEM, es decir, qué es STEM y cómo son las personas que se dedican a ello. Este constructo social está fuertemente estereotipado y los atributos del estereotipo están muy arraigados en el alumnado. Así pues, numerosos estudios ponen de manifiesto cómo las actividades o las disciplinas STEM se consideran como algo muy difícil, –especialmente para determinadas disciplinas como por ejemplo la física (Archer *et al.*, 2017) o las ciencias de la computación (Wong, 2017)- y desconectado del mundo (Garvin-Hudson & Jackson, 2018). Estas características repercuten en la imagen del/la profesional STEM, que se percibe como una persona trabajadora, dedicada y seria (Todd & Zvoch, 2019), muy inteligente y con un conocimiento muy profundo del contenido (Erete *et al.*, 2017; Pinkard *et al.*, 2020), incluso un talento *natural* para ello, que disfruta profundamente

haciendo o aprendiendo STEM (Verdín *et al.*, 2018), lo que la convierte en una persona excéntrica, peculiar, obsesionada con lo suyo, socialmente torpe y que no entra en la norma (Archer *et al.*, 2013; Wong, 2017). Aunque estos atributos del estereotipo son compartidos por todas las disciplinas STEM, algunos son más relevantes para determinadas disciplinas (Verdín *et al.*, 2018; Wang, 2013). Por ejemplo, la masculinidad, otro de los atributos que también se asocia con los profesionales STEM, no es predominante en disciplinas como las ciencias de la salud o la biología (Riedinger & Taylor, 2016).

En el proceso de reconocerse a uno/a mismo como persona STEM los/as estudiantes comparan estos atributos asociados a un reducido número de profesionales STEM (aquellos en la investigación y desarrollo puntero) con la manera en la que se perciben ellos/as mismas, evaluando la medida en la que coinciden o son diferentes. El análisis muestra cómo en este proceso intervienen los constructos anteriormente descritos (interés, capacidad, autoeficacia) y la proyección de la identidad en el futuro (aspiraciones) como elementos que caracterizan la propia identidad, entre otros. Si se encuentran similitudes entre los atributos de la propia identidad y el constructo social, las identidades se alinean y se promueve una identificación positiva con el ámbito STEM (STEM es para “gente como yo”) (Hinds, 2014). En cambio, cuando los atributos personales o académicos de las identidades de los/as estudiantes difieren del estereotipo STEM, el estereotipo ejerce un efecto negativo en estas personas. Este efecto negativo dificulta enormemente el desarrollo de una identidad STEM en la mayoría de los casos, especialmente cuando estas diferencias devienen irreconciliables. A esta última situación se le ha prestado especial atención en la literatura mostrando, por ejemplo, cómo el estereotipo STEM aleja aquellos/as jóvenes que no se consideran suficientemente inteligentes y capaces, les gusta cultivar su imagen o se alinean altamente con una feminidad heteronormativa (Archer *et al.*, 2017), o bien pertenecen a determinadas etnias diferentes de la dominante u occidental (Wade-Jaimes *et al.*, 2019), entre muchos otros.

El análisis también muestra diversos casos sobre cómo algunos/as de estos/as jóvenes con atributos diferentes consiguen negociar sus identidades personales para hacerlas compatibles con el estereotipo, por ejemplo, cuestionando el estereotipo y haciéndolo más diverso (Erete *et al.*, 2017), interiorizándolo y reproduciéndolo (Archer *et al.*, 2017), o bien desarrollando prácticas selectivas, es decir, seleccionando en qué contextos uno/a se muestra de una determinada manera u otra (García, 2013). Independientemente de cómo se defina la identidad STEM, la influencia de los estereotipos en los que se basa esta identidad social es común en todos los estudios, así como la negociación que debe establecer el alumnado para construir sus identidades STEM. Estos procesos permiten explicar cómo el interés, la autoeficacia y la capacidad juegan un papel clave en la configuración de la identidad STEM del alumnado y en sus aspiraciones, aunque es necesario tener en cuenta los referentes sociales para garantizar el éxito de las estrategias.

Una persona con un posicionamiento STEM positivo debe sentirse reconocida y apoyada para desarrollar aspiraciones y mantenerlas a lo largo del tiempo

El último tema emergente del análisis sistemático es la gran influencia de la comunidad en el desarrollo de la identidad STEM y, en particular, en el fomento y sustento de aspiraciones hacia las STEM. Cómo la comunidad (no solo el grupo de amigos/as

o la comunidad de aprendizaje, sino también la comunidad extensa, incluyendo la familia y la sociedad) percibe a los/as jóvenes y los atributos que les confiere influye enormemente en la propia identidad STEM (García, 2013). Así, aunque el reconocimiento por parte de la comunidad educativa es crucial, también puede encontrarse en otros ámbitos fuera del escolar (Tan *et al.*, 2013), particularmente en el familiar (Koch *et al.*, 2019). La comunidad valida las cualidades de la persona y las prácticas que lleva a cabo y permite, en último término, que desarrolle una identidad STEM en sociedad, más allá del propio interés, capacidad y autoeficacia. Si la comunidad percibe a un/a joven como “trabajador/a”, “brillante” o con otros rasgos que se alinean con el estereotipo STEM, este/a joven desarrollará más fácilmente una identidad STEM positiva (Riedinger & Taylor, 2016). Diversas investigaciones muestran cómo este reconocimiento social debe concretarse en un apoyo explícito al/la joven con los recursos necesarios (emocionales, económicos, científicos...) para que, si el/la estudiante desarrolla aspiraciones hacia las STEM, pueda sostenerlas en el tiempo (Koch *et al.*, 2019).

Discusión y conclusiones

A nivel general, se evidencia un foco de las investigaciones en la etapa post-14 años y un interés bajo en las primeras etapas educativas que se explica por la dificultad de medir en las primeras etapas educativas elementos asociados a constructos personales complejos. Sin embargo, este enfoque en las etapas educativas posteriores responde a que, en la mayoría de las publicaciones analizadas, la identidad STEM, el interés, la capacidad y la autoeficacia se estudian en relación con la promoción de las vocaciones y no tanto con la alfabetización científica y el disfrute cultural de las STEM. Aunque las aspiraciones puedan dar indicaciones de la identidad, este énfasis en la literatura es problemático puesto que refuerza la existencia de una relación unívoca no solo discutible, sino elitista. Uno de los retos futuros debe ser considerar identidades STEM más diversas, independientemente de que cristalicen o no en una opción laboral.

A pesar de las limitaciones del estudio en la clave de búsqueda donde solo se consideró el término STEM, se constata la diversidad de aproximaciones al estudio de la identidad STEM, sea desde una disciplina en particular o como identidad global. Aunque el análisis haya permitido identificar temas comunes entre investigaciones con planteamientos ontológicos diversos, el estudio de la relación entre diversas identidades disciplinarias y una posible identidad STEM transversal, así como la influencia de propuestas educativas STEM integradas o multidisciplinares en la promoción de la identidad STEM concentrará gran parte de las investigaciones futuras. A continuación, para concluir, se exponen tres consideraciones finales sobre los temas más relevantes que emergen del análisis de las publicaciones.

Existen desigualdades sistemáticas entre todas las disciplinas STEM y a lo largo de toda la escolarización

Todas las publicaciones analizadas muestran desigualdades similares relacionadas con alguno de los constructos considerados (identidad, interés, autoeficacia, capacidad o aspiraciones), sin hallarse diferencias significativas por etapa educativa. Así, por

ejemplo, las diferencias en el interés hacia la robótica según el género ya son identificables en los primeros años de la escuela primaria y son similares a las diferencias en la etapa de secundaria (Sullivan & Bers, 2019). Ciertamente, estas desigualdades pueden adquirir un matiz diferente según el área STEM -por ejemplo, hay más chicas inclinadas hacia carreras del ámbito de las ciencias de la salud (Koul *et al.*, 2017). Sin embargo, la conclusión es la misma: sea cual sea el área, siempre hay un colectivo de estudiantes que sistemáticamente se queda “fuera” de las STEM por cuestiones relacionadas con su identidad. Esto evidencia cómo en el desarrollo de un posicionamiento positivo hacia las STEM también es necesario considerar la intersección con otras identidades personales (como el género, la raza, la etnia o el nivel socioeconómico y cultural). Las desigualdades sistémicas y persistentes evidencian una necesidad de implementar y estudiar intervenciones para promover una educación STEM inclusiva y sostenida en el tiempo, empezando por las edades tempranas.

La relación mutua entre los diversos constructos personales enriquece la descripción de la identidad STEM y ayuda a definir estrategias para mejorarla

Los resultados muestran la existencia de una relación mutua entre el interés, la autoeficacia, la capacidad y las aspiraciones hacia las STEM cuando se interpreta desde un marco de identidad. El alumnado que muestre un posicionamiento totalmente positivo hacia el ámbito STEM será aquel que se identifique como personas STEM, es decir, pueda alinear sus identidades personales con su identidad STEM y haya podido negociar exitosamente la influencia del estereotipo. Estos estudiantes muestran también un interés muy alto por las actividades y prácticas relacionadas, capacidad suficiente para llevarlas a cabo, creencias en las propias capacidades para tener éxito y aspiraciones. Sin embargo, en aquellos/as estudiantes que no se consideran totalmente personas STEM, generalmente por falta de negociación del estereotipo, las STEM suelen estar fuera de su horizonte futuro no solo laboral, sino personal. Estos estudiantes, que constituyen una amplia mayoría, muestran un interés, capacidad y autoeficacia en las actividades STEM moderados, como describen Archer *et al.* (2013), y aun así no aspiran hacia las STEM porque aspiran a otros ámbitos con los que probablemente se identifiquen más (Grimalt-Álvaro & Couso, 2021).

Ciertamente, el objetivo de la promoción de un posicionamiento no negativo hacia las STEM en el alumnado no debe ser el fomento de vocaciones STEM, siendo las aspiraciones hacia otros ámbitos totalmente legítimas y necesarias. Sin embargo, la polarización en las aspiraciones, interpretada desde un marco identitario, revelaría que una proporción elevada de estudiantes descarta el ámbito STEM demasiado pronto o por los motivos equivocados al experimentar dificultades a la hora de generar una identidad STEM compatible con sus otras identidades personales. En efecto, la imagen social altamente estereotipada de las STEM, la cultura de la excelencia, o la falta de reconocimiento de otros (madres, padres y docentes, principalmente) como posibles personas STEM serían factores sociales que dificultarían la alineación entre sus identidades actuales, incluyendo su identidad STEM, y aquellas identidades proyectadas que se relacionan con lo que un estudiante desearía ser (*possible selves*) definidas por Oyserman y Fryberg (2006). La revisión de la literatura muestra cómo en este proceso

intervienen factores personales, como no obtener buenas notas en las asignaturas STEM (o no interpretarlas como tales), en las que la educación tiene oportunidad de actuar. Promover el desarrollo de un posicionamiento STEM no negativo y más equitativo -donde pueda haber más gente- debería posibilitar mayor disfrute hoy del mundo STEM para todos y todas, así como futuros profesionales que no descarten por motivos identitarios el ámbito STEM, abiertos además a profesiones STEM técnicas o fuera de la ciencia puntera (nutricionistas, farmacéuticos/as, instaladores...) y a ámbitos híbridos cada vez más comunes y necesarios (periodismo científico, traducción en entornos de alta tecnología, artistas digitales...).

La influencia mutua entre los diversos constructos considerados permite profundizar en la caracterización de la identidad STEM de los estudiantes, inspirando estrategias educativas que puedan promover el desarrollo de una identidad STEM no negativa. Así, el diseño de prácticas STEM *interesantes* -conectadas con los intereses propios de los estudiantes- puede facilitar que los/as estudiantes puedan dar respuesta a otras inquietudes personales no siempre conectadas tradicionalmente con las prácticas STEM, tal y como describe Kier (2013). Desde la perspectiva de la capacidad en las prácticas STEM, que Carlone y Johnson (2007) ya describían como uno de los elementos más influyentes en la generación de la identidad STEM, se comprende cómo la segregación por resultados académicos ejerce un efecto enormemente negativo en el desarrollo de la identidad STEM de determinados jóvenes (Rahm & Moore, 2016). El diseño de actividades educativas con calidad didáctica (partiendo de los conocimientos previos, ajustando el nivel de dificultad inicial, secuenciando en progresión los contenidos, ofreciendo herramientas de andamiaje...) y perspectivas de evaluación más adecuadas, inclusivas y metacognitivas como la evaluación formativa y formadora en STEM, pueden devenir estrategias con influencia positiva en la generación de la identidad STEM de los y las jóvenes desde la promoción de la capacidad (Tan *et al.*, 2013). Del mismo modo, ofrecer experiencias de éxito puede ayudar a promover una identidad STEM favorable desde la perspectiva de la autoeficacia (Riedinger & Taylor, 2016) y aún más cuanto más *auténticas* -similares a las que se realizan en el ámbito profesional (Rahm & Moore, 2016)- sean las prácticas en las que el alumnado tenga experiencias de éxito. Actuaciones en este ámbito podrían pasar por realizar demandas más realistas con la enorme variedad de tareas relacionadas con las STEM, incluyendo aquellas de tipo técnico. Desde las aspiraciones y, en particular, desde la formación y la orientación vocacional se puede mostrar la diversidad en el tipo de profesiones y entre los/as profesionales STEM, facilitando que el alumnado pueda identificarse más fácilmente y sentir que en STEM hay profesiones y profesionales muy diferentes, incluyendo algunas "como ellos/as" (Archer *et al.*, 2013)). Además, se debe trabajar para reducir la influencia del estereotipo, dando más espacio para que estas identidades puedan albergar otros atributos diferentes a los heteronormativos (Lewis Ellison *et al.*, 2020).

Finalmente, las principales contribuciones en la literatura descritas sugieren una necesidad de revisar los modelos tradicionalmente usados, como el de Carlone y Johnson (2007), profundizando en la relación entre la identidad y el interés, la autoeficacia, la capacidad y las aspiraciones de los y las jóvenes, independientemente de si estos/as quieren llegar a ser profesionales STEM, y desde las múltiples ontologías de la identidad STEM. El desarrollo de un modelo más complejo facilitaría la mejora

de instrumentos para analizar de manera más integral la evolución de las identidades en STEM y el impacto de las acciones educativas.

Es necesaria la implicación de toda la comunidad educativa a la hora de dar espacio y reconocer a los/as jóvenes como personas STEM

Aunque el foco del estudio se ha puesto en los constructos de tipo psicológico, los resultados evidencian el papel decisivo de la comunidad en la generación de la identidad STEM. Así como la práctica STEM es una actividad que se realiza en sociedad (Carlone & Johnson, 2007), la identidad STEM -y en consecuencia el posicionamiento positivo o al menos neutro (no negativo)- no puede desarrollarse sin la interacción y la implicación de la comunidad. Esta situación revela la gran responsabilidad de los y las docentes a la hora de ayudar a los y las estudiantes a que desarrollen una identidad STEM equilibrada y alineada con las diversas identidades personales y académicas, así como también la necesaria implicación de la comunidad científica, la familia y la sociedad en general en este propósito. Como adultos, los resultados de la revisión sistemática nos deben invitar a reflexionar sobre cuál es nuestro rol a la hora de transmitir y perpetuar las desigualdades identificadas, especialmente en relación con las imágenes estereotipadas de STEM y los valores que transmiten, tal y como Shapiro y Williams (2012) describen en su investigación. Proporcionar los recursos necesarios para que los y las jóvenes desarrollen una identidad STEM positiva y compatible con sus identidades personales no solo pasa por repensar su rol en las actividades, ofreciendo espacios donde puedan demostrar sus capacidades en STEM delante de la comunidad y sus personas influyentes. El reto, tal y como muestran los resultados de los estudios analizados, se encuentra en que los y las jóvenes sientan que tienen algo que aportar a su comunidad también desde su conocimiento y competencia en STEM, sintiéndose valorados/as por ello (Wagstaff, 2014). Este reto solo se podrá alcanzar desde una implicación conjunta de los actores de los diversos contextos educativos y sostenida a lo largo del tiempo para que pueda generar nuevas oportunidades de aprendizaje que permitan a nuestros jóvenes sentir que pueden “ser” todo lo que se quieran ser, incluyendo “ser STEM”.

Referencias

- Andersen, L., & Ward, T. J. (2014). Expectancy-value models for the STEM persistence plans of ninth-grade, high-ability students: A comparison between black, hispanic, and white students. *Science Education*, 98(2), 216–242. <https://doi.org/10.1002/sce.21092>
- Archer, L., & Dewitt, J. (2015). Science Aspirations and Gender Identity: Lessons from the ASPIRES Project. En E. K. Henriksen, J. Dillon, & J. Ryder (Eds.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education* (pp. 89–102). Springer Editorial. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7793-4>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J. F., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2013). “Not girly, not sexy, not glamorous”: primary school girls’ and parents’ constructions of science aspirations. *Pedagogy, Culture and Society*, 21(1), 171–194. <https://doi.org/10.1080/14681366.2012.748676>

- Archer, L., Moote, J., Francis, B., DeWitt, J., & Yeomans, L. (2017). The “Exceptional” Physics Girl: A Sociological Analysis of Multimethod Data From Young Women Aged 10–16 to Explore Gendered Patterns of Post-16 Participation. *American Educational Research Journal*, 54(1), 88–126. <https://doi.org/10.3102/0002831216678379>
- Bandura, A. (Ed.). (1995). *Self-efficacy in changing societies* (1ª Edición). Cambridge University Press.
- Buontempo, J., Riegle-Crumb, C., Patrick, A., & Peng, M. (2017). Examining gender differences in engineering identity among high school engineering students. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 23(3), 271–287. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2017018579>
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the Science Experiences of Successful Women of Color: Science Identity as an Analytic Lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187–1218. <https://doi.org/10.1002/tea>
- Chapman, A., Rodriguez, F. D., Pena, C., Hinojosa, E., Morales, L., Del Bosque, V., Tijerina, Y., & Tarawneh, C. (2020). “Nothing is impossible”: characteristics of Hispanic females participating in an informal STEM setting. *Cultural Studies of Science Education*, 15(3), 723–737. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09947-6>
- Chu, S. L., Schlegel, R. J., Quek, F., Christy, A., & Chen, K. (2017). ‘I Make, Therefore I Am’. En *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ‘17)* (pp. 109–120), New York, USA. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025458>
- Couso, D., & Simarro, C. (2020). STEM Education Through the Epistemological Lens. In C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore, & L. D. English (Eds.), *Handbook of Research on STEM Education* (pp. 17–28). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429021381-3>
- Erete, S., Martin, C. K., & Pinkard, N. (2017). Digital Youth Divas. En Rankin, Y., & Thomas, J. (Ed.), *Moving Students of Color from Consumers to Producers of Technology* (pp. 152-173). IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-5225-2005-4.ch008>
- Flowers, A. M., & Banda, R. M. (2019). An Investigation of Black Males in Advanced Placement Math and Science Courses and Their Perceptions of Identity Related to STEM Possibilities. *Gifted Child Today*, 42(3), 129–139. <https://doi.org/10.1177/1076217519842213>
- Garcia, Y. V. (2013). A case study exploring science competence and science confidence of middle school girls from marginalized backgrounds [tesis doctoral, University of Northern Colorado]. Repositorio ProQuest. <https://www.proquest.com/docview/1428371735>
- Garvin-Hudson, B., & Jackson, T. O. (2018). A case for culturally relevant science education in the summer for African American youth. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 31(8), 708–725. <https://doi.org/10.1080/09518398.2018.1478156>
- Grimalt-Álvaro, C., & Couso, D. (2021). Developing STEM Identities in Students in the “Big Middle”. Connections between Identity and Socioeconomic Level. In E. Carlton Parsons, R. S. Schwartz, D. Bressler, N. Makki, & J. Plummer (Eds.), *NARST 94th Annual International Conference* (p. 119).
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>

- Hinds, B. F. (2014). *A study of the experience of female African-American seventh graders in a Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) afterschool program* [tesis doctoral, Eastern Michigan University]. Repositorio institucional. <http://commons.emich.edu/theses/822>
- Johnson, C. C., Mohr-Schroeder, M. J., Moore, T. J., & English, L. D. (Eds.). (2020). *Handbook of Research on STEM Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429021381>
- Kang, H., Calabrese Barton, A., Tan, E., D. Simpkins, S., Rhee, H. yon, & Turner, C. (2019). How do middle school girls of color develop STEM identities?. *Science Education*, 103(2), 418–439. <https://doi.org/10.1002/sce.21492>
- Kier, M. W. (2013). *Examining the Effects of a STEM Career Video Intervention on the Interests and STEM Professional Identities of Rural, Minority Middle School Students* [tesis doctoral, North Carolina State University]. Repositorio institucional. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Kim, A. Y., Sinatra, G. M., & Seyranian, V. (2018). Developing a STEM Identity Among Young Women: A Social Identity Perspective. *Review of Educational Research*, 88(4), 589–625. <https://doi.org/10.3102/0034654318779957>
- Koch, M., Lundh, P., & Harris, C. J. (2019). Investigating STEM Support and Persistence Among Urban Teenage African American and Latina Girls Across Settings. *Urban Education*, 54(2), 243–273. <https://doi.org/10.1177/0042085915618708>
- Koul, R., Lerdpornkulrat, T., & Poondej, C. (2017). Gender contentedness in aspirations to become engineers or medical doctors. *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 1422–1438. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1303450>
- Lewis Ellison, T., Robinson, B., & Qiu, T. (2020). Examining African American Girls' Literate Intersectional Identities Through Journal Entries and Discussions About STEM. *Written Communication*, 37(1), 3–40. <https://doi.org/10.1177/0741088319880511>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ (Online)*, 339(7716), 332–336. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>
- Oyserman, D., & Fryberg, S. (2006). The Possible Selves of Diverse Adolescents: Content and Function Across Gender, Race, and National Origin. En C. Dunkel & J. Kerpelman (Eds.), *Possible selves: Theory, research, and applications* (pp. 1–23). Nova Science Publishers. http://www.novapublishers.org/catalog/product_info.php?products_id=2650
- Pinkard, N., Martin, C. K., & Erete, S. (2020). Equitable approaches: opportunities for computational thinking with emphasis on creative production and connections to community. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 347–361. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636070>
- Pleasants, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM Problems: Implications for Pre-college Education. *Science and Education*, 29(4), 831–855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>

- Rahm, J., & Moore, J. C. (2016). A case study of long-term engagement and identity-in-practice: Insights into the STEM pathways of four underrepresented youths. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 768–801. <https://doi.org/10.1002/tea.21268>
- Reinhold, S., Holzberger, D., & Seidel, T. (2018). Encouraging a career in science: a research review of secondary schools' effects on students' STEM orientation. *Studies in Science Education*, 54(1), 69–103. <https://doi.org/10.1080/03057267.2018.1442900>
- Riedinger, K., & Taylor, A. (2016). "I Could See Myself as a Scientist": The Potential of Out-of-School Time Programs to Influence Girls' Identities in Science. *Afterschool Matters*, 23, 1–7.
- Shapiro, J. R., & Williams, A. M. (2012). The Role of Stereotype Threats in Undermining Girls' and Women's Performance and Interest in STEM Fields. *Sex Roles*, 66(3–4), 175–183. <https://doi.org/10.1007/s11199-011-0051-0>
- Sinclair, S., Nilsson, A., & Cederskär, E. (2019). Explaining gender-typed educational choice in adolescence: The role of social identity, self-concept, goals, grades, and interests. *Journal of Vocational Behavior*, 110(Noviembre 2018), 54–71. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.11.007>
- Starr, C. R., Hunter, L., Dunkin, R., Honig, S., Palomino, R., & Leaper, C. (2020). Engaging in science practices in classrooms predicts increases in undergraduates' STEM motivation, identity, and achievement: A short-term longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(7), 1093–1118. <https://doi.org/10.1002/tea.21623>
- Starr, C. R., & Leaper, C. (2019). Do adolescents' self-concepts moderate the relationship between STEM stereotypes and motivation? *Social Psychology of Education*, 22(5), 1109–1129. <https://doi.org/10.1007/s11218-019-09515-4>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2019). Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(5), 1033–1051. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9483-y>
- Suter, W. N. (2012). Qualitative Data, Analysis, and Design. En *Introduction to Educational Research. A Critical Thinking Approach* (2ª Edición, pp. 342–386). SAGE Publications. <https://www.doi.org/10.4135/9781483384443>
- Tan, E., Calabrese Barton, A., Kang, H., & O'Neill, T. (2013). Desiring a career in STEM-related fields: How middle school girls articulate and negotiate identities-in-practice in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(10), 1143–1179. <https://doi.org/10.1002/tea.21123>
- Todd, B. L., & Zvoch, K. (2019). Exploring Girls' Science Affinities Through an Informal Science Education Program. *Research in Science Education*, 49(6), 1647–1676. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9670-y>
- Verdín, D., Godwin, A., & Ross, M. (2018). STEM roles: How students' ontological perspectives facilitate STEM identities. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 8(2), 31–48. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1167>
- Wade-Jaimes, K., Cohen, J. D., & Calandra, B. (2019). Mapping the evolution of an after-school STEM club for African American girls using activity theory. *Cultural Studies of Science Education*, 14(4), 981–1010. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9886-9>
- Wagstaff, I. R. (2014). *Predicting 9th Graders' Science Self-efficacy and STEM Career Intent: A Multilevel Approach* [tesis doctoral, North Carolina State University]. Repositorio institucional. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>

- Wang, J. (2013). Ingenuity lab: Making and engineering through design challenges at a science center. En *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, Atlanta, Georgia. <https://doi.org/10.18260/1-2--19766>
- Wong, B. (2017). 'I'm good, but not that good': digitally-skilled young people's identity in computing. *Computer Science Education*, 26(4), 299–317. <https://doi.org/10.1080/08993408.2017.1292604>
- Young, J. L., Ero-Tolliver, I., Young, J. R., & Ford, D. Y. (2017). Maximizing Opportunities to Enroll in Advanced High School Science Courses: Examining the Scientific Dispositions of Black Girls. *Journal of Urban Learning, Teaching, and Research*, 13, 174–183.

Apéndice: lista de publicaciones incluidas en la revisión sistemática

Lista completa de las publicaciones incluidas.

Fecha de recepción: 10 de febrero de 2021.

Fecha de revisión: 3 de marzo de 2021.

Fecha de aceptación: 31 de mayo de 2021.