

El talento STEM en la educación obligatoria: una revisión sistemática

STEM talent in k-10: a systematic review

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2022-396-530

M^a Pilar Herce-Palomares

UNED

Marcos Román González

Carmen Jiménez Fernández

UNED

Resumen

El talento STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) es un tema de plena actualidad en la investigación tanto por la renovada comprensión de las altas capacidades en dominios específicos del talento, como por el reciente interés hacia la educación STEM. Esta investigación conduce una revisión sistemática para indagar en un talento específico, el talento STEM. Se pretende ilustrar su trayectoria durante la educación obligatoria. En concreto, se busca conocer el estado de la investigación del campo, los conjuntos de variables personales y situacionales que inciden en la trayectoria del talento STEM durante la educación obligatoria, la identificación de las metodologías más pertinentes para la promoción del talento STEM y los hitos/estadios que atraviesa el alumnado durante este momento madurativo. Para ello, a partir de las directrices de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) y de la colaboración Campbell se elaboró un protocolo para esta revisión de la investigación. Tras su aplicación se obtienen un total de 225 estudios, de los que finalmente se incluyen 108 tras la revisión de los criterios de elegibilidad. Se concluye cómo se encuentra la investigación del campo, un conjunto de variables disposicionales (cognitivas, psicosociales y demográficas) y contextuales (en la educación formal, no formal y en otros escenarios) que interaccionan entre ellas para favorecer o dificultar el curso de la trayectoria;

que las metodologías *hands-on* son las más implementadas para favorecer el talento STEM y, por último, unas tenues orientaciones sobre los estadios e hitos que acontecen en la trayectoria del talento STEM, que dibujan nuevas líneas de investigación. Dichos resultados contribuyen a la comprensión sobre las políticas y prácticas educativas más pertinentes para la promoción del talento STEM durante la educación obligatoria, por lo que se proporcionan algunas orientaciones.

Palabras clave: talento, desarrollo del talento, altas capacidades, educación obligatoria, educación STEM, STEM

Abstract

STEM talent (science, technology, engineering and mathematics) is a current research topic both for the renewed understanding of giftedness in specific talent domains and the recent interest in STEM education. This research conducts a systematic review to know a specific domain, STEM talent. It is intended to illustrate the trajectory of STEM talent during the stage of compulsory education. In particular, it aims to explore the state of the art of this of research set of personal and contextual variables, which affect the trajectory of STEM talent during compulsory education, the most relevant methodologies for the advancement of STEM talent, and the milestones/stages that students go through during this evolutionary moment. To this end, a protocol for this review of research was developed based on the guidelines of the PRISMA declaration (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) and the Campbell collaboration. Following the application of said protocol, a total of 225 studies were obtained, of which 108 were finally included after reviewing the eligibility criteria. The results not only show the state of the field of research, but also a set of dispositional (cognitive, psychosocial, and sociodemographic) and contextual variables (in formal, non-formal and, other scenarios) that interact with each other to advance or hinder the course of the trajectory; that hands-on methodologies are the most implemented to promote STEM talent and finally, brief guidelines regarding the stages and milestones that take place during the STEM talent trajectory, which offer new lines of research. These results contribute to understanding the most relevant educational policies and practices for the advancement of STEM talent during compulsory education, so some guidelines are given.

Key words: talent, talent development, giftedness, compulsory education, STEM education, STEM

Introducción

El estudio de las altas capacidades ha avanzado notoriamente tras un siglo de investigación. Los primeros planteamientos que centraban el interés en la medida de la inteligencia como un rasgo estable en un conjunto homogéneo de sujetos, han dado paso a renovadas formas de comprenderlas.

Pese a tratarse de un constructo que puede ser definido desde distintas perspectivas, el campo de las altas capacidades parece haber alcanzado cierto consenso al considerar que el potencial humano es mucho más plural, contextual y conformado evolutivamente que los planteamientos de quienes fundaron el área de estudio (Dai, 2018). Se trata de un fenómeno complejo de naturaleza genética y ambiental, multidimensional, diverso, moldeable, dinámico y en desarrollo, resultado de la covariación a lo largo de la trayectoria de vida (Sastre-Riba, 2020). Las altas capacidades intelectuales se comprenden desde la complejidad, pues las meras aptitudes generales cognitivas con las que se asociaban se integran con nuevos factores que contribuyen al posterior éxito.

Subotnik et al. (2011, p.7) definen las altas capacidades como “la manifestación del rendimiento que se encuentra claramente en el extremo superior de la distribución en un dominio de talento específico, incluso en relación con otros individuos de alto nivel de funcionamiento en ese dominio”. Añaden que en él intervienen tanto variables cognitivas como psicosociales, las cuales son maleables y precisan ser deliberadamente promovidas en cada momento madurativo y en cada dominio del talento.

Dos cuestiones clave se desprenden de esta definición. En primer lugar, las altas capacidades se entienden desde una perspectiva evolutiva a lo largo del ciclo vital (Dai, 2017; Subotnik et al., 2011; Ziegler et al., 2019). Las aptitudes (capacidades) son necesarias, pero no suficientes (Subotnik, et al., 2011) para que cada sujeto corone con éxito la trayectoria en un dominio específico del talento. En dicha trayectoria Olszewski-Kubilius et al., (2015, 2016) sugieren que: es necesaria la oferta de oportunidades y que sean aprovechadas, las variables psicosociales juegan un papel determinante en el desarrollo eficaz del talento, la preparación para la eminencia es el resultado final al que aspira la educación del talento, las capacidades son importantes, especialmente las relacionadas con los dominios específicos y los dominios del talento difieren en las trayectorias evolutivas comenzando a distintas edades.

En segundo lugar, una gran cantidad de definiciones de las altas capacidades incluyen referencias a talentos específicos (Callahan y Price, 2021). La realidad multidimensional de las altas capacidades ha focalizado su atención en las aptitudes específicas y las capacidades en áreas particulares de talento (Tourón, 2020). Entre los talentos específicos, el talento STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) presenta un sustancial valor, dado su papel en el crecimiento económico de los países (Beasley y Fisher, 2012) y como instrumento para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS (MacDonald y Huser, 2020).

El talento STEM se entiende en la edad adulta como “el descubrimiento transformador o innovación en STEM” (Subotnik et al., 2009, p. 1315). La probabilidad de culminar con éxito el talento está condicionada por la adquisición de las habilidades necesarias en cada momento madurativo (Olszewski-Kubilius et al., 2019), por lo que la educación obligatoria se convierte en el primer eslabón de la cadena para alcanzar este fin.

A pesar de existir distintas formas de comprender STEM en la práctica educativa, quienes la defienden reclaman que:

Boon (2019):

“Se adopte un enfoque de enseñanza interdisciplinar, que elimine las barreras de aprendizaje y desarrollo entre las cuatro disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas... Consideran que reunir las cuatro disciplinas como STEM es teóricamente sólido y válido, ya que se entiende que la ciencia y las matemáticas forman la base de la ciencia aplicada, que incluye la tecnología e ingeniería” (p.7).

Además de la defensa de la integración de las disciplinas STEM, aunque todavía con cierta falta de evidencia empírica (Martín-Páez et al., 2019), la integración disciplinar se enmarca entre las buenas prácticas para la educación del talento (VanTassel-Baska y Brown, 2007).

Si el desarrollo del talento es una condición indispensable para liderar la innovación y el desarrollo comunitario (Pérez y Jiménez, 2018), las políticas educativas y sociales deben educar para la excelencia (Jiménez y Baeza, 2012). Además, uno de los principales objetivos de la educación es responder a las demandas sociales promoviendo el desarrollo social, económico, científico y tecnológico (Türk et al., 2018), de modo que la educación del talento STEM es un recurso esencial de las sociedades del siglo XXI y una prioridad para todo sistema educativo. Por todo ello, conocer de qué forma y cómo se facilita el talento STEM del alumnado

en el periodo obligatorio ha de ser una preferencia en los sistemas educativos.

Motivación de la investigación y objetivos

A pesar de la relevancia de la educación del talento STEM en la educación obligatoria, la investigación en este campo es todavía escasa. Olszewski-Kubilius et al. (2019) identifican un conjunto de variables psicosociales que favorecen el desarrollo de la trayectoria de todos los talentos, incluido el dominio STEM, en diferentes estadios. En este dominio Subotnik et al. (2019) exploran los factores que favorecen la graduación en STEM durante la educación secundaria postobligatoria. Sin embargo, este interés en la investigación no ha sido trasladado del mismo modo a la educación obligatoria.

La educación primaria y secundaria son las etapas en las que se inician las oportunidades para el desarrollo de este talento mediante el aprendizaje basado en la indagación, la colaboración entre iguales, las metodologías abiertas sin restricciones de reglas e instrucciones y la resolución de problemas reales (Robinson et al., 2014). Las habilidades tempranas se transforman en competencias cuando el alumnado recibe las experiencias educativas apropiadas con el apoyo familiar y con enseñanzas profesorado-alumnado de calidad (Subotnik y Jarvin, 2005).

Por ello, el objetivo de esta investigación es profundizar en el conocimiento de la trayectoria del talento STEM durante la educación obligatoria.

Los objetivos específicos son:

- Describir el estado de la cuestión en la investigación del talento STEM.
- Conocer las variables que modulan la trayectoria del talento STEM.
- Identificar las metodologías que favorecen la educación del talento STEM.
- Determinar los hitos y/o estadios que marcan el progreso del aprendizaje del talento STEM.

Para dar respuesta a estos objetivos se realiza una revisión sistemática de la investigación siguiendo la metodología que se describe a continuación.

Método

Esta revisión sistemática se ejecuta a partir de las directrices internacionales dispuestas en la guía para las ciencias de la salud *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*, PRISMA (Moher et al., 2015), para la evaluación de la calidad de las investigaciones; y la guía para las ciencias sociales de la colaboración Campbell (Petticrew y Roberts, 2006), que ofrece los pasos a seguir para llevar a cabo revisiones sistemáticas en este campo.

El método atraviesa esta secuencia: elaboración y registro del protocolo de la revisión sistemática, estrategia de búsqueda, criterios de inclusión y exclusión, evaluación de las evidencias de calidad de los estudios incluidos y, proceso de recogida y tratamiento de la información para su interpretación.

Elaboración y registro del protocolo

La elaboración y registro prospectivo de protocolos es una prescripción sugerida por las organizaciones internacionales que fomentan buenas prácticas (sugerida en las guías antes citadas). Sin embargo, no es una práctica todavía generalizada en las ciencias sociales.

El protocolo de esta revisión sistemática fue elaborado y comunicado antes del inicio de dicha revisión, en junio de 2020, para mejorar la calidad en el procedimiento, favorecer su replicabilidad y aumentar la confianza de sus resultados (Herce, en prensa). Especifica el proceso metodológico que a continuación se describe.

Estrategia de búsqueda

La estrategia comprende la selección de la ecuación de búsqueda, la selección de las bases de datos y, finalmente, la concreción de la estrategia de búsqueda en cada una de ellas, acometida al inicio del segundo semestre del 2020 y bajo las directrices del protocolo.

- Ecuación de búsqueda: a partir del Tesoro Europeo de la Educación (ERIC) se identificaron los términos que definen la ecuación. Además, se revisaron en una búsqueda exploratoria tras

la que se introdujo el operador booleano “NOT” para excluir tres conceptos y se desestimaron los términos “science”, “mathematics”, “engineering” y “technology”, dado que ambas cuestiones generaban un elevado ruido documental. La ecuación resultante es: (“STEM talent” OR “STEM gifted*”) AND (“Elementary*” OR “Primary*” OR “Secondary*” OR “middle*” OR “K-12” OR “K-5” OR “K-6” OR “K-8”) NOT (“cell” OR “stem cells” OR “plants”).

- Bases de datos: se incluyen bases de datos de las ciencias sociales (educación), ciencia (ingeniería y tecnología) y multidisciplinares ACM Digital Library, IEEE Xplore, ScienceDirect, EBSCOhost, Scopus y WOS (colección principal).
- Concreción de la estrategia de búsqueda: se definió en el protocolo la estrategia para cada base de datos, con cada algoritmo y los operadores de campo (Herce, en prensa).

Criterios de elegibilidad

Los criterios de elegibilidad (Tabla 1) se ajustan a lo especificado en el protocolo de esta revisión sistemática (Herce, en prensa) y al formato PICOC (Petticrew y Roberts, 2006):

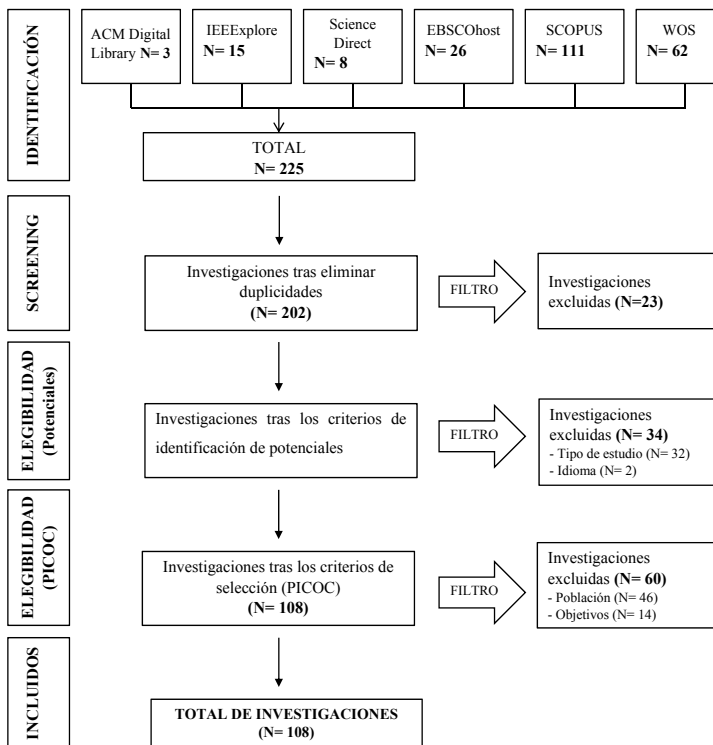
TABLA I. Criterios de elegibilidad (elaboración propia)

Elegibilidad en la identificación de artículos potenciales	Elegibilidad en la selección de artículos (PICOC)
Estudios primarios cuantitativos y cualitativos	La población directa o indirecta es el alumnado en cualquier nivel educativo de las etapas de educación primaria y/o secundaria obligatoria
Artículos publicados en revistas científicas revisadas por pares o comunicaciones a congresos en actas indexadas en las bases de datos definidas	Se ha de dar respuesta al menos a uno de los objetivos
Acceso a las investigaciones	En el contexto de la educación formal y no formal
En lengua inglesa o española	

Tras la búsqueda inicial, se obtiene un total de 225 investigaciones en las bases de datos. Se eliminan las duplicidades con el gestor bibliográfico “Refworks 2.0” resultando 202 estudios. Tras la aplicación de los criterios de elegibilidad (potenciales) se excluyen 34 y atendiendo a los criterios PICOC se eliminan 60 más, siendo el total de publicaciones N=108 (disponible en: <https://tinyurl.com/yb27uvg7>). La búsqueda es realizada por la primera investigadora, revisando el segundo investigador un 15% del conjunto de investigaciones hasta alcanzar un acuerdo entre ambos.

El Gráfico 1 ilustra este proceso de la búsqueda y la aplicación de los criterios de elegibilidad, con una adaptación del diagrama de flujo PRISMA-P (Moher et al., 2015).

GRÁFICO I. Diagrama de flujo de los resultados de una búsqueda y proceso de elegibilidad (adaptación de PRISMA-P, de Moher et al., 2015)



Evaluación de las evidencias de calidad de las publicaciones

Para evaluar las evidencias de calidad se cumplimentó el *Standard quality assessment criteria for evaluating primary research papers from a variety of fields* (Kmet et al., 2004) aplicable a investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas. Los resultados muestran elevadas evidencias de calidad (entre 0,75 y 1) en todas las investigaciones cuantitativas excepto dos moderadas (entre 0,5 y 0,74); elevadas evidencias de calidad también en todas las cualitativas, menos en dos moderadas; y elevadas en las que aplican ambos tipos de diseños de investigación (Herce et al., 2020). Se concluye por esta razón la incorporación del conjunto de estudios para la revisión, tras la verificación de las dos investigadoras y del investigador.

Recogida y tratamiento de la información

La extracción y tratamiento de la información se inicia siguiendo el protocolo de esta revisión en tres niveles: análisis descriptivo con una tabla Excel que incluye la autoría, fecha, revista, resumen, criterios de elegibilidad (artículos potenciales y selección) con una relación de las investigaciones incorporadas; tabla Excel con las evidencias de calidad de las investigaciones para los distintos tipos de diseño; y tabla Excel con la respuesta a las cuestiones formuladas (Herce, en prensa).

Los datos se han analizado mediante el método deductivo partiendo de tres dimensiones generales (con porcentajes) que se descomponen en categorías. Cada categoría se ha calculado con porcentajes sobre el total de cada una de las dimensiones (no sobre el total de investigaciones incluidas). Además, en ellas se producen solapamientos, dado que una misma investigación puede contemplar distintas variables.

Por tanto, el análisis se estructura en tres dimensiones que se corresponden con los tres últimos objetivos de esta investigación:

- Dimensión de variables moduladoras: porcentajes de variables disposicionales (variables cognitivas y no cognitivas del propio sujeto), variables contextuales (oportunidades del entorno) y de la combinación de ambas.
- Dimensión de metodologías: porcentajes de las metodologías que se implementan.

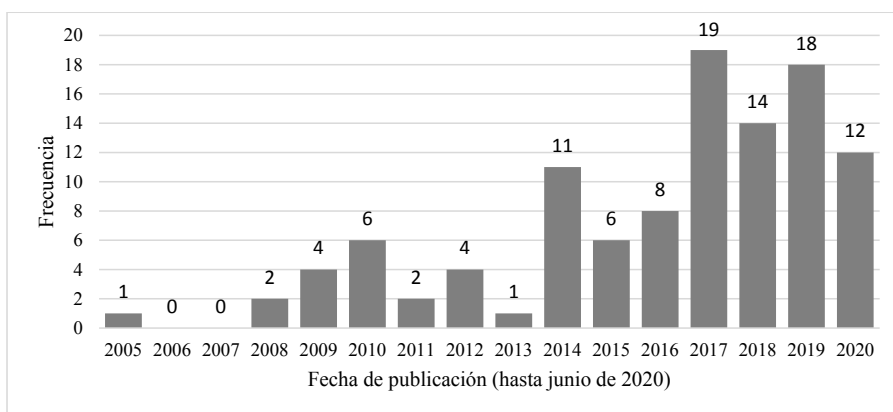
- Dimensión de hitos/estadios: porcentajes de los hitos (variables críticas para el progreso del talento) y estadios evolutivos que se atraviesan en la trayectoria STEM.

Resultados y discusión

Análisis descriptivo

La revisión sistemática sitúa la investigación sobre el desarrollo del talento STEM entrado ya el siglo XXI y con un interés creciente en los últimos años. Hasta el año 2014 la evolución ha sido lenta, pero a partir del año 2017 la producción aumenta de forma considerablemente (Gráfico II).

GRÁFICO II. Evolución de la producción científica en el talento STEM (elaboración propia)



Este hecho es resultado de una doble justificación. En primer lugar, una renovada visión de las altas capacidades. Actualmente, el estudio del talento va más allá de las capacidades y abraza a un público más amplio en el que no solamente se trata de entender la “naturaleza” de los individuos, sino cómo crear cursos de vida productivos y satisfactorios en su beneficio y en el de la sociedad. La esencia se encuentra en conocer cómo promover su potencial creando trayectorias desde la comprensión de cómo y por qué algunas personas alcanzan la eminencia como

consecuencia de factores endógenos y exógenos y la interacción entre ambos (Dai, 2018). En segundo lugar, la novedad del movimiento de la educación STEM, que todavía se encuentra en el estadio inicial de su desarrollo (Martín-Páez et al., 2019).

Aunque la trayectoria del dominio STEM se ha convertido en un interés prioritario para el avance y prosperidad de las naciones, este compromiso no ha sido asumido de la misma forma en el planeta (Gráfico III).

GRÁFICO III. Distribución de la investigación del talento STEM en el panorama mundial (elaboración propia a partir de displayr)

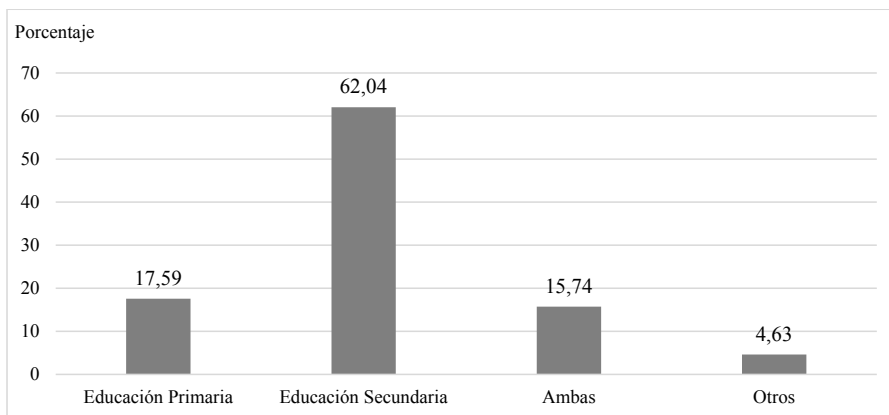


EEUU acopia casi tres cuartas partes del total de la producción científica. El continente americano se sitúa en la cabeza de la producción científica con EEUU, Canadá y Colombia. En Europa, salvo Alemania, son escasos los países que investigan y quienes lo hacen es tímidamente como España con una sola publicación. Sin embargo, es una prioridad europea atraer el talento hacia la ciencia y la tecnología como señala el plan de acción para el alumnado con altas capacidades de la estrategia Lisboa (Hausamann, 2012), tras el trabajo de la *European Cooperation in Science and Technology* (COST, 2007).

Por último, el continente asiático aparece en tercer lugar con un porcentaje de publicación ligeramente inferior al europeo.

En cuanto a las etapas educativas, la educación obligatoria es el momento en el que se sientan las bases del estadio de la competencia y se orienta la dirección que tomará la trayectoria en el alumnado con talento STEM (Subotnik et al., 2011). El Gráfico IV representa el interés prestado a los distintos niveles educativos.

GRÁFICO IV. Investigación del talento STEM por niveles educativos (elaboración propia)

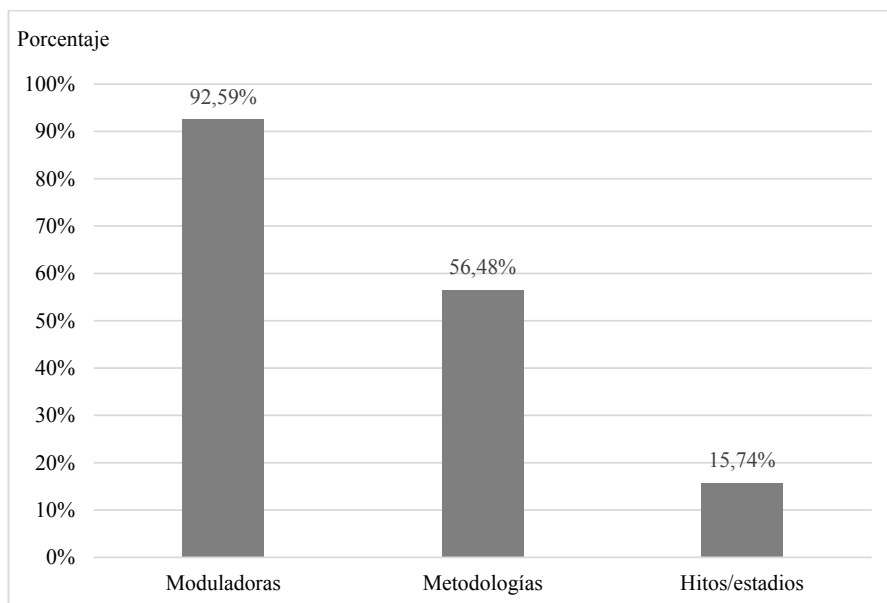


La población directa o indirecta de las intervenciones educativas se concentra durante la educación secundaria obligatoria (ESO) con un 62,04% de las publicaciones y, además, un 15,74% incorpora tanto a la ESO como a la educación primaria. Esta última, únicamente ocupa un 17,59% del total. Por último, un 4,63% abarca momentos madurativos más amplios (desde la educación infantil hasta la universitaria o la edad adulta).

Por tanto, se hace necesario profundizar en la investigación de la educación del talento STEM durante la educación primaria, para identificar las habilidades y orientaciones que necesita el alumnado talentoso en este dominio, dado que es en este periodo cuando se gestan las competencias del talento STEM. En este sentido, son esenciales las experiencias tempranas STEM (Cannady et al., 2014) y es necesario ofrecer al alumnado una variedad de habilidades en cada dominio específico del talento, para que sean capaces de actuar eficientemente y que se orienten hacia opciones vocacionales en dicho dominio (Preckel et al., 2020).

Por otro lado, el resto de los objetivos han recibido un interés desigual en la investigación (Gráfico V).

GRÁFICO V. Atención prestada a los objetivos de la investigación (elaboración propia)



Las variables que inciden en la trayectoria del talento STEM se encuentran en la gran mayoría de las investigaciones (92,59%). Más de la mitad (56,48%) estudian las metodologías para la promoción del talento STEM y, un pequeño porcentaje (15,75%) centra su atención en los hitos y estadios que atraviesa el alumnado durante la educación obligatoria.

A continuación, se presentan los resultados internos de cada objetivo, calculados siempre como porcentajes sobre el subtotal de investigaciones incluidas en cada una de ellas.

Variables moduladoras en el desarrollo del talento STEM en la educación obligatoria

En la trayectoria de todo talento intervienen variables disposicionales de cada sujeto, oportunidades desde el contexto y, además, ambos grupos de variables interaccionan entre ellas (Dai, 2021; Subotnik et al., 2021). En el talento STEM las variables se encuentran en N= 100 investigaciones

(92,59%) las cuales se han agrupado en: disposicionales y contextuales. Las variables disposicionales se encuentran en un 87% del total de moduladoras y las contextuales en un 90%. Además, un 75% apuntan a la existencia de relaciones entre ambos conjuntos de variables, de modo que la combinación de ambos grupos de factores también contribuye al avance en la trayectoria STEM del alumnado.

TABLA II. Variables que modulan la trayectoria del talento STEM en la educación obligatoria (elaboración propia)

Grupo de variables	Variable	Porcentaje
VARIABLES DISPOSICIONALES (87%)	Genes	1%
	Variables cognitivas	38%
	Variables psicosociales	65%
	Variables sociodemográficas	51%
VARIABLES CONTEXTUALES (90%)	Educación formal	63%
	Educación no formal	41%
	Otros	12%
INTERACCIÓN (75%)	Sí	75%

Variables disposicionales

Entre las características que se presentan en cada sujeto con talento STEM se incluyen la disposición genética (1%), variables cognitivas (38%), variables psicosociales (65%) y variables sociodemográficas (51%), apareciendo más de una de ellas en la mayoría de los estudios.

- Genética y variables cognitivas: la genética y en un porcentaje sustancialmente mayor las variables cognitivas, emergen como predictoras del talento STEM. Contribuyen a favorecer el talento STEM son las puntuaciones poligénicas; el elevado rendimiento/competencia, sobre todo en matemáticas y ciencia; las capacidades/aptitudes, especialmente visoespacial y razonamiento matemático; los conocimientos previos, el pensamiento interdisciplinar y, el capital de aprendizaje del organismo. Entre estas variables cognitivas el mayor peso se otorga a la aptitud matemática (Lubinski et al., 2014) y la visoespacial (Lakin y Wai, 2020; Sisman et al., 2020) junto al rendimiento. En la trayectoria del talento se han de transformar las aptitudes en competencias del talento STEM, y las competencias en pericia (Subotnik, et al., 2010), por lo que también se contempla la evaluación del rendimiento, especialmente en evaluaciones nacionales de competencia curricular en matemáticas y ciencia.
- Las variables psicosociales (no cognitivas): las que suscitan mayor atractivo en la investigación. En el subtotal de variables psicosociales favorecen la trayectoria STEM: intereses STEM (69,23%), actitudes STEM (18,46%), motivación (13,85%) y percepción de eficacia/competencia en STEM (13,85%). Con una menor representatividad también surgen factores como la auto-regulación, compromiso con la tarea, conocimiento sobre ingeniería (utilidad e importancia), persistencia en itinerarios STEM, expectativas de éxito (por ejemplo, de graduarse), autoconcepto, locus de control, emociones, personalidad, creatividad, capital de aprendizaje, sentir apoyo social y emocional, liderazgo, identidad, seguridad y definición de sus propias metas, buenas relaciones interpersonales, conocimiento tácito del campo; trabajo duro más que creer en las capacidades (*growth mindset*) y, la percepción de poder compaginar en la vida adulta el trabajo científico con la familia (en mujeres). Inciden negativamente las conductas negativas-riesgo y problemas de conducta y la ansiedad hacia las matemáticas. A diferencia de las variables cognitivas (más difíciles de modificar) estas variables son maleables y necesitan ser deliberadamente promovidas, pues son un factor crítico para el buen curso de la trayectoria (Olszewski-Kubilius et al., 2015, 2016). Las intervenciones educativas en el

talento STEM han de focalizarse en este conjunto de variables, para favorecer una trayectoria del talento STEM exitosa.

- Por último, las variables sociodemográficas apuntan un conjunto de características que limitan la trayectoria del talento STEM. Entre ellas el género es la variable más significativa (60,78%). El número de mujeres que acceden a estudios universitarios STEM ha ido disminuyendo durante los últimos 20 años (López-Iñesta et al., 2020), aunque las adolescentes rinden igual o incluso más que sus iguales en ciencia, matemáticas y competencia lectora (Gagnon y Sandoval, 2019). Para ellas y para otros grupos desfavorecidos la permanencia en la trayectoria STEM se convierte en un desafío tanto personal como social.
- Otras características que reducen la promoción del talento STEM son en este orden: raza/diversidad cultural (29,41%), disponiendo de mayores oportunidades ciertas razas y culturas (por ejemplo, blanca y personas nativas); estatus socioeconómico (23,53%), a menores recursos menos oportunidades; edad (11,76%), la educación primaria proporciona menos opciones; entorno rural/urbano (7,84%), con mayor oferta de servicios y recursos más amplia en entornos urbanos. Además, otras variables en menor porcentaje que dificultan la trayectoria son la pertenencia a grupos minoritarios o desfavorecidos, estudiantes en riesgo de abandono del sistema educativo, presentar doble excepcionalidad (altas capacidades y diversidad funcional), algunos tipos de ambiente familiar y, las profesiones y nivel educativo de sus progenitores en campos no STEM. La investigación busca identificar los mecanismos que contribuyan a cerrar estas brechas, por ejemplo, con programas educativos que brinden una igualdad de oportunidades (Olszewski-Kubilius et al., 2017) o experiencias que contribuyan a superar las barreras desde el contexto familiar y escolar (Burt y Johnson, 2018).

Variables contextuales

Son las oportunidades para el desarrollo del talento que tienen lugar en escenarios concretos y acontecen fuera de cada individuo. Las variables del contexto se han organizado en tres categorías: educación formal

(63%), educación no formal (41%) y otros contextos (12%). Por tanto, las oportunidades que se proporcionen al alumnado en la trayectoria del talento desde el sistema educativo son cruciales, pero también todas aquellas a su alcance en la educación no formal con un elevado porcentaje.

En primer lugar, la educación formal es el contexto más estudiado y en ella se contemplan:

- *Profesorado*: contribuyen favorablemente al avance en la trayectoria del talento STEM la formación docente (aprendizaje a lo largo de toda la vida, desarrollo profesional sostenido, apoyo institucional a la formación); colaboración entre centros educativos con universidades y profesionales STEM, compartir experiencias entre docentes, elevada cualificación, percepción de su competencia e, implicación activa en el proceso de enseñanza.
- *Metodologías*: descritas en el siguiente epígrafe.
- *Tipo de centro*: se contrastan las oportunidades que ofrecen los distintos tipos de centros según se encuentren en un entorno rural/urbano, papel de las escuelas STEM residenciales en EEUU, resultados de las escuelas públicas, católicas o *homeschooling* y escuelas especializadas STEM en contraposición a las tradicionales.
- *Recursos materiales del centro*: fomenta el talento disponer de recursos materiales STEM, laboratorios en el propio centro o tener acceso a laboratorios externos.
- *Medidas de atención a la diversidad*: el alumnado con talento STEM necesita la oferta de cursos avanzados (matemáticas y ciencia, sobre todo) y actividades extracurriculares, mentoría, diferenciación, aceleración y enriquecimiento.
- *Currículum*: por un lado, favorece la progresión del talento STEM el acercar intereses STEM en el currículum a edades tempranas, currículum avanzado, currículum afectivo, contenidos de ingeniería, integración de contenidos STEM, exposición intensa a contenidos de matemáticas y ciencia en primaria y especialización en los contenidos en secundaria, que perciban la utilidad de las asignaturas, modelos de roles de las profesiones STEM en el aula, diferentes agrupamientos, conocimiento tácito de las disciplinas STEM, uso de la tecnología, posibilidad de exhibir ante audiencias los proyectos del aula, relaciones interpersonales en el aula, retroalimentación al alumnado y reconocimiento de logros,

ambiente de aprendizaje STEM, orientación, apoyo institucional al currículum STEM, y calidad de las programaciones didácticas. Por otro lado, las disrupciones en el aula se relacionan negativamente, pues provocan enfado y aburrimiento.

Las diferencias entre los equipos docentes, las metodologías que se implementan en el aula, el tipo de centro, sus recursos y el acceso que tenga a otros recursos, las medidas de atención a la diversidad para el alumnado con talento STEM y el currículum que se desarrolle, se traducen en diferencias en las oportunidades para la promoción del talento STEM.

En segundo lugar, la educación no formal puede suplir muchas de las carencias de la educación formal destacando:

- *Actividades extracurriculares* (92,68%): para acercar contenidos y habilidades a los que no se tienen acceso en la educación formal (profundizar en intereses concretos, conocer nuevos campos, interactuar con iguales que comparten intereses...). Además, estas actividades son críticas en sujetos con características sociodemográficas que dificultan la trayectoria STEM (Subotnik et al., 2019) como los estudiantes que residen en entornos rurales (Ihrig et al., 2018) o el género femenino (Holmes et al., 2012). La raza y ofrecer intereses desde la educación no formal son dos factores relacionados positiva y significativamente con el éxito en la trayectoria STEM (Steenbergen-Hu y Olszewski-Kubilius, 2017).
- *Familia e iguales*: la familia es fundamental en la promoción de intereses STEM tempranos y proporcionando apoyo (Burt y Johnson, 2018; Garriot et al., 2014; Steenbergen-Hu y Olszewski-Kubilius, 2017), también es importante el apoyo de los iguales con quienes comparten intereses (Subotnik y Rickoff, 2010).

Pese a esta clasificación del contexto, la educación formal y no formal no pueden permanecer desconectadas. La educación formal ofrece unas oportunidades y la educación no formal otras, con ventajas y desventajas en cada una de ellas para facilitar el avance del talento STEM (Olszewski-Kubilius, 2009). Zeng, Zhang y Wang (2019) sugieren tender puentes entre ambas para el desarrollo de este talento.

Las variables del “macrocontexto” aparecen sutilmente e incluyen: capital educativo, recursos económicos del país, políticas educativas (becas, puentes entre los distintos niveles educativos y entre la educación formal y no formal), vincular la educación del talento con los objetivos

de la sociedad, análisis en cada sociedad del impacto que ejerce la educación del talento STEM sobre la incorporación a profesiones STEM y sobre el número de personas que alcanzan la eminencia STEM, estado de la investigación STEM en el país, salud de la población y supervivencia (expectativas de vida) en países menos desarrollados, estandarización nacional del currículum, reconocimiento de logros excepcionales en estudiantes con talento STEM (premios nacionales), valor de la cultura al dominio STEM (normas y valores asociados a las profesiones STEM) y, en relación al género modelos de roles y empoderamiento político de las mujeres.

De este modo, en la trayectoria del talento STEM no solamente inciden las características de los sujetos y los contextos educativos más próximos. El talento ha de ser entendido en el contexto más amplio de una cultura que valora unas líneas concretas del desarrollo humano y lo transforman en el curso del desarrollo individual; sujeto y cultura no son dos entidades separadas, sino que son constituyentes cada una de la otra (Dai, 2019). La posesión y accesibilidad a los recursos personales y del entorno, se asocian con elevadas habilidades en el alumnado y, la interacción entre las fuerzas endógenas y exógenas capturan la comprensión de las altas capacidades desde una perspectiva sistémica (Ziegler et al., 2019).

En síntesis, las variables disposicionales interactúan con las oportunidades que ofrece el contexto, conforman trayectorias que pueden favorecer o limitar el mantenimiento del talento y la combinación entre ambos tipos de variables aparece de forma reiterada en la investigación (75%). Por tanto, la educación del talento STEM necesita entenderse desde una lente sistémica y dinámica caracterizada por la complejidad y la interacción entre distintos conjuntos de factores.

Metodologías para promover el talento STEM en la educación obligatoria

Las metodologías que fomentan el talento STEM durante el periodo obligatorio se han agrupado en trece categorías, aunque más de la mitad (64%) apuestan por combinar más de una.

Los hallazgos sitúan el estudio independiente/autónomo en primera posición (26,23%). Esta metodología permite la diferenciación curricular para el alumnado con altas capacidades, pues mediante el enriquecimiento y la ampliación en STEM, pueden promoverse las habilidades de

pensamiento y resolución de problemas. El estudio independiente es una de las metodologías más frecuentemente recomendadas para estudiantes con altas capacidades e incluida en la mayoría de los manuales para la diferenciación e individualización; además, es preferida por el alumnado más capaz (Yu y Jen, 2020).

Además del estudio independiente, el aprendizaje basado en proyectos se constata como otra de las metodologías más pertinentes para la promoción del talento STEM también con un 26,23%. Les siguen en porcentaje el aprendizaje basado en problemas (18,03%), la aplicación del ciclo del diseño en ingeniería y la indagación (16,39% cada una) y los experimentos/demostraciones (14,75%).

Este conjunto de metodologías citadas, las metodologías *hands-on*, son las más implementadas para la promoción del talento STEM durante la educación obligatoria. Permiten integrar las disciplinas STEM aplicando prácticas de indagación científica, lógica matemática y habilidades de resolución de problemas, ensayo error, creatividad y habilidades de visualización para el alumnado que colabora, diseña, elabora prototipos, inventa, optimiza y documenta diseños de proyectos o productos únicos. Junto a ellas el enfoque *maker* favorece experiencias de enseñanza aprendizaje auténticas (Banks-Hunt et al., 2016). Además, todas ellas contribuyen a resolver problemas de la vida real con la integración de las disciplinas STEM.

Las visitas a laboratorios (Itzek-Greulich et al., 2015), asistencia a mesas redondas y conferencias (Holmes et al., 2012) mejoran los aprendizajes STEM, acercan conocimientos y habilidades a los que de otra forma no tienen acceso y orientan hacia vocaciones STEM.

Por último, la mentoría (14,75%), los modelos de roles (8,2%), así como un conjunto de metodologías (42,62%) con un amplio abanico de técnicas como el uso de narrativas e historias de profesionales STEM con éxito, gamificación, aprendizaje basado en videojuegos o la biblioterapia y cinematoterapia, entre otras; revierten en importantes beneficios. Estos resultados no solamente favorecen al alumnado en general, sino que benefician específicamente a colectivos vulnerables en la trayectoria del talento STEM por sus características sociodemográficas (mujeres, bajo estatus socioeconómico, raza...). Cabe destacar la escasa aplicación de metodologías tradicionales basadas en explicaciones magistrales (3,28%) que, además, se presentan junto a otras metodologías.

Hitos/estadios del desarrollo del talento STEM en la educación obligatoria

De los distintos objetivos es el que menos atención recibe. Dentro de él los hitos ocupan un 76,47% y los estadios un 23,53%, el segundo apenas aparece dada la novedad del tema. Los modelos de desarrollo del talento y la educación STEM son temas recientes en la investigación.

Entre los hitos se definen indicadores sobre competencias del talento STEM (46,15%), especialmente matemática, pero también sobre el talento computacional y diseño en ingeniería, o habilidades de programación, reconocimientos (tanto en logros académicos, como premios o ganar olimpiadas, 30,77%), rendimiento en pruebas estatales (30,77%), realización de cursos avanzados (15,78%) en los países que los ofertan y, evidencias de creatividad (7,69%).

Los escasos hitos se encuentran en su mayoría relacionados con los procesos de identificación del alumnado con altas capacidades o para el acceso a programas en la educación formal o no formal, más que como indicadores del avance en los estadios que atraviesan en la trayectoria del talento STEM. Habitualmente se toman como referencia las aptitudes y, sobre todo, la competencia y resultados de rendimiento. El resto de los indicadores como obtener premios o reconocimientos en concursos STEM, en olimpiadas, evidencias de creatividad y, la participación en cursos avanzados, no se presentan en todos los sistemas educativos y cuando suceden, tampoco están al alcance de todo el alumnado.

Los estadios se entienden desde el modelo de Bloom (1985) e investigaciones posteriores a dicho modelo (Subotnik et al., 2011; Subotnik y Jarvin, 2005). Se proponen tres momentos: en el primer estadio las personas necesitan ser guiadas para “enamorar” de un tema, idea o disciplina. El segundo implica la enseñanza de las habilidades, conocimientos y valores del dominio. En el tercero, las personas con talento aplican su pasión y especialización técnica para crear un estilo único y explorar problemas nuevos. En el primer estadio se transforman las habilidades/aptitudes en competencias y después las competencias en pericia, siendo imprescindibles en las transiciones las habilidades psicosociales. En el talento STEM sugieren por edades algunas orientaciones: en 3º-4º de educación primaria las experiencias de la educación no formal han de estimular el disfrute STEM, adquirir confianza en espacios como laboratorios, asegurar la alfabetización y

el desarrollo de habilidades matemáticas básicas sólidas. Hacia 6º de educación primaria participar en cursos avanzados y en 2º y 3º de la ESO se han de completar los vacíos curriculares como aprendizajes significativos en el laboratorio, “nivelar el terreno” y la coordinación con las familias.

Recientemente Preckel et al. (2020) proponen el enfoque del Desarrollo del Talento en Dominios de Rendimiento (*Talent Development in Achievement Domains*, TAD) concretando el modelo de Subotnik et al. (2011). La trayectoria del talento atraviesa cuatro momentos: potencial (constelaciones individuales de factores psicológicos); competencia (habilidades relacionadas y sistemáticamente desarrolladas); pericia (elevado nivel de rendimiento sostenido en el tiempo) y, logros transformacionales (elevado nivel de logro creativo que rompe con los límites del dominio o establece nuevos interrogantes). El enfoque TAD es un soporte para conocer la secuencia y evidencia empírica sobre el aumento del nivel de especialización y las relaciones entre los predictores e indicadores que favorecen la trayectoria del talento; a través de un conjunto de pasos en los que las aptitudes iniciales culminan en logros transformacionales al finalizarla. Pese a ello, todavía son necesarios más esfuerzos para identificar los hitos y estadios en el talento STEM.

Conclusiones, implicaciones, limitaciones y líneas futuras

En la educación de las altas capacidades los “modelos del talento del siglo XXI” reclaman un enfoque evolutivo y renovado centrado en dominios específicos. Entre los dominios del talento, STEM adquiere una sustancial relevancia en la actualidad, aunque su comprensión todavía es objeto de estudio.

Esta revisión supone un punto de partida para entender la trayectoria del talento STEM en la educación obligatoria esbozado en estas conclusiones:

- Los resultados sugieren un interés creciente en la investigación del talento STEM desde finales de la segunda década de este siglo. La producción de la investigación se distribuye de heterogéneamente en el panorama internacional tras el liderazgo norteamericano y en los niveles educativos que aborda (centrándose en la educación secundaria).

- Entre las *variables* disposicionales, las cognitivas se contemplan como predictores del talento STEM, aunque por sí solas no optimizan que la trayectoria del talento STEM culmine con éxito. En el corpus de investigación considerado adquieren mucha mayor relevancia las variables psicosociales que las anteriores. Ello es consistente con las concepciones actuales de desarrollo del talento que entienden lo psicosocial como un elemento más crítico que lo puramente aptitudinal-cognitivo a la hora de progresar a través de las distintas etapas de dicho desarrollo. En cuanto a las variables sociodemográficas el género es la más determinante pues concentra el interés de la investigación; además, un conjunto de características, advierten sobre la vulnerabilidad en algunos grupos de estudiantes. Finalmente, en cuanto a las variables contextuales, se presentan en forma de oportunidades para la promoción del talento STEM desde la educación formal, y en un alto porcentaje desde la educación no formal. Parece que, al menos hasta ahora, el desarrollo del talento STEM en la educación obligatoria requiere complementar los contextos formales con experiencias no formales e, incluso, la combinación entre ambas. La familia también asoma como agente educativo favorecedor de la trayectoria del talento STEM, especialmente para algunos perfiles de estudiantes.
- Se concluye una presencia abrumadora de *metodologías hands-on*: activas, prácticas, enfocadas a la resolución de problemas, y que permiten la autonomía del alumnado junto a su apoyo con pares y mentores expertos para la promoción del talento STEM. Existe una clara relación entre la educación del talento STEM y un determinado estilo metodológico, lo cual además se asocia posiblemente con la alta presencia de lo no formal (menos rígido) en la educación del talento STEM, especialmente con estudiantes que presentan ciertas características sociodemográficas.
- Los *hitos y/o estadios* de desarrollo del talento STEM son la cuestión con un vacío en la investigación más palpable, y a la cual dedicaremos nuestros futuros esfuerzos. Todavía no se han establecido con claridad cuáles son los estadios de desarrollo del talento STEM en la educación obligatoria, ni cuáles son los hitos que marcan el paso de unos a otros, a pesar del interés que suscita para cultivar el talento STEM en la educación obligatoria.

Como síntesis pueden sugerirse algunas orientaciones para la educación del talento STEM en el sistema educativo. Se asientan bajo la premisa de la interacción entre las características personales y, aunque se presentan de forma segmentada, necesitan ser comprendidas desde una visión sistemática, holística, evolutiva, ecológica y dinámica:

- Observar las características cognitivas del alumnado que predicen el éxito en la trayectoria del talento STEM. En los primeros años de la educación primaria destacan elevadas aptitudes visoespaciales, elevada capacidad en razonamiento matemático y elevada competencia en el talento STEM.
- Promover deliberada y sistemáticamente las variables psicosociales que favorecen el buen curso de la trayectoria del talento STEM. La educación de este talento necesita acercar prioritariamente intereses STEM y persistencia en estos itinerarios vocacionales, actitudes STEM favorables, motivación hacia el campo y compromiso con él y una percepción de competencia ajustada.
- Vigilar atentamente al alumnado más desfavorecido con talento STEM, tanto para detectar sus potencialidades como para ofrecer intervenciones educativas específicas aplicando el principio de equidad. En concreto, en el talento STEM el alumnado más vulnerable son las alumnas, minorías raciales y culturales, estudiantes con bajo estatus socioeconómico, con doble excepcionalidad o en riesgo de abandono del sistema educativo, ambientes familiares desestructurados o progenitores sin estudios o trabajos en campos STEM.
- Proporcionar desde los centros educativos experiencias de aprendizaje que permitan avanzar en la trayectoria del talento STEM. Contribuye a ello la formación del profesorado a lo largo de toda la vida y en contacto con otros docentes, con universidades y con profesionales STEM, conocimiento de las metodologías más pertinentes a implementar en el aula, disponer de recursos especializados para la promoción del talento STEM (como laboratorios o acceso a laboratorios externos), planes de atención a la diversidad que permitan la especialización del alumnado más capaz con respuestas educativas diferenciadas y un currículum con un abanico de oportunidades suficientemente desafiantes.
- Valorar los recursos y oportunidades para promover el talento al alcance del centro educativo y de sus familias mediante un

- análisis del contexto próximo. Las oportunidades desde cada escenario pueden no solamente contribuir al desarrollo de las habilidades psicosociales, sino que pueden compensar carencias tanto personales como contextuales, ambas cuestiones críticas para avanzar en la trayectoria del talento STEM. Esto implica la participación de la familia y la identificación de los servicios y recursos desde la educación no formal en cuanto a experiencias extracurriculares STEM, se precisa tender puentes entre la educación formal y no formal.
- Ofrecer diferentes tipos de metodologías, especialmente las *hands-on* posibilitando la diferenciación curricular que necesita el alumnado con altas capacidades y el aprendizaje en contextos STEM reales. Además, para cada estudiante, en función de sus características sociodemográficas, algunas metodologías pueden ser más adecuadas como la mentoría y modelos de roles para las alumnas.

A pesar de disponer de estas orientaciones para la educación del talento STEM en la educación obligatoria, todavía quedan desafíos pendientes tanto en esta investigación como en este campo de estudio en general.

En primer lugar, se esbozan algunas limitaciones que se desprenden de esta investigación. Dado que se ha pretendido recoger el mayor número posible de estudios incluyendo investigaciones cualitativas, la ventaja que supone atesorar un elevado cuerpo de conocimiento se traduce en la limitación de no poder calcular el tamaño del efecto de las intervenciones. Además, las directrices seguidas en esta investigación sugieren la conveniencia de la revisión de todo el proceso de, al menos, dos investigadores y, en este trabajo, la clasificación y codificación ha sido llevada a cabo por la primera investigadora, revisando el segundo y la tercera investigadora solamente un porcentaje de los estudios incluidos. No obstante, la elaboración y comunicación del protocolo de esta revisión, permite su replicabilidad para el avance en la investigación, tal y como proponen las directrices que guían esta revisión.

En segundo lugar, como líneas futuras se tiene previsto continuar la investigación y concretar un modelo de desarrollo del talento STEM en la educación obligatoria. Los “modelos del talento del siglo XXI” reclaman un enfoque sistémico, complejo con la interacción de distintas variables/fuerzas endógenas y exógenas, dinámico, evolutivo

y renovado del talento en dominios más específicos. En este marco se han identificado las variables en la trayectoria del talento STEM y las metodologías más adecuadas para favorecerla. Pese a ello, a partir de las conclusiones recogidas es necesario profundizar en los hitos y estadios que se presentan durante la educación obligatoria, para predecir una trayectoria STEM exitosa y ahondar en las intervenciones educativas que la favorezcan.

Referencias bibliográficas

- Banks-Hunt, J. M., Adams, S., Ganter, S. y Bohorquez, J. C. (2016). *K-12 STEM education: Bringing the engineering maker space, student-centered learning, curriculum, and teacher training to middle schools*. Comunicación presentada en IEEE Frontiers in Education Conference, EEUU. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7757531> <https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757531>
- Beasley, M. A. y Fischer, M.J. (2012). Why they leave: the impact of stereotype threat on the attrition of women and minorities from science, math and engineering majors. *Social Psychology of Education*, 15(4), 427-448. <https://doi.org/10.1007/s11218-012-9185-3>
- Bloom, B. S. (1985). *Developing Talent in Young People*. Nueva York: Ballantine.
- Boon Ng. S. (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368485>
- Burt, B. A. y Johnson, J. T. (2018). Origins of early STEM interest for black male graduate students in engineering: A community cultural wealth perspective. *School Science and Mathematics*, 118(6), 257-270. <https://doi.org/10.1111/ssm.12294>
- Callahan, C. M. y Price, A. (2021). Overcoming Structural Challenges Related to Identification and Curricula for Gifted Students in High-Poverty Rural Schools. En R. J. Sternberg y D. Ambrose (Ed.), *Conceptions of Giftedness and Talent* (pp. 51-64). Suiza: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56869-6_4
- Cannady, M. A., Greenwald, E. y Harris, K. N. (2014). Problematizing the STEM pipeline metaphor: Is the STEM pipeline metaphor serving our

- students and the STEM workforce? *Science Education*, 98(3), 443-460. <https://doi.org/10.1002/sce.21108>
- Dai, D. Y. (2017). Envisioning a new foundation for gifted education: Evolving complexity theory (ECT) of talent development. *Gifted Child Quarterly*, 61(3), 172-182. <https://doi.org/10.1177/0016986217701837>
- Dai, D. Y. (2018). A History of Giftedness: Paradigms and Paradoxes. En S. Pfeiffer, (Ed.), *Handbook of Giftedness in Children* (2ª Ed., pp. 1-14). Suiza: Springer Cham.
- Dai, D. Y. (2019). New directions in talent development research: A developmental systems perspective. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 168, 177-197. <https://doi.org/10.1002/cad.20322>
- Dai, D. Y. (2021). Evolving Complexity Theory (ECT) of Talent Development: A New Vision for Gifted and Talented Education. En R. J. Sternberg y D. Ambrose (Eds.), *Conceptions of Giftedness and Talent* (pp. 99-122). Palgrave Macmillan, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-56869-6>
- European Cooperation in Science and Technology (2007). *Meeting the needs of gifted children and adolescents: Towards a European roadmap*. Paper presented at the COST Strategic Workshop, Brussels, Belgium, Noviembre.
- Gagnon, R. J. y Sandoval, A. (2020). Pre-college STEM camps as developmental context: Mediation relations between gender, career decidedness, socioemotional development, and engagement. *Children and Youth Services Review*, 108, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2019.104584>
- Garriott, P. O., Flores, L. Y., Prabhakar, B., Mazzotta, E. C., Liskov, A. C. y Shapiro, J. E. (2014). Parental support and underrepresented students' math/science interests: The mediating role of learning experiences. *Journal of Career Assessment*, 22(4), 627-641. <https://doi.org/10.1177/1069072713514933>
- Hausamann, D. (2012). Extracurricular science labs for STEM talent support. *Roepers Review*, 34(3), 170-182. <https://doi.org/10.1080/02783193.2012.686424>
- Herce, M. P. (en prensa). Desarrollo del talento STEM en la educación obligatoria. Protocolo para una revisión sistemática. En Pérez, J. C. y Ortega, M. C. (Eds), *Actas de las VI Jornadas de Doctorandos*. Madrid: UNED.

- Herce, M. P., Román-González, M. y Jiménez, C. (2020). Calidad metodológica, características y desafíos en la investigación sobre el desarrollo del talento STEM en la educación obligatoria. En Bermúdez, M. P. (Ed.), *Actas del 8th International Congress of Educational Sciences and Development* (pp. 206-207). Pontevedra: Asociación Española de Psicología Conductual (AEPC).
- Holmes, S., Redmond, A., Thomas, J. y High, K. (2012). Girls helping girls: Assessing the influence of college student mentors in an afterschool engineering program. *Mentoring and Tutoring: Partnership in Learning*, 20(1), 137-150. <https://doi.org/10.1080/13611267.2012.645604>
- Ihrig, L. M., Lane, E., Mahatmya, D. y Assouline, S. G. (2018). STEM excellence and leadership program: Increasing the level of STEM challenge and engagement for high-achieving students in economically disadvantaged rural communities. *Journal for the Education of the Gifted*, 41(1), 24-42. <https://doi.org/10.1177/0162353217745158>
- Itzek-Greulich, H., Flunger, B., Vollmer, C., Nagengast, B., Rehm, M. y Trautwein, U. (2015). Effects of a science center outreach lab on school students' achievement - are student lab visits needed when they teach what students can learn at school? *Learning and Instruction*, 38, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.03.003>
- Jiménez, C. y Baeza, M. A. (2012). Factores significativos del rendimiento excelente: PISA y otros estudios. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 20(77), 647-676. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362012000400003>
- Kmet, L. M., Lee, R. C. y Cook, L. S. (2004). *Standard quality assesment criteria for evaluating primary research papers from a variety of fields*. Edmonton: AHFMR.
- Lakin, J. M. y Wai, J. (2020). Spatially gifted, academically inconvenienced: Spatially talented students experience less academic engagement and more behavioural issues than other talented students. *British Journal of Educational Psychology* 67(1), 1-24. <https://doi.org/10.1111/bjep.12343>
- López-Iñesta, E., Botella, C., Rueda, S., Forte, A. y Marzal, P. (2020). Towards breaking the gender gap in Science, Technology, Engineering and Mathematics. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 15(3), 233-241. <https://doi.org/10.1109/rita.2020.3008114>

- Lubinski, D., Benbow, C. P. y Kell, H. J. (2014). Life paths and accomplishments of mathematically precocious males and females four decades later. *Psychological Science*, 25(12), 2217-2232. <https://doi.org/10.1177/0956797614551371>
- MacDonald, A. y Huser, C. (2020). Making STEM Visible in Early Childhood Curriculum Frameworks. En A. MacDonald, L.A. Danaia y S. Murphy (Eds), *STEM Education Across the Learning Continuum* (pp. 87-112). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2821-7_6
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education* 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., . . . Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Olszewski-Kubilius, P. (2009). Special schools and other options for gifted STEM students. *Roeper Review*, 32(1), 61-70. <https://doi.org/10.1080/02783190903386892>
- Olszewski-Kubilius, P., Steenbergen-Hu, S., Thomson, D. y Rosen, R. (2017). Minority achievement gaps in STEM: Findings of a longitudinal study of Project Excite. *Gifted Child Quarterly*, 61(1), 20-39. <https://doi.org/10.1177/0016986216673449>
- Olszewski-Kubilius, P., Subotnik, R. F. y Worrell, F. C. (2015). Antecedent and concurrent psychosocial skills that support high levels of achievement within talent domains. *High Ability Studies*, 26(2), 195-210. <https://doi.org/10.1080/13598139.2015.1095077>
- Olszewski-Kubilius, P., Subotnik R. F. y Worrell, F. C. (2016). Aiming Talent Development Toward Creative Eminence in the 21st Century, *Roeper Review*, 38(3), 140-152. <https://doi.org/10.1080/02783193.2016.1184497>
- Olszewski-Kubilius, P., Subotnik, R. F., Cassani, L. y Worrell, F. C. (2019). Benchmarking psychosocial skills important for talent development. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 168, 161-176. <https://doi.org/10.1002/cad.20318>
- Petticrew, M. y Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Malden: Blackwell.

- Pérez, L. y Jiménez, C. (2018). Influencia de la organización escolar en la educación de los alumnos de altas capacidades. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria De Didáctica*, 36(1), 151-178. <https://doi.org/10.14201/et2018361151178>
- Preckel, F., Golle, J., Grabner, R., Jarvin, L., Kozbelt, A., Müllensiefen, D., ... y Worrell, F. C. (2020). Talent development in achievement domains: A psychological framework for within-and cross-domain research. *Perspectives on Psychological Science*, 15(3), 691-722. <https://doi.org/10.1177%2F1745691619895030>
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G. y Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 189-213. <https://doi.org/10.1177/1932202x14533799>
- Sastre-Riba, S. (2020). Moduladores de la Alta Capacidad Intelectual. *Medicina*, 80(2), 53-57.
- Sisman, B., Kucuk, S. y Yaman, Y. (2020). The effects of robotics training on children's spatial ability and attitude toward STEM. *International Journal of Social Robotics*, 1, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00646-9>
- Steenbergen-Hu, S. y Olszewski-Kubilius, P. (2017). Factors that contributed to gifted students' success on STEM pathways: The role of race, personal interests, and aspects of high school experience. *Journal for the Education of the Gifted*, 40(2), 99-134. <https://doi.org/10.1177/0162353217701022>
- Subotnik, R. F., Edmiston, A. M., Cook, L. y Ross, M. D. (2010). Mentoring for talent development, creativity, social skills, and insider knowledge: The APA catalyst program. *Journal of Advanced Academics*, 21(4), 714-739. <https://doi.org/10.1177/1932202x1002100406>
- Subotnik, R. F. y Jarvin, L. (2005). Beyond expertise: Conceptions of giftedness as great performance. En R. J. Sternberg y J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2ª ed., pp. 343-357). Nueva York: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511610455.020>
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P. y Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological science in the public interest*, 12(1), 3-54. <https://doi.org/10.1177/1529100611418056>

- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P. y Worrell, F. C. (2021). The Talent Development Megamodel: A Domain-Specific Conceptual Framework Based on the Psychology of High Performance. En R. J. Sternberg y D. Ambrose (Eds.), *Conceptions of Giftedness and Talent* (pp. 425-442). Palgrave Macmillan, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-56869-6>
- Subotnik, R., Orland, M., Rayhack, K., Schuck, J., Edmiston, A., Earle, J., ... y Fuchs, B. (2009). Identifying and developing talent in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): An agenda for research, policy, and practice. En L., Shavinina (Ed), *International handbook on giftedness* (pp. 1313-1326). Nueva York: Springer.
- Subotnik, R. F. y Rickoff, R. (2010). Should eminence based on outstanding innovation be the goal of gifted education and talent development? Implications for policy and research. *Learning and Individual Differences*, 20(4), 358-364. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.12.005>
- Subotnik, R. F., Stoeger, H. y Luo, L. (2019). Exploring compensations for demographic disadvantage in science talent development. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 168, 101-130. <https://doi.org/10.1002/cad.20321>
- Tourón, J. (2020). Las Altas Capacidades en el sistema educativo español: reflexiones sobre el concepto y la identificación. *Revista de Investigación Educativa*, 38(1), 15-32. <https://doi.org/10.6018/rie.396781>
- Türk, N., Kalayci, N. y Yamak, H. (2018). New Trends in Higher Education in the Globalizing World: STEM in Teacher Education. *Universal Journal of Educational Research*, 6(6), 1286-1304. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060620>
- VanTassel-Baska, J. y Brown, E. F. (2007). Toward best practice: An analysis of the efficacy of curriculum models in gifted education. *Gifted child quarterly*, 51(4), 342-358. <https://doi.org/10.1177/0016986207306323>
- Yu, H. y Jen, E. (2020). Integrating nanotechnology in the science curriculum for elementary high-ability students in Taiwan: Evidenced-based lessons. *Roeper Review-a Journal on Gifted Education*, 42(1), 38-48. <https://doi.org/10.1080/02783193.2019.1690078>
- Zeng, N., Zhang, B. H. y Wang, Q. (2019). *STEM fever: Science educators' opportunities and challenges*. Comunicación presentada en 6th

International Conference for Science Educators and Teachers, Tailandia.
Recuperado de: <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5093998>
Ziegler, A., Debatin, T. y Stoeger, H. (2019). Learning resources and talent development from a systemic point of view. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1445(1), 39-51. <https://doi.org/10.1111/nyas.14018>

Información de contacto: M^a Pilar Herce Palomares. UNED, Escuela Internacional de doctorado, Facultad de Educación. Calla de Juan del Rosal,14, C. P. 28040, Madrid. E-mail: mherce2@alumno.uned.es