

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/363504008>

# Matemáticas en la Formación Profesional

Chapter · September 2022

CITATIONS

0

READS

891

6 authors, including:



[Teresa Fernández Blanco](#)

University of Santiago de Compostela

83 PUBLICATIONS 541 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Pablo González Sequeiros](#)

University of Santiago de Compostela

45 PUBLICATIONS 126 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Paula Franco Ferreira](#)

University of Santiago de Compostela

2 PUBLICATIONS 3 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Zaira Ortiz-Laso](#)

University of Cantabria

14 PUBLICATIONS 149 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

# Matemáticas en la Formación Profesional

## *Mathematics in Vocational Education and Training*

Blanco, T.F.<sup>a</sup>, Sequeiros, P.G.<sup>a</sup>, Franco-Ferreira, P.<sup>b</sup>, Ortiz-Laso, Z.<sup>c</sup>, Diego-Mantecón, J.M. <sup>c</sup>,  
Rodríguez-Raposo, A.B.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Santiago de Compostela,

<sup>b</sup> CIFP Politécnico de Santiago,

<sup>c</sup> Universidad de Cantabria.

### Resumen

En este capítulo se presenta una visión amplia de la necesidad y el papel de las matemáticas en la Formación Profesional (FP). Para ello se sitúa la FP ante los retos sociales como una pieza clave de aprendizaje, innovación y transformación. Se recogen ejemplos de la aplicación concreta de contenidos matemáticos en diversas profesiones y se analiza la presencia de asignaturas específicas de matemáticas en esta etapa en distintos países. Se muestra un estudio exploratorio diagnóstico de las matemáticas en la FP española, que pone de manifiesto que las matemáticas que se aprenden en la secundaria obligatoria no cubren las exigencias de los Ciclos Superiores. Por último, se dan una serie de perspectivas y orientaciones centradas en aprovechar el carácter interdisciplinar de los módulos de FP para desarrollar propuestas STEM que permitan tanto promover las competencias del alumnado como mejorar sus afectos hacia las matemáticas.

*Palabras clave:* Didáctica, Matemáticas, Formación profesional, Competencia matemática, FP superior.

### Abstract

This chapter presents a broad view of need and role of mathematics in Vocational Education and Training (VE). For this purpose, VET is positioned in the face of social challenges as a key piece for learning, innovation, and transformation. Examples of the application of specific mathematical content in different professions are collected, and the presence of mathematics subjects at this stage at different countries is analysed. A diagnostic example of mathematics in the Spanish VET is presented, showing that secondary school mathematics does not necessarily cover the demands of Higher VET. Finally, a series of perspectives and orientations are given, focused on taking advantage of the interdisciplinary nature of VET modules to develop STEM proposals allowing both to promote the skills of students and to improve their affections towards mathematics.

*Keywords:* Didactics, Mathematics, Vocational education and training, Mathematical competence, Higher VET.

## INTRODUCCIÓN

LA DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA se ha movilizado principalmente alrededor de la enseñanza académica, dejando en segundo plano la enseñanza para el trabajo. Desempeñar con éxito la vida profesional también requiere el desarrollo de una sólida competencia matemática. Esto es especialmente importante en los Ciclos Superiores de Formación Profesional, donde el nivel teórico de los módulos (asignaturas) aumenta considerablemente respecto a la parte técnica y práctica con relación a los Ciclos Medios. Muchos de los conceptos impartidos se construyen a partir de conocimientos matemáticos importantes implicados en la resolución de problemas como, por ejemplo, códigos de numeración, álgebra de Boole, números complejos, funciones trigonométricas, funciones sinusoidales o derivadas e integrales (Fernández Solo de Zaldívar, 2017; Ozdemir y Onder-Ozdemir, 2017).

La Formación Profesional (FP) es hoy en día considerada entre los pilares fundamentales para el desarrollo económico y social, convertida en una estrategia política prioritaria en momentos de crisis financiera. Entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, se espera (meta 4.4 del objetivo 4) aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento, y (meta 8.6 del objetivo 8) reducir considerablemente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación. En términos globales, la respuesta a estos objetivos debe tener en cuenta necesariamente el actual modelo económico basado en el conocimiento, que demandará una adecuada formación de los ciudadanos para responder a las exigencias del nuevo mercado laboral (Lorente García, 2015), que parece que se sustentará en los avances de la cuarta revolución industrial, dirigidos hacia la inteligencia artificial, aprendizaje automático, robótica, nanotecnología, impresión 3D, genética y biotecnología (Echeverría y Martínez, 2018).

En el informe de Bakhshi et al. (2017), que presenta las competencias claves relacionadas con el trabajo del futuro, se consideran en particular como capacidades cognitivas la visualización, el razonamiento lógico y el razonamiento matemático. Los resultados de esta investigación tienen implicaciones tanto para las empresas como para los sistemas educativos, en la línea de la promoción de aprendizajes más competenciales, por un lado, y de itinerarios más flexibles y adaptados a las demandas de desarrollo y acreditación profesional, por otro.

Todo lo anterior sitúa a la FP como el espacio donde intervienen, además de los agentes que lo hacen en el Bachillerato y en la ESO (estudiantes, profesorado, centros educativos y familias), las empresas, conformando un espacio en el que la interconexión y retroalimentación de estos componentes deben promover flujos de aprendizaje profesional y de innovación (Echeverría y Martínez, 2019).

## LA FP ANTE LOS RETOS SOCIALES

Echeverría y Martínez (2019) destacan el papel de la FP en la Revolución 4.0 como clave de aprendizaje, innovación y transformación, y hacen una llamada de atención a la sociedad española para que considere que la FP no ha de ser una vía solo para los jóvenes con las peores calificaciones escolares. Su informe sobre esta vertiente educativa recoge un incremento del 77% en la matriculación en FP desde el comienzo de la crisis del 2008 hasta nuestros días. Por otra parte, el informe Infoempleo Adecco 2019 muestra que un 42,3% de las ofertas de trabajo publicadas en 2018 requerían un grado de FP (Medio: 17,8%; Superior 24,4%), superando por primera vez en nuestro país a las que demandaban un título universitario (38,5%). A pesar de ello, España sigue teniendo una de las tasas más bajas de matriculación en FP entre los países de la OCDE. El 47% de los jóvenes de 15 a 19 años están matriculados en programas generales de secundaria mientras que el promedio de la OCDE es del 36%; y solo el 12% en programas de FP en comparación con el promedio del 26% de la OCDE. Así, España se encuentra, por detrás de Irlanda, entre los países del mundo con mayor porcentaje de estudiantes escolarizados en Bachillerato y por encima de Brasil en menor proporción de alumnado de Formación Profesional Inicial (Echeverría y Martínez, 2019a).

Gamboa et al. (2020) consideran la FP como el espacio adecuado para cubrir el reto prioritario de reducción del abandono educativo temprano. España se distingue por tener la tasa más alta de abandono escolar temprano (17,9%) de la UE, cuya media es del 10,6%, a pesar de haberse reducido ostensiblemente desde 2009. Según estos autores, constituye una alternativa muy relevante para la capacitación de estos jóvenes y de aquellos que ni estudian ni trabajan (NINIS) hacia su transición al empleo cualificado. El tanto por ciento de jóvenes entre 15 y 29, que no estudian ni trabajan es del 19,1%, solo superado por Grecia e Italia. Solo el 33,3% de quienes se gradúan por primera vez en la segunda etapa de Educación Secundaria se titulan en FP, mientras que la media de la OCDE es de 40,1% y la de la UE es de 46,3%. Sin embargo, la tasa de acceso a la Educación Terciaria en España es del 78,9% (no universitaria 31,1%, universitaria 48,9%) superando a la de las medias de la OCDE (64,9%) y de la UE (62,9%).

También resulta el espacio adecuado para la capacitación de grupos vulnerables como las personas extranjeras, desempleadas y con bajo nivel educativo (Sancha y Gutiérrez, 2018) y para adultos de mayor edad, aumentando así su capacidad para afrontar los cambios en el mundo del trabajo (Cedefop, 2020). Los países con programas educativos bien establecidos, que combinan la actividad en un centro formativo con el trabajo en una empresa, han sido los más eficaces en la lucha contra el desempleo juvenil. Entre ellos, cabe destacar Suiza, Austria y Alemania, que desde hace años sobresalen por el desarrollo de la Formación Profesional Dual (FPD) entre las personas de 25 a 34 años. Un promedio del 17% de alumnado de enseñanza secundaria superior de los países de la OCDE están matriculados en programas

educativos que combinan escuela y trabajo, frente al 0,4% de jóvenes españoles del mismo nivel educativo.

En la actualidad, el impulso de iniciativas basadas en proyectos STEM se ha convertido en un pilar fundamental de la planificación educativa, como se puede ver en convocatorias STEM realizadas desde diversas consejerías de España. Siguiendo esta línea, empresas punteras en diversos sectores se han aliado con las administraciones públicas para desarrollar programas de fomento de las vocaciones tecnológicas entre los jóvenes y así construir un modelo de enseñanza STEM para la Educación Técnico Profesional (Dougherty y Harbaugh Macdonald, 2019; Durando, 2013). En esta línea, otro de los retos de la sociedad se dirige hacia la brecha de género que existe en los estudios y profesiones consideradas dentro de la familia STEM (Smyth y Steinmetz, 2015), que se extiende también al ámbito de la formación profesional. Entre los años 2015 y 2019 menos de un 15% de las personas matriculadas en grados STEM eran mujeres, siendo además estos grados en los que la tasa de abandono femenina es mayor. Por otro lado, la tasa de desempleo entre las mujeres con una titulación de formación profesional es mayor que la masculina (Fundación Bankia, 2020). Además, los grados STEM son, junto con los industriales (en los que también hay infrarrepresentación femenina), los que presentan mayor empleabilidad. Se presenta por tanto como un objetivo social fomentar la representación femenina dentro de los grados de la familia STEM, y poner medios para evitar el abandono prematuro (Fundación Bankia, 2020).

La Revolución 4.0 ha dado pie a la transformación de las instituciones de Educación Superior con nuevos modelos de aprendizaje y la necesidad de desarrollar competencias para poder atender a los desafíos del siglo XXI (WEF, 2015). Uno de esos desafíos es la incorporación de estudiantes con distintas trayectorias de aprendizaje que ya no provienen solo de la educación secundaria (Schuetze, 2014). El profesorado ha de redefinir sus funciones y adaptarse a una nueva concepción de aprendizaje apoyado en las nuevas tecnologías para ayudar a que su alumnado desarrolle las competencias que esta sociedad tan cambiante requiere. Parte de esos cambios están ligados directamente con herramientas y conocimientos matemáticos, y, por tanto, la competencia matemática será necesaria para que los estudiantes se adapten a las exigencias de los nuevos mercados laborales (París Mañas et al., 2014; Tejada Fernández, 2012).

## MATEMÁTICAS PARA EL TRABAJO

Las matemáticas que se requieren en un contexto de formación profesional no son fáciles de definir (Straesser, 2007). Estando vinculados a la profesión o campo en el que se va a desarrollar el trabajo, los conocimientos matemáticos específicos que son importantes en un ámbito de la formación profesional pueden no ser útiles en otros ámbitos (Bakker et al., 2011; Jorgensen, 2020; Saló i Nevado y Pehkonen,

2018; Straesser, 2015). El estudio de Bakker et al. (2011) muestra, por ejemplo, que la medida está más presente en las ocupaciones que exigen una cualificación de grado medio en los sectores de ingeniería y tecnología que en los de economía y salud. Los propósitos de la medición en este nivel se centran en el cumplimiento de normas de calidad, hacer que algo encaje (muebles, textiles, ensamblaje), la supervisión, la seguridad y la resolución de problemas. Por su parte, Straesser (2015) recoge que los conocimientos matemáticos específicos como el teorema de Pitágoras pueden ser relevantes para los trabajadores del metal y los carpinteros que trabajan en el sector de la construcción, sin embargo, la geometría raramente se utiliza en el comercio y la administración.

La sociedad actual, altamente tecnológica, demanda destrezas diferentes a las que eran necesarias durante la Revolución Industrial (Redmer y Dannath, 2020), entre ellas el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Jang, 2016). Estas destrezas requieren, en variedad de contextos, la aplicación de conocimiento matemático para expresar situaciones matemáticamente y desarrollar distintas estrategias de resolución (Jang, 2016; Kilbrink y Bjurulf, 2013; Lindberg y Grevholm, 2013). Este conocimiento incluye generalmente a la aritmética e incorpora en función de la profesión contenidos de geometría, medida o estadística (Bakker et al., 2011; FitzSimons, 2001; Lindberg y Grevholm, 2013; Saló i Nevado y Pehkonen, 2018; Straesser, 2015). Profesionales de la ebanistería, el maquillaje y la peluquería utilizan conocimientos geométricos como trigonometría, área, volúmenes, proyecciones y proporciones. Por ejemplo, para hacer prototipos a escalas (Cuendet et al., 2014; Saló i Nevado y Pehkonen, 2018), para lograr un efecto simétrico del rostro cuando se aplican técnicas de maquillaje (Boistrup y Hällback, 2021), para realizar un peinado con rizos o para calcular el volumen del champú y estimar el coste de un lavado (Boistrup y Hällback, 2021; Frejd y Muhrman, 2020). En muchas ocasiones las matemáticas aparecen mediadas por la tecnología, tanto para el uso de instrumentos de medida como para enfrentarse a gráficos estadísticos (Bakker et al., 2011; Frejd y Muhrman, 2020). Por ejemplo, la hoja de cálculo interviene en el análisis de la calidad de un producto químico (Bakker et al., 2011), así como en la estimación del coste de un lavado de pelo (Frejd y Muhrman, 2020). A veces es necesaria una tecnología más avanzada que posibilite la toma de datos, como en el caso del análisis de un producto químico (Bakker et al., 2011).

Por otro lado, existen discrepancias sobre la importancia de las matemáticas en la FP. Una parte del personal investigador, el profesorado y el personal trabajador reconoce la necesidad de una formación matemática sólida para garantizar el éxito en el desempeño profesional (FitzSimons, 2015; Gonçalves et al., 2018; Jorgensen, 2020; Redmer y Dannath, 2020; Saló i Nevado y Pehkonen, 2018). Bynner y Parsons (1998) mostraron de hecho que el personal con una baja competencia matemática tiene más dificultades para encontrar un empleo estable, estando ocupados de media durante menos tiempo. Existen también evidencias de que poseer conocimientos matemáticos más avanzados ayuda a resolver problemas de manera más eficiente,

sin malgastar tiempo ni recursos, en profesiones como la de ebanista (Saló i Nevado y Pehkonen, 2018). Las personas capaces de aplicar sus conocimientos matemáticos obtienen mejores resultados en el mundo laboral e incluso una mayor autonomía, según Boistrup y Hällback (2021) y Saló i Nevado y Pehkonen (2018), que identificaron también que aquellas con baja cualificación en matemáticas recurrían a otras para ejecutar determinados pedidos.

No obstante, hay quien no percibe la relevancia de esta disciplina en la formación profesional, incluido personal académico en el área de educación matemática (Bakker et al., 2011; FitzSimons, 2014; Lindberg y Grevholm, 2013). Esto podría deberse, entre otros factores, a una falta de conocimiento de las complejidades de los trabajos que exigen matemáticas (FitzSimons, 2014; Saló i Nevado y Pehkonen, 2018), así como a una falta de identificación de la disciplina (Bakker et al., 2011; Lindberg y Grevholm, 2013; Saló i Nevado y Pehkonen, 2018; Straesser, 2015). En este sentido, Bakker et al. (2011) y Saló i Nevado y Pehkonen (2018) observaron que algunos trabajadores expresaron que únicamente utilizaban conocimientos de química y ebanistería, respectivamente, sin percibir que también empleaban matemáticas.

## FORMACIÓN MATEMÁTICA EN LA FP

El alumnado de la FP representa una muestra singular. No es esta la vía seguida tradicionalmente por el grupo de mayor éxito académico en la etapa de secundaria (Berger, 2012; Koreshnikova et al., 2018; Rosvall et al., 2017; Weißeno et al., 2016). Generalmente, se asume que la transición de la formación académica, que incluye la secundaria obligatoria y en ocasiones bachillerato, a la profesional no supone ningún problema para los estudiantes. De esta forma, las matemáticas que se aprenden a lo largo de la formación obligatoria serían fácilmente aplicadas en etapas posteriores (FitzSimons, 2014). Sin embargo, una investigación reciente de Blanco y Franco-Ferreira (2021) reveló que profesorado de FP de grados superiores encuentra dificultades para instruir a los estudiantes debido a sus carencias en matemáticas. Resultados similares arrojó la investigación de Kilbrink y Bjurulf (2013) con personal docente y supervisores de prácticas en Suecia. Este hecho podría influir en la instrucción que se ofrece, como sugieren Suárez Salas y Celis Guzmán (2021), que insinúan que los profesores plantean un número escaso de situaciones que requieren demandas cognitivas altas debido a la percepción que tienen del conocimiento matemático de los estudiantes.

Diferentes estudios han identificado carencias relacionadas con la falta de conocimiento matemático elemental (Blanco y Franco-Ferreira, 2021; Ewing, 2017; Kilbrink y Bjurulf, 2013; Jorgensen, 2020; Voss et al., 2021), la incapacidad para aplicar las matemáticas en contexto (Blanco y Franco-Ferreira, 2021; Kilbrink y Bjurulf, 2013; FitzSimons y Boistrup, 2017), y la baja disposición hacia la disciplina (Berger, 2012; Blanco y Franco-Ferreira, 2021; Dalby y Noyes, 2015; Kelly, 2019). Estas tres carencias son normalmente manifestadas en las personas que estudian FP superior según su

perfil académico, como se verá en el apartado 5. En este sentido, FitzSimons (2014) sugiere un replanteamiento de las vías de acceso a la formación profesional para lograr un buen desempeño profesional.

En lo que respecta a la idoneidad de asignaturas exclusivamente de matemáticas en la formación profesional, esta ha sido cuestionada por algunos investigadores. Según Weißeno et al. (2016), por ejemplo, la competencia matemática de estudiantes alemanes matriculados en un curso de formación prevocacional no cambió tras cursar durante un año matemáticas. En ocasiones se sugiere que el éxito en estas asignaturas está relacionado con la metodología de enseñanza seguida (Dalby, 2021), y más en concreto con el rol que desempeña el profesorado. Las asignaturas de matemáticas suelen ser impartidas con una percepción poco práctica de la disciplina, dominando las clases expositivas y los consecuentes ejercicios con lápiz y papel (Dalby y Noyes, 2015; Lindberg y Grevholm, 2013). La instrucción del profesorado fomenta además un número insuficiente de oportunidades para generar interacciones que requieren un nivel cognitivo alto (Rosvall et al., 2017; Suárez Salas y Celis Guzmán, 2021). En algunas ocasiones se estimula la colaboración entre el profesorado de matemáticas y el de otra asignatura de la formación profesional, de manera que este último se centra en las actividades prácticas, y el de matemáticas en destacar los aspectos matemáticos de estas actividades (Boistrup y Hällback, 2021; Frejd y Muhrman, 2020).

## Las matemáticas en la FP de otros países

La integración de los estudios de matemáticas dentro de la formación profesional en cada país es muy dispar. Hay países, como Suecia o Noruega, que incluyen programas específicos de matemáticas, mientras que hay otros como Brasil en los que se integran esencialmente de forma transversal. Hay que tener en cuenta, además, que en algunos de ellos existe la posibilidad de acceder a estudios superiores universitarios a través de ciclos formativos, por lo que se pone énfasis en alcanzar una formación matemática académica que permita este paso. Esta disparidad tanto de enfoque como de tratamiento curricular dificulta la realización de un análisis global. A continuación, se presenta una pequeña muestra de diferentes modelos de enseñanza matemática integrada en estudios de formación profesional en varios países que permite observar fortalezas y debilidades de cada uno de los modelos presentados.

La formación profesional sueca cubre tanto conocimientos específicos de la profesión en cuestión como conocimiento general de asignaturas como inglés y matemáticas (Boistrup y Hällback, 2021). La asignatura de matemáticas, con 100 horas de duración, tiene un objetivo doble: preparar a los estudiantes para la ocupación que ejercerán en el futuro y formarlos para la educación superior (Frejd y Muhrman, 2020). Las matemáticas que se imparten se basan en las de la educación obligatoria y dependen del programa formativo que se siga (Lindberg y Grevholm, 2013). Aunque hasta 1994 los estudiantes eran formados por profesores de formación profesional, actualmente

las matemáticas son impartidas por profesores de matemáticas (Rosvall et al., 2017). En algunos centros, el profesor de matemáticas y el de formación profesional colaboran impartiendo una clase una vez a la semana (Boistrup y Hällback, 2021). En Noruega, se sigue un esquema similar al sueco, se cursan tres tipos de asignaturas: académicas, vocacionales y específicas. Las matemáticas se incluyen dentro de las académicas el primer año y deben estar relacionadas con el programa de formación profesional (Hiim, 2020; Sundtjønn, 2021). El primer año de formación profesional se cursa uno de los nueve programas que conducen a una variedad de profesiones dentro de cada campo y el segundo año permite especializarse en una profesión específica (Hiim, 2020). Además, en el currículo de educación secundaria noruego se incluyen optativas en las que se percibe la posibilidad de orientar a los estudiantes hacia la formación profesional. En concreto, en todos los centros de secundaria se ofrece una asignatura sobre el mundo del trabajo. Esta asignatura pretende que los estudiantes adquieran conocimiento acerca de las profesiones y desarrollen tareas profesionales de diferentes ocupaciones que producen servicios y productos. Además, hay otras asignaturas optativas orientadas a la formación profesional que pueden ser propuestas (Luimes y Karseth, 2019).

Dalby y Noyes (2018, 2022) recogen el interés político en Inglaterra por mejorar la formación matemática de estudiantes en la formación profesional. Los estudiantes que hayan obtenido una calificación menor o igual que 4 sobre 9 en matemáticas en la evaluación nacional (Certificado General de Educación Secundaria) deben cursar una asignatura de matemáticas en la formación profesional. El objetivo de esta materia de matemáticas es volver a examinarse de la prueba general de secundaria. Por otra parte, los sindicatos obreros ofrecen programas de formación en matemáticas e inglés dirigidos a trabajadores poco cualificados y socialmente desfavorecidos (Kelly, 2019). En línea con las demandas de la sociedad actual, estos programas promueven el aprendizaje colaborativo, separándose del enfoque tradicional que impera en los colegios, donde las matemáticas, al igual que la lengua, no son consideradas como una disciplina aislada, sino que están contextualizadas en el mundo laboral.

La formación profesional en Brasil basa su currículo en la interdisciplinariedad con el fin de superar la fragmentación de contenidos e integrarlos para la consecución de competencias relacionadas con el módulo laboral. Así, las matemáticas aparecen en diferentes materias como base tecnológica para alcanzar los objetivos de estas, o si aparecen como materias individuales se muestran específicamente relacionadas con las competencias del módulo correspondiente (Gonçalves y Pires, 2014; da Silva Pimentel et al., 2021). Al no aparecer como materia independiente, en muchas ocasiones está impartida por profesores sin una profesión específicamente matemática. De hecho, la formación del profesorado varía desde personas con formación académica en matemáticas y en didáctica hasta personas sin formación académica, pasando por profesorado que proviene de carreras técnicas o de formación profesional (da Silva Pimentel et al., 2021). A pesar de que existen indicios que indican que el profesorado con formación estrictamente matemática se aleja del principio básico de interdisci-

plinariedad (Gonçalves et al., 2018), también se encuentra profesorado que sí enfoca sus programaciones en este sentido (da Silva Pimentel et al., 2021).

Debido a la organización sociopolítica estadounidense, en la que los estados actúan en muchos aspectos de forma independiente unos de otros, su sistema educativo está fuertemente descentralizado, sin un currículum global para todo el país (Gonçalves et al., 2018). En el año 2010 las autoridades educativas federales establecieron unas directrices curriculares para los últimos cursos de la educación preuniversitaria (high school), dentro de los que se encuadra la career and technical education (CTE), o formación profesional en EE. UU. (Gonçalves et al., 2018, Asunda et al., 2015). Estas directrices, Common Core State Standards conocidas por sus siglas CCSS, marcan objetivos globales sobre el aprendizaje de las matemáticas y la lengua inglesa, haciendo hincapié en aspectos competenciales y aplicados. La mayoría de los estados se adhirieron a las CCSS (Asunda et al., 2015), con lo que la integración de las matemáticas en los currículos de los estudios CTE se cohesionan esencialmente a través de ellas. Así, el trabajo de los contenidos matemáticos se da de manera transversal y poniendo énfasis en tareas de tipo modelización (Gonçalves et al., 2018). Sin embargo, y dado que los estudios CTE dan acceso a la educación superior, estas tareas deben resaltar la conexión con las matemáticas académicas. Puesto que el profesorado de los estudios CTE habitualmente no está especializado en matemáticas, se aconseja una colaboración entre éste y especialistas en educación matemática. Además, para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas se sugiere una metodología, Math-in-CTE, similar al enfoque STEAM en este tipo de enseñanzas (Asunda et al., 2015).

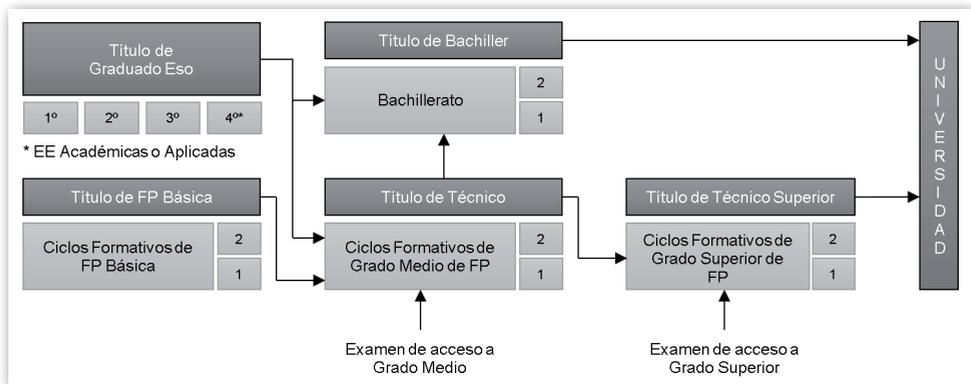
Los párrafos anteriores han puesto de manifiesto que, a pesar de la gran disparidad de sistemas educativos y del tratamiento del conocimiento matemático, en todos los países analizados existe la característica común de buscar su enseñanza desde y para los módulos específicos de formación profesional.

## **LAS MATEMÁTICAS EN LA ESTRUCTURA DE LA FP ESPAÑOLA**

La finalidad de la Formación Profesional en el sistema educativo es “preparar al alumnado para la actividad en un campo profesional y facilitar su adaptación a las modificaciones laborales que pueden producirse a lo largo de su vida, contribuir a su desarrollo personal y al ejercicio de una ciudadanía democrática y pacífica, y permitir su progresión en el sistema educativo, en el marco del aprendizaje a lo largo de la vida.” (LOMLOE, 2020, p. 122900). En el Real Decreto 217/2022 se recoge que el desarrollo curricular de las matemáticas debe prestar especial atención a la adquisición de las competencias clave establecidas en el perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica, siendo las líneas principales en la definición de las competencias específicas de matemáticas la resolución de problemas y las destrezas socioafectivas, y proponiéndose para su adquisición la movilización de un conjunto de saberes básicos que se estructuran en torno al concepto de sentido matemático, y se organizan en

dos dimensiones: cognitiva y afectiva. Los sentidos se entienden como el conjunto de destrezas relacionadas con el dominio en contexto de contenidos numéricos, métricos, geométricos, algebraicos, estocásticos y socioafectivos, y permiten emplear los saberes básicos de una manera funcional, proporcionando la flexibilidad necesaria para establecer conexiones entre ellos, bajo una idea de competencia matemática que significa poseer habilidad para comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de contextos intra- y extra-matemáticos y situaciones en las que las matemáticas pueden tener protagonismo (Caraballo et. al, 2013; Niss, 1999).

La LOMCE (2013), en relación con la Formación Profesional, se propuso como objetivo revitalizar la opción del aprendizaje profesional e introdujo una mayor flexibilidad en el acceso y en las relaciones entre los distintos subsistemas de la FP. Se crea un nuevo título, la Formación Profesional Básica (FPB) de dos años que sustituye a los programas de Cualificación Profesional Inicial anteriores. Se mantienen los ciclos de Grado Medio y Grado Superior, con una organización modular que integra los contenidos teórico prácticos adecuados a los diversos campos profesionales y se incluye como novedad la Formación Profesional Dual (FPD), que alterna la distribución horaria entre el centro educativo y la empresa. Los títulos y los currículums de la FP están referidos al Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales (INCUAL) y la mayoría son currículos de la LOE del 2006, que no sufrieron variación con la LOMCE. Todos los ciclos tienen una duración de dos años y se puede acceder a los ciclos de Grado Medio desde la ESO, la Formación Profesional Básica y por prueba de acceso y a los ciclos de Grado Superior desde el Bachillerato, desde los Ciclos de Grado Medio y por prueba de acceso. En la Figura 1 se muestra el organigrama de las vías de acceso para los ciclos formativos de Grado.



**Figura 1.** Organigrama de las vías de acceso a los Ciclos Formativos de Grado (Blanco y Franco-Ferreira, 2021, p. 156)

En el caso de la FPB, se trata de una medida dirigida a alumnado de entre 15 y 17 años que, habiendo cursado tercero de ESO o, excepcionalmente, segundo, está en riesgo de fracaso escolar o haya fracasado, con una doble finalidad: facilitar su per-

manencia en el sistema educativo y ofrecer mayores posibilidades para su desarrollo personal y profesional. Hablamos por tanto de un colectivo especialmente vulnerable que está prácticamente ante su última oportunidad formativa para una inserción laboral efectiva (Sarceda-Gorgoso y Barreira-Crujeiras, 2021). Para contribuir a que el alumnado adquiera o complete las competencias clave, los ciclos de FPB incluyen, además de los módulos de Formación Profesional específica, módulos de formación básica de carácter general. Estos son el Módulo de Ciencias Aplicadas I en el primer curso, y el Módulo de Ciencias Aplicadas II en el segundo curso. Al principio de cada uno de estos módulos se incorporan los contenidos de matemáticas que se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Contenidos matemáticos de los módulos de ciencias aplicadas**

<b>MÓDULO CIENCIAS APLICADAS I</b>
<b>Resolución de problemas mediante operaciones básicas</b>
Reconocimiento y diferenciación de los distintos tipos de números. Representación en la recta real.
Utilización de la jerarquía de las operaciones
Interpretación y utilización de los números reales y las operaciones en diferentes contextos.
Proporcionalidad directa e inversa.
Los porcentajes en la economía
<b>Resolución de ecuaciones sencillas</b>
Progresiones aritméticas y geométricas.
Traducción de situaciones del lenguaje verbal al algebraico.
Transformación de expresiones algebraicas.
Desarrollo y factorización de expresiones algebraicas.
Resolución de ecuaciones de primer grado con una incógnita.
<b>MÓDULO CIENCIAS APLICADAS II</b>
<b>Resolución de ecuaciones y sistemas en situaciones cotidianas</b>
Transformación de expresiones algebraicas.
Obtención de valores numéricos en fórmulas.
Polinomios: raíces y factorización.
Resolución algebraica y gráfica de ecuaciones de primer y segundo grado.
Resolución de sistemas sencillos.

**Realización de medidas en figuras geométricas**

Puntos y rectas.

Rectas secantes y paralelas.

Polígonos: descripción de sus elementos y clasificación.

Ángulo: medida.

Semejanza de triángulos.

Circunferencia y sus elementos: cálculo de la longitud.

**Interpretación de gráficos**

Interpretación de un fenómeno descrito mediante un enunciado, tabla, gráfica o expresión analítica.

Funciones lineales. Funciones cuadráticas.

Estadística y cálculo de probabilidad.

Uso de aplicaciones informáticas para la representación, simulación y análisis de la gráfica de una función.

**LA COMPETENCIA MATEMÁTICA EN LOS CICLOS SUPERIORES: UN EJEMPLO DIAGNÓSTICO**

En la sección 3 se ha dado una breve panorámica sobre la investigación en matemáticas en diversas profesiones. La mayor parte de los estudios se han centrado en profesiones que requieren de un título de FPB o de Grado medio, sin abordar aquellas situaciones que requieren profesionales de Grado Superior. También se ha visto que la estructura de la FP en España no contempla formación matemática específica ni en los ciclos de Grado Medio ni en los Ciclos de Grado Superior (Sección 4.2). Debido al número tan elevado de familias profesionales y módulos dentro de cada una no será posible detallar en este espacio las matemáticas que necesitan cada uno de ellos. En lo que sigue, a modo de ejemplo, se presentará dos estudios que tratan de poner en relieve la competencia matemática de los estudiantes de Ciclos Superiores de FP, uno desde la percepción de los profesores y otro desde la autopercepción de los estudiantes. Para poder entender esta competencia se ha relacionado con la vía de acceso a la que acceden los estudiantes a los ciclos de Grado Superior. El acceso a los ciclos de Grado Superior se puede realizar desde el Bachillerato, desde los Ciclos de Grado Medio y por prueba de acceso (Ver figura 1 en la sección 4.2).

## Percepción de la competencia matemática por el profesorado

El primer estudio (Blanco y Franco-Ferreira, 2021) aborda la percepción del profesorado de FP sobre la competencia matemática con la que llega el alumnado a los Ciclos Superiores, centrado en el nivel de competencia en función de la vía de acceso a dichos ciclos y en los conocimientos y destrezas matemáticas previas que requieren los distintos módulos formativos. Se realizaron entrevistas semiestructuradas al profesorado de un módulo de primer curso de cada uno de los ocho ciclos superiores de FP que se imparten en el CIFP Politécnico de Santiago de Compostela (Tabla 2).

Tabla 2. Módulos analizados en Blanco y Franco-Ferreira (2021)

Ciclo Superior	Módulo
Sistemas Electrotécnicos	Sistemas y Circuitos Eléctricos
Sistemas de Telecomunicación e Informáticos	Técnicas y Procesos en Infraestructuras de Telecomunicación
Automatización y Robótica Industrial	Sistemas de Potencia
Mantenimiento Electrónico	Circuitos Electrónicos Analógicos
Construcciones Metálicas	Diseño de Construcciones Metálicas
Diseño y Amueblamiento	Representación en Carpintería y Mobiliario
Laboratorio de Análisis y Control de Calidad	Muestreo y Preparación de la Muestra
Automoción	Motores Térmicos y sus Sistemas Auxiliares

Los profesores consideran que solo el 30% tendría una base teórica adecuada para lo que exige el módulo. El punto más alarmante lo encuentran en que un 20% de los estudiantes posee conocimientos y destrezas muy bajas en cálculo mental y operaciones básicas, resolución de ecuaciones y utilización y conversión de unidades de medida. Este alumnado procede principalmente de Ciclos Medios, habiendo recibido su última formación matemática en la ESO. También se aprecia una carencia importante de conocimientos avanzados necesarios en los módulos Sistemas y Circuitos Eléctricos, Sistemas de Potencia, Diseño de Construcciones Metálicas, Motores térmicos y sus sistemas auxiliares; y Circuitos Electrónicos Analógicos como números complejos o cálculo integral y diferencial. Los estudiantes procedentes del Bachillerato conocen esos conceptos muy por encima, sin saber su aplicación real para manejarse con soltura. Los estudiantes que provienen de Ciclos Medios no los han dado y en la prueba de acceso no se exigen. Atendiendo a la vía de acceso y con

respecto a contenidos teóricos, los profesores sitúan primero a los procedentes del Bachillerato, después los de los Ciclos Superiores, seguido de los de las pruebas de acceso y por último los de Ciclos Medios. Sin embargo, los profesores resaltan que son los estudiantes de otros Ciclos Superiores y Medios los que tienen mayor destreza a la hora de aplicar conceptos y procedimientos matemáticos en las cuestiones prácticas y en los talleres y laboratorios. El alumnado procedente del Bachillerato domina la teoría, pero tienen grandes dificultades para aplicar esos conocimientos en situaciones concretas y con problemas reales.

Las respuestas de los profesores apuntan a que hay un porcentaje alto de estudiantes que acceden a la FP pensando que no van a necesitar las matemáticas y que se desmotivan al encontrarse con problemas que requieren procedimientos largos o al ver que no tienen o no recuerdan los conocimientos necesarios para su resolución. Los estudiantes de Bachillerato son a los que más les gustan las matemáticas y tienen una mejor predisposición hacia ellas, seguidos los que acceden desde otros Ciclos Superiores, a continuación, los que acceden por prueba de acceso y, por último, los de Ciclos Medios. Sustentando la investigación de Cents-Boonstra et al. (2019), los profesores consideran que, en general, el alumnado no otorga importancia a las matemáticas y que no se motivan hasta que ven la aplicación y utilidad en su vida laboral, sobre todo a través de las prácticas realizadas. El profesorado subraya de manera unánime la importancia de la competencia matemática durante la formación y, más aún, en el desempeño laboral. Justifican su respuesta en base al soporte matemático del que precisan las profesiones técnicas y tecnológicas y al continuo cambio al que estas están sometidas, cuya repercusión se plasma también en la enseñanza superior.

### Autopercepción de la competencia matemática del alumnado

El estudio de Blanco y Franco-Ferreira (2021) se ha completado con otro paralelo sobre la autopercepción de la competencia matemática de los estudiantes que accedieron a los ciclos superiores. La muestra estuvo formada por 20 estudiantes, todos hombres, del módulo de Circuitos Eléctricos y Electrónicos, de primer curso del Ciclo Superior de Sistemas Electrotécnicos, del CIFP Politécnico de Santiago de Compostela. Para ello se diseñó un cuestionario tipo Likert (escala 1 a 5) con 19 ítems enfocados a recoger información sobre la autopercepción hacia las matemáticas y la opinión del papel de las matemáticas en el desarrollo profesional propio, 29 enfocados a la autopercepción de la competencia matemática en relación con los contenidos del módulo formativo, agrupados en 4 bloques: números complejos, funciones sinusoidales, derivadas e integrales, y álgebra de Boole y códigos. La recogida de datos se hizo de forma anónima el primer día de clase del módulo.

La importancia de estos conocimientos matemáticos avanzados se puede ver en la tecnología y en la industria. Por ejemplo, los números complejos, las derivadas e integrales son necesarias en los cálculos de circuitos eléctricos de corriente alterna

y campos electromagnéticos. Los números complejos intervienen en el lenguaje para describir las señales y las herramientas para analizarlas. Las funciones sinusoidales juegan un papel muy importante en áreas de ciencia y tecnología como la electricidad, la electrónica, las comunicaciones, la acústica, los sistemas de generación y distribución de energía, el control de procesos químicos y el procesamiento de voz. Las magnitudes eléctricas (voltaje, intensidad, diferencia de potencial) que caracterizan a los elementos de un circuito de corriente alterna, se expresan utilizando la notación exponencial de los números complejos, para definir sus amplitudes y sus desfases relativos, facilitando considerablemente el cálculo y dimensionamiento de las propiedades del circuito. Se emplean operaciones algebraicas con fasores o vectores que representan dichas magnitudes. Las derivadas se utilizan en campos tan diversos como la física, la electricidad, la electrónica y la química ya que permiten evaluar la evolución y cambio de muchos fenómenos físicos mediante las funciones que los describen (velocidad, aceleración, flujos y concentración) respecto a las variables de las que dependen (tiempo, espacio, etc.). Así, se puede calcular sus máximos y mínimos, sus intervalos de crecimiento o decrecimiento y buscar puntos óptimos. Las integrales se emplean para calcular áreas y volúmenes, para analizar circuitos RLC, para calcular el valor medio de una señal en un intervalo de tiempo, para el tratamiento digital de señales (mediante la Transformada de Fourier), para calcular la densidad y la masa de materiales, la densidad de carga eléctrica, etc. Los códigos y sistemas de numeración (binario, octal, decimal, hexadecimal, BCD) son esenciales en computación, electrónica digital e informática, en microprocesadores y microcontroladores. Por último, el álgebra de Boole se emplea ampliamente en el análisis y diseño electrónico, sistemas operativos, comunicaciones, procesos industriales y sistemas automatizados y de control.

Atendiendo a la distribución según las vías de acceso se tiene que el 50% de los estudiantes accedieron al Ciclo Superior directamente desde un Ciclo Medio, el 35% desde el Bachillerato y un 15% del alumnado aprobó las pruebas de acceso. En cuanto a los contenidos específicos de matemáticas para la asignatura, ninguno de los estudiantes tiene un dominio alto de las funciones sinusoidales, siendo los de la prueba de acceso los que menos saben. Los estudiantes de Bachillerato consideran que dominan más el cálculo diferencial que el integral y esa tendencia se da también en los de Grado Medio que tienen alguna noción de lo que han necesitado y usado en los módulos que cursaron anteriormente. Los del examen de acceso no conocen esos contenidos. No ocurre lo mismo en los bloques de Álgebra de Boole y de códigos de numeración, donde los estudiantes provenientes de Ciclo Medio se consideran los que más saben siguiéndoles los de la prueba de acceso y Bachillerato. En general, el 35% de los estudiantes considera que sabe poco de matemáticas, un 45% que sabe algo, un 15% que bastante y sólo un 5% sabe mucho. En cuanto a la autoeficacia y a la calidad de la enseñanza recibida, los estudiantes de Bachillerato se encuentran en primer lugar seguidos de los de la prueba de acceso y, por último, los de Grado Medio. Es de destacar que el 95% cree que necesita que le repasen los conocimientos matemáticos necesarios para la asignatura.

Contrastando la percepción de los profesores con la autopercepción de los estudiantes, los resultados generales muestran que la competencia matemática de los estudiantes que acceden a los Ciclos Superiores de Formación Profesional, en los casos analizados, se caracteriza por situar a los estudiantes de Bachillerato con mejor base teórica, incluyendo conceptos matemáticos avanzados, pero sus conocimientos son muy mecánicos y tienen bastantes dificultades para ver su aplicación real y utilizarlos para resolver problemas de las asignaturas técnicas. Los estudiantes de otros Ciclos Superiores y Ciclos Medios se manejan mejor aplicando las matemáticas en situaciones reales, aunque sus conocimientos no son ni tan sólidos ni tan avanzados. Los de la prueba de acceso no conocen gran parte de los contenidos que necesitan los módulos de los Ciclos Superiores.

El punto más alarmante se encuentra en que el 20% de los estudiantes tienen dificultades importantes en el cálculo mental, operaciones básicas, resolución de ecuaciones y utilización y conversión de unidades de medida. Este alumnado procede principalmente de Ciclos Medios que sólo han recibido formación matemática en la ESO. Se aprecia una carencia considerable en las áreas de números complejos y cálculo diferencial e integral. Los que provienen de Bachillerato algunos lo han dado por encima y nunca en profundidad para manejarse con soltura, y los que vienen de Ciclos Medios o prueba de acceso no los han visto nunca.

Estas carencias traen como consecuencia la necesidad de realizar un esfuerzo adicional para paliar esas lagunas matemáticas, tanto por parte del profesorado como de los estudiantes. La mayoría de los profesores deciden invertir una o dos semanas al inicio del módulo para explicar los conceptos matemáticos que van a necesitar y que se supone que los estudiantes deberían tener adquiridos anteriormente. Esta situación reduce el tiempo dedicado a aspectos específicos del módulo de aprendizaje además de poner a los profesores en la tesitura de explicar contenidos matemáticos sin conocimientos didáctico-disciplinares específicos. En algunos casos esta carencia trata de cubrirse proporcionando manuales de referencia y ejercicios para el tiempo de trabajo autónomo de los estudiantes.

Por su parte, los estudiantes tienen que hacer un esfuerzo adicional en conocimientos matemáticos que desconocen y asimilarlos en poco tiempo para poder centrarse en el aprendizaje de los contenidos propios del módulo y del ciclo que están estudiando. Los profesores centran su atención en proponer un aumento de la exigencia matemática en los Ciclos de FPB y en el Bachillerato en el sentido de competencia matemática, orientando la formación hacia situaciones reales, auténticas y contextualizadas, que fomenten el aprendizaje significativo y el aprender a aprender.

## PERSPECTIVAS DE FUTURO Y ORIENTACIONES

Echeverría y Martínez (2019) han analizado el desarrollo de la producción científica publicada en el territorio nacional sobre la Formación Profesional Inicial del

sistema español, desde el período anterior a la crisis financiera (2005) hasta el inicio de la recuperación (2017). Entre los temas urgentes que no se están abordando y que requieren una investigación más profunda se encuentran la mejora de la formación y el desarrollo profesional del profesorado de FP, soluciones para los jóvenes desmotivados en la FP y la prevención del abandono escolar de FP.

Con respecto al primero de ellos, autores como Lorente García (2015), París Mañas et al. (2014), Ros-Garrido y Marhuenda-Fluixá (2019) y Tejada Fernández (2012) consideran fundamental que la FP cuente con un profesorado formado y continuamente actualizado. Ros-Garrido y Marhuenda-Fluixá (2019) indican que un problema importante de la FPB tiene que ver con que la formación del profesorado es académica y no profesional, lo que tiende a ampliar la distancia que existe entre la educación y el trabajo, a pesar de los esfuerzos que se han realizado para recortarla, como la formación en alternancia y la formación en el lugar de trabajo. El problema se extiende también al otro lado en la FP no formal, en donde lo que ocurre es lo contrario y la experiencia es a menudo el sustituto de una educación adecuada y de una buena cualificación.

Desde la perspectiva particular de las matemáticas, la idea es romper con el carácter academicista que impera en las clases. Según Dalby y Noyes (2015), las clases de matemáticas en la formación profesional que siguen un enfoque tradicional no motivan a los estudiantes, que necesitan ver la aplicabilidad de las matemáticas que estudian (Berger, 2012; Frejd y Muhrman, 2020). Por tanto, el profesorado debe proponer actividades que muestren la utilidad de la disciplina, evidenciando los vínculos entre lo que se aprende en las aulas y lo que se requiere en el lugar de trabajo (Berger, 2012), y tal entendimiento podría lograrse a través de actividades que promuevan la integración de contenido de distintas disciplinas (Bakker et al., 2011; Dalby, 2021; Diego-Mantecón et al., 2019; Gonçalves y Pires, 2014). Las actividades integradas, como las actividades STEAM, pueden favorecer este aspecto ya que posibilitan la reproducción de condiciones reales en situaciones concretas (Diego-Mantecón et al., 2021a, 2021b, 2022) y además han mostrado que pueden llegar a modificar las actitudes de estudiantes de secundaria hacia las matemáticas, además de motivarlos en el proceso de aprendizaje (Diego-Mantecón et al., 2019). Dichas actividades permiten además incorporar la tecnología, aspecto recomendado en la formación profesional por Cuendet et al. (2014), LaCroix (2014), y Lee (2020) con el objetivo de adquirir conocimientos matemáticos complejos. Como advierten Gonçalves y Pires (2014), la implementación de la educación integrada en la formación profesional no es directa, al igual que en otras etapas educativas y requiere formar al profesorado y dotarlo de recursos educativos. Algunos estudios de la formación profesional han tratado de establecer relaciones entre el entorno de aprendizaje y el aprendizaje de las matemáticas. Los estudiantes puede que contextualicen las matemáticas mejor cuando realizan actividades en espacios que simulan el lugar de trabajo (Dalby y Noyes, 2015; Frejd y Muhrman, 2020; Saló i Nevado y Pehkonen, 2018), y que además se implementan en grupo (Frejd y Muhrman, 2020; Kelly, 2019).

Las directrices anteriores no implican que el conocimiento enseñado a lo largo de la formación profesional deba estar orientado exclusivamente hacia la aplicación de las matemáticas, sino que se deben considerar los aspectos emocionales junto a los teóricos para atender a la desmotivación (Berger, 2012; Jorgensen, 2020; Saló i Nevado y Pehkonen, 2018). El aprendizaje de las matemáticas no debe ser solo estimulado en el centro educativo, sino también durante la estancia en el lugar de trabajo donde culminará la formación (Kelly, 2019; LaCroix, 2014). Dirigiendo la mirada a la FPB, el estudio de Sarceda-Gorgoso et al. (2017), en el que se realiza un diagnóstico de su contribución para paliar el fracaso escolar, concluye que este objetivo no se alcanza. Entre otras evidencias, se constata que en la transición de 1º a 2º se pierde a prácticamente la mitad del alumnado. En lo que respecta al módulo científico-matemático, es plausible pensar que su carácter academicista, continuista respecto a la dinámica de la ESO en la que el alumnado que acoge ha fracasado, tenga que ver en buena parte con ello. Parece claro en este caso, más aún si cabe, la necesidad (y la oportunidad) de aprovechar el carácter interdisciplinar del módulo para desarrollar propuestas STEM que permitan tanto promover las competencias del alumnado como mejorar sus afectos hacia las matemáticas y las ciencias, y el propio sistema educativo. En esta línea, experiencias como la del programa de estímulo matemático con adolescentes en riesgo de exclusión social de Blanco et al. (2021) pueden ser aprovechadas.

En particular, se debe incidir en la necesidad de implementar directrices encaminadas a favorecer la afectividad de las chicas y las niñas en las materias STEM, y en las matemáticas en particular (UNESCO, 2019). Es destacable señalar que las directrices metodológicas encaminadas a acortar la brecha de género y favorecer la afectividad son coherentes con las señaladas para el tratamiento de las matemáticas en la FP: presentarlas de modo aplicado, mediante aprendizaje colaborativo y fomentando la autonomía del alumnado (Dalby y Noyes, 2015; FitzSimons, 1997). Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el enfoque curricular (FitzSimons, 1997), prefiriendo currículos abiertos en los que se deje lugar a una aproximación a la matemática desde un punto de vista humanista, en particular en los módulos de FPB. Debemos hacer hincapié, además, en la necesidad de crear referentes positivos mostrando las profesiones STEM lejos de estereotipos masculinos y acercarlos a identidades reales y más próximas a la socialización femenina (uso de las STEM para la mejora de la sociedad, trabajos cooperativos) mediante programas de mentorización (Redmond y Gutke, 2020). Finalmente, se recomienda, en coherencia con lo observado por Fennema (2002), la formación específica en perspectiva de género por parte del profesorado para evitar los sesgos de género en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Centrándonos en la diagnosis, en clave exploratoria, de las matemáticas en la FP española, una de las conclusiones en clave curricular que se puede derivar de los dos estudios que se han incluido en la sección 5, así como de la revisión de modelos para la FP de otros países incluida en 4.1, remitiría al análisis de la viabilidad de introducir en el itinerario formativo de los Ciclos Medios y Superiores un módulo obligatorio de Matemáticas. Este módulo, con un currículum específico para cada familia

profesional, estaría impartido por profesorado de la especialidad de matemáticas. Esto permitiría al profesorado de los restantes módulos centrarse en la docencia de su asignatura, por un lado, y facilitar, por otro, que el profesorado de matemáticas pudiese implementar en el aula métodos de formación matemática centrados en el alumnado y en su aprendizaje, basados en proyectos y en actividades integradoras y contextualizadas. Si bien esta no parece una posibilidad que vaya a estar en la agenda educativa a corto plazo.

La alternativa debería partir en cualquier caso del análisis de las matemáticas presentes en los distintos títulos del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales. Además, dada la variedad de factores que pueden influir en las matemáticas necesarias en el trabajo, sería conveniente que la comunidad de educación matemática colaborase con la industria local para caracterizar las matemáticas de los grados de formación profesional (Espinass et al., 2020; FitzSimons, 2001; Hogan y Morony, 2000; LaCroix, 2014). A partir de ahí, se podría abrir una línea de investigación que persiguiera como producto el diseño de recursos para la enseñanza de las matemáticas profesionales y acciones formativas dirigidas al correspondiente profesorado. Así mismo, parecería oportuno adaptar el examen de matemáticas de la prueba de acceso a Ciclos Superiores, en función de la familia profesional. Como se ha visto en el apartado 5 para las familias profesionales analizadas, sería pertinente considerar, por ejemplo, contenidos relativos a números complejos, derivadas e integrales.

El estudio de Blanco y Franco-Ferreira (2021) al que nos hemos referido muestra la percepción subjetiva, aunque bien fundamentada en la experiencia, del profesorado de Formación Profesional sobre la competencia matemática del alumnado que accede a Ciclos Superiores. Al no existir estudios previos de referencia, no es posible comparar los resultados. Estando limitado a un centro de formación profesional concreto y a unas familias profesionales determinadas, abre la puerta a un estudio similar más exhaustivo en cuanto a área geográfica y familias profesionales, pudiendo incorporar una componente más cuantitativa sobre la competencia matemática del alumnado que accede a la FP desde las diferentes vías de acceso y contribuir a apuntalar un mapa de necesidades específicas en matemáticas según los distintos ciclos y familias profesionales.

## REFERENCIAS

- Asunda, P. A., Finnell, A. M. y Berry, N. R. (2015). Integration of the Common Core Standards into CTE: Challenges and Strategies of Career and Technical Teachers. *Career and Technical Education Research*, 40(1), 48-62. <https://doi.org/10.5328/cter40.1.48>
- Bakker, A., Wijers, M., Jonker, V. y Akkerman, S. (2011). The use, nature and purposes of measurement in intermediate-level occupations. *ZDM - Mathematics Education*, 43, 737-746. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0328-3>
- Bakshi, H., Downing, J., Osborne, M. A. y Schneider, P. (2017). *The future of skills: Employment in 2030*. Pearson. <https://futureskills.pearson.com/research/assets/pdfs/technical-report.pdf>

- Berger, J.-L. (2012). Uncovering vocational students' multiple goal profiles in the learning of professional mathematics: differences in learning strategies, motivational beliefs and cognitive abilities. *An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 32, 405-425. <https://doi.org/10.1080/01443410.2012.674663>
- Blanco, T. F. y Franco Ferreira, P. (2021). Percepción de los profesores de Formación Profesional sobre la competencia matemática en los Ciclos de Grado Superior. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 25(1), 153-175. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v25i1.8285>
- Blanco, T. F., Gorgal-Romarís, A. y Núñez-García, C. (2021). A mathematical stimulus programme for an educational intervention with students at risk of social exclusion. Sometido a publicación en *SN Social Sciences*.
- Boistrup, L. B. y Hällback, M. (2021). Designing and researching vocational mathematics education. En L. B. Boistrup, y S. Selander, *Designs form Research, Teaching and Learning* (pp. 61-81). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003096498>
- Bynner, J. y Parsons, S. (1998). *Use It or Loose It? The impact of time out of work on literacy and numeracy skills*. Londo: The Basic Skills Agency. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED430160.pdf>
- Caraballo, R. M., Rico, L. y Lupiáñez, J. L. (2013). Cambios conceptuales en el marco teórico competencial de PISA: El caso de las matemáticas. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 17(2), 225-241.
- Cedefop (2020). Digital gap during COVID-19 for VET learners at risk in Europe. Synthesis report on seven countries based on preliminary information provided by Cedefop's Network of Ambassadors tackling early leaving from VET. [https://www.cedefop.europa.eu/files/digital\\_gap\\_during\\_covid-19.pdf](https://www.cedefop.europa.eu/files/digital_gap_during_covid-19.pdf)
- Cents-Boonstra, M., Lichtwarck-Aschoff, A., Denessen, E., Haerens, L. y Aelterman, N. (2019). Identifying motivational profiles among VET students: differences in self-efficacy, test anxiety and perceived motivating teaching. *Journal of Vocational Education & Training*, 71(4), 600-622. <https://doi.org/10.1080/13636820.2018.1549092>
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education on Academic Achievement and Career Interests of Vocational High School Students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>
- Cuendet, S., Dehler-Zufferey, J., Arn, C., Bumbacher, E. y Dillenbourg, P. (2014). A study of carpenter apprentices' spatial skill. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 6, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40461-014-0003-3>
- da Silva Pimentel, D., Frossard Souza, A. C. y Chagas e Sá, L. (2021). Um perfil dos professores que compartilham experiências de educação matemática com estudantes da educação profissional e tecnológica. *Bocehm: Boletim Ceatense de Educação e História da Matemática*, 8(24), 19-31. <https://doi.org/10.30938/bocehm.v8i24.5441>
- Dalby, D. (2021). Changing images of mathematics in the transition from school to vocational education. *Adults Learning Mathematics: An International Journal*, 15(1), 45-57. <https://alm-online.net/wp-content/uploads/2021/11/almij151.pdf#page=45>
- Dalby, D. y Noyes, A. (2015). Connecting Mathematics Teaching with Voational Learning. *Adults Learning Mathematics: An International Journal*, 10(1), 40-49. <http://eprints.nottingham.ac.uk/id/eprint/32082>

- Dalby, D. y Noyes, A. (2018). Mathematics education policy enactment in England's Further Education colleges. *Journal of Vocational Education y Training*, 70(4), 564-580. <https://doi.org/10.1080/13636820.2018.1462245>
- Dalby, D., y Noyes, A. (2022). Mathematics curriculum waves within vocational education. *Oxford Review of Education*, 48(2), 166-183. <https://doi.org/10.1080/03054985.2021.1940913>
- Diego-Mantecón, J. M., Arcera, Ó., Blanco, T. F. y Lavicza, Z. (2019). An Engineering Technology Problem-Solving Approach for Modifying Student Mathematics-Related Beliefs: Building a Robot to Solve a Rubik's Cube. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 26(2), 55-64. [https://doi.org/10.1564/tme\\_v26.2.02](https://doi.org/10.1564/tme_v26.2.02)
- Diego-Mantecón, J. M., Ortiz-Laso, Z. y Blanco, T. F. (2022). Implementing STEM Projects Through the EDP to Learn Mathematics: The Importance of Teacher's Specialization. En P. Richard, M. Vélez, y S. Van Vaerenbergh, *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence. Mathematics Education in the Digital Era* (Vol. 17). Springer, Cham. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0_17)
- Diego-Mantecón, J. M., Ortiz-Laso, Z. y Blanco, T. F. (2022). Implementing STEM projects through the EDP to learn mathematics: the importance of teachers' specialization. En P. Richard, M. Vélez y S. Van Vaerenbergh (Eds.), *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence* (pp. 399-415). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0_17)
- Diego-Mantecón, J. M., Haro, E., Blanco, T. F. y Romo-Vázquez, A. (2021a). The chimera of the competency-based approach to teaching mathematics: a study of carpentry purchases for home projects. *Educational Studies in Mathematics*, 107(2), 339-357. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10032-5>
- Diego-Mantecón, J. M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F. y Ortiz-Laso, Z. (2021b). An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective. *ZDM - Mathematics Education*, 53(5), 1137-1148. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Doherty, S. M. y Harborough Macdonald, I. (2020). Can growth in the availability of STEM technical education improve equality in participation? Evidence from Massachusetts. *Journal of Vocational Education y Training*, 72(1), 47-70. <https://doi.org/10.1080/13636820.2019.1578818>
- Durando, M. (2013). Towards 2020 Priorities for STEM education and careers in Europe. *Conference of the Ingenius project*. European schoolnet. Recuperado de [http://www.ingeniousscience.eu/c/document\\_library/get\\_file?uuid=64d8c2fe-a4ea-449c-b6d7-15d21dd44f0fygroupId=10136](http://www.ingeniousscience.eu/c/document_library/get_file?uuid=64d8c2fe-a4ea-449c-b6d7-15d21dd44f0fygroupId=10136)
- Echevarría Samanes, B. y Martínez Clares, P. (2018). Revolución 4.0, competencias, educación y orientación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 4-34. <https://doi.org/10.19083/ridu.2018.831>
- Echeverría, B. y Martínez, P. (2019a). *Diagnóstico de la investigación sobre la Formación Profesional Inicial en España (2005-2017)*. Madrid: Fundación Bankia por la Formación Dual. Recuperado de <https://www.caixabankdualiza.es/recursos/doc/portal/2019/07/08/diagnostico-investigacion-fpi.pdf>
- Echeverría, B. y Martínez, P. (29 de octubre de 2019b). Formación profesional, investigación y orientación. *Educaweb*. <https://www.educaweb.com/noticia/2019/10/29/formacionprofesional-investigacion-orientacion-18961/>
- Espinás, A. L., Esponilla II, F. D., Tolentino, L. K. y Valenzuela, I. C. (2020). Technical-

- Vocational Livelihood Education: Emerging Trends in Contextualised Mathematics Teaching. *Journal of Technical Education and Training*, 12(4), 1-15.  
<https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/JTET/article/view/7041>
- Ewing, B. (2017). An exploration of assessment approaches in a vocational and education training courses in Australia. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 9(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40461-017-0058-z>
- Fatimah, A. T. y Prabawanto, S. (2020). Mathematical understanding and reasoning of vocational school students in agriculture-based mathematical tasks. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 771-782. <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.702884>
- Fennema, E. (2002). Mathematics, Gender and Research. En G. Hanna, *Towards Gender Equity in Mathematics* (pp. 9-26). Springer.
- Fernández Solo de Zaldívar, I. (2017). Mejora de competencias: introducción de la gestión de calidad en nuevas metodologías educativas. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(2), 279-308.
- FitzSimons, G. E. (1997). Gender Issues in Adult and Vocational Mathematics Education. *Mathematics Education Research Journal* 9(3), 292-311.
- FitzSimons, G. E. (2001). Integrating mathematics, statistics and technology in vocational and workplace education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(3), 375-383. <https://doi.org/10.1080/00207390110040193>
- FitzSimons, G. E. (2014). Commentary on vocational mathematics education: where mathematics education confronts the realities of people's work. *Educational Studies in Mathematics*, 86, 291-305. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9556-0>
- FitzSimons, G. E. (2015). Learning mathematics in and out of school: A workplace education perspective. En U. Gellert, J. Giménez, C. Hahn, y S. Kafoussi (Eds.), *Educational Paths to Mathematics* (pp. 99-115). Springer.
- FitzSimons, G. E. y Boistrup, L. B. (2017). In the workplace mathematics does not announce itself: towards overcoming the hiatus between mathematics education and work. *Educational Studies in Mathematics*, 95(3), 329-349.  
<https://doi.org/10.1007/s10649-017-9752-9>
- Frejd, P. y Muhrman, K. (2020). Is the mathematics classroom a suitable learning space for making workplace mathematics visible? - An analysis of a subject integrated team-teaching approach applied in different learning spaces. *Journal of Vocational Education & Training*, 74(2), 333-351. <https://doi.org/10.1080/13636820.2020.1760337>
- Fundación Bankia. (2020). *Observatorio de la Formación Profesional en España. Informe 2020*. Madrid: Fundación Bankia por la Formación Dual.
- Fundación Bankia. (2020). *Observatorio de la Formación Profesional en España. Informe 2020*. Fundación Bankia por la Formación Dual.
- Gobierno de España (2011). Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la Formación Profesional del Sistema Educativo. Boletín Oficial del Estado, Madrid, 30 de julio de 2011, 182, pp. 86766-86800.  
<https://www.boe.es/boe/dias/2011/07/30/pdfs/BOE-A-2011-13118.pdf>
- Gobierno de España (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, Madrid, 29 de enero de 2015, núm. 25, pp. 6986-7003. <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>

- Gonçalves, H. J. y Pires, C. M. (2014). Educação matemática na educação profissional de nível médio: análise sobre possibilidades de abordagens interdisciplinares. *Bolema*, 28(48), 230-254. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n48a12>
- Gonçalves, H. J., Dias, A. L. y Peralta, D. A. (2018). Estudo Comparativo sobre o Ensino de Matemática em Currículos de Educação Profissional Técnica: Brasil e Estados Unidos. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(60), 31-56. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a02>
- Hiim, H. (2020). The quality and standing of school-based Norwegian VET. *Journal of Vocational Education and Training*, 72(2), 228-249. <https://doi.org/10.1080/13636820.2020.1734062>
- Hogan, J. y Morony, W. (2000). Classroom Teachers Doing Research in the Workplace. En A. Bessot y J. Ridgway (Eds.), *Education for Mathematics in the Workplace* (pp. 101-113). Springer. [https://doi.org/10.1007/0-306-47226-0\\_9](https://doi.org/10.1007/0-306-47226-0_9)
- Infoempleo y Adecco (2019). Informe Infoempleo Adecco: Oferta y Demanda de Empleo en España, 2019.
- Jang, H. (2016). Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 284-301. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1>
- Jorgensen, R. (2020). Creating oppotunnities for vulnerable indigenous learners to succeed in vocational education. *ZDM - Mathematics Education*, 52(3), 571-580. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01117-w>
- Koreshnikova, Y., Zakharov, A. y Dudyrev, F. (2018). Differences in general education in vocational and high schools: Characteristics of teachers and teaching practices in Mathematics. *Voprosy obrazovaniya/Educational Studies Moscow*, (2), 228-253.
- Kelly, B. (2019). Motivating adults to learn mathematics in the workplace: a trade union approach. *International Journal of Lifelong Education*, 38(2), 132-147. <https://doi.org/10.1080/02601370.2018.1555190>
- Kilbrink, N. y Bjurulf, V. (2013). Transfer of knowledge in technical vocational education: a narrative study in Swedish upper secondary school. *Internationa Journal of Technology and Design Education*, 23, 519-535. <https://doi.org/10.1007/s10798-012-9201-0>
- LaCroix, L. (2014). Learning to see pipes mathematically: preapprentices' mathematical activity in pipe trades training. *Educational Studies in Mathematics*, 86, 157-176. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9534-6>
- Lindberg, L. y Grevholm, B. (2013). Mathematics in VET programmes: The tensions associated with reforms in Sweeden. *International Journal of Training Research*, 11(2), 150-165. <https://doi.org/10.5172/ijtr.2013.11.2.150>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Boletín Oficial del Estado. Madrid, 10 de diciembre de 2013, núm. 295, pp. 97858-97921. <https://boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). Boletín Oficial del Estado. Madrid, 30 de diciembre de 2020, núm. 340, pp. 122868-122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Lorente García, R. (2015). Perspectivas del profesorado sobre la mejora y la potenciación de la formación profesional. *Revista Complutense de Educación*, 26(1), 47-66. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2015.v26.n1.42474](https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2015.v26.n1.42474)

- Lorente García, R. (2016). Perspectivas del profesorado ante los retos y desafíos de la Formación Profesional. *Quriculumm*, 29, 63-86. Recuperado de [www.ull.es/revistas/index.php/quriculum/article/view/30](http://www.ull.es/revistas/index.php/quriculum/article/view/30)
- Luimes, M. y Karseth, B. (2019). Pre-vocational education in the curriculum: the case of Norwegian lower secondary education. *Journal of Curriculum Studies*, 51(2), 245-261. <https://doi.org/10.1080/00220272.2018.1528301>
- Niss, M. (1999). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project.
- Ozdemir, H. y Onder-Ozdemir, N. (2017). Vocational High School Students' Perceptions of Success in Mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 12(3), 493-502.
- París Mañas, G., Tejada Fernández, J., y Coiduras Rodríguez, J. L. (2014). La profesionalización de los profesionales de la Formación para el Empleo en constante [in] definición en Europa. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 18(2), 267-283.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo de 2022, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 76, de 30 de marzo de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Redmer, A. y Dannath, J. (2020). Changes in employment since the 1990s: numeracy practices at work in IALS and PIAAC. *ZDM - Mathematics Education*, 52(3), 447-459. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01112-1>
- Redmond, P. y Gutke, H. (2020). STEMing the Flow: Supporting Females in STEM. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 221-237.
- Ros-Garrido, A., Marhuenda-Fluixá, F. (2019). The Education of VET Teachers and Trainers. En F. Marhuenda-Fluixá (Ed.), *The School-Based Vocational Education and Training System in Spain. Technical and Vocational Education and Training: Issues, Concerns and Prospects* (pp. 87-103). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-8475-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-981-13-8475-2_5)
- Rosvall, P.-A., Hjelmér, C. y Lappalainen, S. (2017). Staying in the comfort zones - Low expectations in vocational education and training mathematics teaching in Sweden and Finland. *European Educational Research Journal*, 16(4), 425-439. <https://doi.org/10.1177/1474904116669154>
- Saló i Nevado, L. y Pehkonen, L. (2018). Cabinetmakers' Workplace Mathematics and Problem Solving. *Vocations and Learning*, 11, 475-496. <https://doi.org/10.1007/s12186-018-9200-8>
- Sancha, I. y Gutiérrez, S. (2018). *La formación profesional en España - 2016*. Madrid: Fundae.
- Sarceda-Gorgoso, M. C. y Barreira-Cerqueiras, E. M. (2021). La Formación Profesional Básica y su contribución al desarrollo de competencias para el reenganche educativo y la inserción laboral: percepción del alumnado. *Educar*, 57(2), 319-332. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1239>
- Sarceda-Gorgoso, M. C., Santos, M. C. y Sanjuán Roca, M. M. (2017). La Formación Profesional Básica: ¿alternativa al fracaso escolar?. *Revista de Educación*, 378, 78-112. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-378-362>
- Schuetze, H. G. (2014). From adults to non-traditional students to lifelong learners in Higher Education: Changing contexts and perspectives. *Journal of Adult and Continuing Education*, 20(2), 37-55. <https://doi.org/10.7227/JACE.20.2.4>
- Smyth, E. y Steinmetz, S. (2015). Vocational Training and Gender Segregation Across Europe. En C. Imdorf, K. Hegna, y L. Reisel, *Gender Segregation in Vocational Education* (pp. 53-81). Emerald Publishing Limited.

- Straesser, R. (2007). Didactics of mathematics: more than mathematics and school! *ZDM—The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 165-171.
- Straesser, R. (2015). Numeracy at work: a discussion of terms and results from empirical studies. *ZDM - Mathematics Education*, 47(4), 665-674.  
<https://doi.org/10.1007/s11858-015-0689-0>
- Suárez Salas, F. y Celis Guzmán, S. (2021). Caracterización de la enseñanza de matemática en educación superior técnico profesional a través del estudio de las preguntas hechas por docentes en la sala de clases. *Estudios Pedagógicos*, 47(2), 7-29.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052021000200007>
- Sundtjonn, T. (2021). *Opportunities and Challenges when students Work with Vocationally Connected Mathematics Tasks*. Tesis de Doctorado, University of Adger.  
<https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/handle/11250/2727570>
- Tejada Fernández, J. (2012). La alternancia de contextos para la adquisición de competencias profesionales en escenarios complementarios de educación superior: marco y estrategia. *Educación XX1: revista de la Facultad de Educación*, 15(2), 17-40.
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. París: UNESCO.
- WEF (2015). New vision for Education. Unlocking the potential of technology.  
<http://widgets.weforum.org/nve-2015/>
- Weißeno, S., Seeber, S., Kosanke, J. y Stange, C. (2016). Development of mathematical competency in different German pre-vocational training programmes of the transition system. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 8(1), 1-18.  
<https://doi.org/10.1186/s40461-016-0040-1>