

El nuevo currículo LOMLOE de Matemáticas en ESO y Bachillerato: Influencias y cambios fundamentales

Lara Sanz López

(MESOB) Especialidad de Matemáticas



MÁSTERES
DE LA UAM
2021-2022

Facultad de Formación de Profesorado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

FACULTAD DE FORMACIÓN DE PROFESORADO Y EDUCACIÓN

El nuevo currículo LOMLOE de Matemáticas en ESO y Bachillerato: Influencias y cambios fundamentales.

Lara Sanz López

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Tutor: Carlos de Castro Hernández

Máster en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y
Bachillerato.

Curso 2021/22.

El nuevo currículo LOMLOE de Matemáticas en ESO y Bachillerato: Influencias y cambios fundamentales

Resumen y palabras clave.

Los cambios en las leyes educativas se han ido sucediendo de manera continuada durante los últimos años. Desde 1895, el gobierno de España ha desarrollado seis leyes diferentes relacionadas con el ámbito educativo. En este trabajo se aborda la última de ellas, la Ley de Educación LOMLOE, Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Se analizan los principales cambios introducidos por la misma y se profundiza en los aspectos más relevantes vinculados al ámbito de las Matemáticas, que han sido propuestos con el fin de enfocar esta materia desde una perspectiva competencial. Así, se abordan la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, la competencia digital, la incorporación de los seis sentidos matemáticos y la importancia del pensamiento computacional y del dominio afectivo en el aprendizaje activo de las matemáticas. Se analizan asimismo las ideas preconcebidas relacionadas con el género, a fin de paliar la brecha de género existente en el ámbito formativo y laboral en las especialidades científicas y tecnológicas entre hombres y mujeres.

Palabras clave: LOMLOE, sentidos matemáticos, pensamiento computacional, dominio afectivo, igualdad de género en el ámbito de las matemáticas.

Índice

1. Introducción.	4
2. Fundamentación teórica.	5
2.1. Leyes Orgánicas de Educación.	5
2.2. Análisis de los principios básicos de la LOMLOE.	6
2.3. Justificación de cambio en el ámbito de las matemáticas	8
2.4. Análisis LOMLOE: especialidad de Matemáticas	9
3. Competencias relacionadas con el ámbito de las matemáticas	10
3.1. Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)	11
3.2. Competencia digital (CD)	13
4. Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas	14
4.1. El papel de la resolución de problemas	15
5. Principios metodológicos	17
6. Sentidos matemáticos	19
6.1. Sentido algebraico	20
6.2. Sentido espacial	20
6.3. Sentido estocástico	21
6.4. Sentido de la medida	21
6.5. Sentido numérico	22
6.6. Sentido socioafectivo	22
7. Pensamiento computacional.	24
7.1. Definiciones del pensamiento computacional.	24
7.2. Brecha digital	26
7.3. Reforma en los sistemas educativos y la incorporación de las TIC	26
7.4. Scratch.	28
8. Competencia socio-emocional o dominio afectivo en el aprendizaje matemático.	29
8.1. Definición de dominio afectivo.	29
8.2. Componentes del dominio afectivo: Creencias, Actitudes y Emociones	30
8.3. Un programa psicopedagógico.	39
9. Igualdad de género en la escuela y en el ámbito de las matemáticas.	41
10. Conclusiones.	43
11.. Referencias	47

1. Introducción.

La importancia de las matemáticas es ampliamente reconocida, y es por ello que su conocimiento resulta indispensable para toda la sociedad, y debe estar al alcance de todos sus miembros. El nuevo siglo ha traído consigo numerosos avances tecnológicos fundamentados en la ciencia y el tratamiento de datos, poniendo de manifiesto la necesidad de adquirir dicho conocimiento matemático. Esta necesidad debe ser transmitida de forma efectiva al alumnado, que debe conocer por qué y para qué necesita las matemáticas. El conocimiento debe ser construido de modo activo y debe estar contextualizado, esto es, provisto de referencias de carácter personal, basadas en la experiencia o los conocimientos previos. La forma en la que se aprenden y se enseñan las matemáticas es crucial, se debe abandonar la percepción de que los abordajes de amplios bloques de contenido constituyen los cimientos del aprendizaje, en favor de una comprensión de las matemáticas en una multitud de contextos, desde el marco de su utilidad y de su importancia en el mundo científico y en el desarrollo de un juicio crítico de sus resultados. El desarrollo del razonamiento matemático implica la resolución de enigmas de la vida real, transformándolos en problemas matemáticos, y seleccionando las herramientas disponibles que permitan sacar conclusiones y obtener soluciones (PISA 2021). La necesidad de reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje actual de las matemáticas, así como la adecuación de las leyes educativas anteriores a los retos actuales de la educación, se han visto reflejados en la implantación de una nueva Ley de Educación LOMLOE, Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. El desarrollo del razonamiento matemático debe, pues, contemplarse como un objetivo principal en la reforma curricular, reemplazando la repetición de algoritmos.

En este trabajo se tratará de analizar los cambios que ha conllevado la implantación de la nueva Ley de Educación, abordando sus aspectos generales y profundizando en el ámbito de las Matemáticas. Con este fin, se comparará la LOMLOE con las leyes precedentes; se recurrirá a diversas publicaciones, como el Libro Blanco de las Matemáticas, para justificar los cambios propuestos en esta nueva Ley; y se analizará la competencia socioemocional y el dominio afectivo, relacionados con la ansiedad provocada por las matemáticas.

2. Fundamentación teórica.

2.1. Leyes Orgánicas de Educación.

Los sistemas educativos han ido evolucionando y experimentando modificaciones, adaptándose a las necesidades de la sociedad. Las diferentes legislaturas españolas han aprobado varias leyes educativas con el objeto de adecuar la educación a la realidad presente en ese momento. La Ley 14/1970, de 4 agosto, General de Educación y de Financiamiento de la Reforma Educativa (LGE) y la Ley Orgánica 8/ 1985, de 3 de julio, Reguladora del Derecho a la Educación (LODE) generalizaron la educación como un servicio público. Más adelante, la LOGSE en 1990, Ley de Organización General del Sistema Educativo, fijó en diez años el periodo de escolarización obligatoria, desde los seis a los dieciséis años.

A principios del siglo XXI, se aprobó la Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, de Calidad de la Educación (LOCE) con el objetivo principal de lograr una educación de calidad. En esta ley se apostaba por la enseñanza de las matemáticas de forma cíclica, es decir, se debían revisar los contenidos de los cursos anteriores a la vez que se introducían los nuevos. Se pueden clasificar varias posturas, unas a favor de esta forma de enseñanza, que es concebida como una oportunidad de ampliación del campo de aplicación y de las relaciones entre contenidos; y otras que consideran que dicha repetición resulta innecesaria.

Años más tarde, teniendo en cuenta que la calidad y la equidad deben ir siempre de la mano, se elaboró en el año 2006 la LOE, Ley Orgánica de Educación, con el fin de promover una educación basada en los dos principios anteriormente mencionados: educación de calidad y escolarización equitativa del alumnado, ajustándose a los principios fijados por la Unión Europea y la UNESCO. Esta ley abandona la visión cíclica anterior y concibe el aprendizaje como un proceso de adquisición de conocimiento en forma de espiral, proponiendo una evolución hacia el desarrollo competencial de niveles superiores en diferentes contextos. Algunos autores, como el estadounidense J.Confrey, proponen en su lugar una visión hexagonal de la articulación del aprendizaje, abandonando la visión cíclica presente en la LOCE. La LOE incorpora por primera vez el desarrollo de competencias en el currículo de Matemáticas, donde se incluye un bloque

de contenidos comunes que se ajustan a las competencias matemáticas evaluadas en PISA 2003, tales como la resolución de problemas, la verbalización de los procesos de resolución, la interpretación de mensajes y el uso de herramientas tecnológicas.

La implantación de la LOMCE, Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa en el 2013, introdujo una nueva visión de la educación, tanto a nivel académico como a nivel de participación de los diferentes sectores de la comunidad educativa, distanciándose del marco de igualdad y equidad planteado por la nueva ley. Además, incorporó un bloque denominado "*Procesos, métodos y actitudes en matemáticas*" que establece los procesos básicos y comunes establecidos para toda la etapa. Estos son: la resolución de problemas, los proyectos de investigación matemática, la matematización y modelización, las actitudes adecuadas para desarrollar el trabajo científico y la utilización de medios tecnológicos.

La última ley, la Ley Orgánica que modifica la LOE, conocida como LOMLOE, tiene como objetivo invertir algunos de los cambios producidos por la LOMCE y adecuar los principios reflejados en la LOE a los desafíos actuales fijados por la Unión Europea y la UNESCO para la década 2020/2030. Estos tratan de implicar y poner en acción a diferentes agentes y colectivos, entre ellos el educativo, que deben estar presentes en todas las áreas y materias, proporcionándoles una oportunidad de contribuir transformando al alumnado en un agente con un papel activo, mediante un aprendizaje basado en competencias.

2.2. Análisis de los principios básicos de la LOMLOE.

La educación debe tener como objetivo enseñar los deberes y dar a conocer los derechos de una sociedad plural, asentar los valores cívicos y formar ciudadanos más libres, tolerantes y solidarios, con sentido crítico. Se deben valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad entre ellos, poniendo especial énfasis en el rechazo a la violencia de cualquier tipo y al respeto de la diversidad afectivo-sexual.

La educación debe proporcionar una formación integral basada en el desarrollo de las competencias y debe tener una componente orientadora. Se debe perseguir una educación de calidad para todos; para ello, es fundamental la continuidad, coordinación y cohesión entre las dos etapas educativas, que respete el desarrollo psicológico y

cognitivo del alumnado en la educación básica. Entre los principios y los fines de la educación, se incluye el cumplimiento efectivo de los derechos de la infancia, según lo establecido en la Convención sobre los Derechos del Niño de Naciones Unidas; y la inclusión educativa, proporcionando las oportunidades formativas y educativas a toda la población a partir de la aplicación del Diseño universal de aprendizaje, según el cual se deben proporcionar al alumnado múltiples medios de abordaje de los contenidos, con el fin de conseguir las competencias recogidas en el Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica (Comisión Europea 2018). Los métodos de enseñanza deben adaptarse a los diferentes ritmos de aprendizaje de los estudiantes y fomentar la capacidad de aprendizaje por sí mismos y promover el trabajo en equipo. La evaluación de dichos aprendizajes debe ser continua, integradora y formativa, proporcionando medidas de refuerzo educativo cuando se considere necesario, e incluyendo instrumentos de evaluación variados y accesibles que se adapten a las necesidades del alumnado. Las circunstancias personales y sociales no deben frenar el potencial educativo y de aprendizaje del alumnado. La búsqueda de equidad educativa se debe basar en la imparcialidad y en la inclusión, persiguiendo la accesibilidad universal para todo el alumnado.

Las competencias clave y Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica.

El Perfil de salida del alumnado marca el destino final hacia el que deben estar orientados los objetivos de las distintas etapas de las enseñanzas básicas. Es el fundamento donde están recogidas las bases del sistema educativo español y los aprendizajes esenciales de cada materia.

Los objetivos fijados por la LOMLOE están relacionados con la adquisición y desarrollo de las competencias clave reunidas en este Perfil de salida. Estas competencias clave son: competencia en comunicación lingüística, competencia plurilingüe, competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, competencia digital, competencia personal, social y de aprender a aprender, competencia ciudadana, competencia emprendedora y competencia en conciencia y expresión culturales. Todas

ellas deben ser trabajadas de forma transversal en las distintas áreas para lograr la correcta adquisición de cada una.

Las competencias específicas constituyen el referente más importante y habrán de perseguirse mediante unos criterios de evaluación asociados a las mismas. Para ello, se constará de unos saberes básicos para cada una de las materias. Estos no se deberán aprender sueltos y descontextualizados, sino que se deberán enmarcar en situaciones de aprendizaje que sirvan como referente y acerquen el contenido a la realidad circundante. Las metodologías de enseñanza deben tener un carácter competencial, abandonando el aprendizaje memorístico y apostando por el aprendizaje que permita al alumnado aplicar el conocimiento a situaciones diversas y cambiantes con enfoques interdisciplinarios.

2.3. Justificación de cambio en el ámbito de las matemáticas

En este apartado se tratarán de analizar tres de las principales debilidades del currículo precedente que han actuado como motor de cambio en el desarrollo de la nueva ley.

La primera de ellas es la persistencia en el currículo del concepto de numeración como aritmetización. Desde finales del siglo XX se entiende que la alfabetización matemática se encuentra relacionada con los conocimientos y destrezas que permiten desarrollar operaciones aritméticas (UNESCO, 1978). Años más tarde, en 1998, se introduce el concepto de alfabetización cuantitativa (OECD, 2011), ampliando el prototipo aritmético e incluyendo la incertidumbre, el azar, la posibilidad o el riesgo. Esto permite el paso de la conceptualización del número como el elemento de referencia de la cantidad y la incertidumbre, dos fenómenos aparentemente desvinculados. Esta noción de que las situaciones de incertidumbre se definen a partir de números permite relacionar disciplinas como la aritmética con la estadística y la probabilidad.

Otra gran debilidad se encuentra a la hora de abordar temas como la probabilidad y la estadística, aprendidos de forma independiente sin conexión mutua. Para poner fin a esta división se proponen diseños curriculares que traten la dificultad del conocimiento, el razonamiento y el pensamiento estadístico y probabilístico (Batanero y Chernoff, 2018). Los currículos deben tratar la estadística descriptiva no como una mera representación gráfica y cálculo de parámetros, sino como una herramienta para

estudiar muestras de tamaños elevados. Para poder entender correctamente la estadística inferencial, es necesario trabajar con una inferencia informal en los cursos iniciales de la etapa de secundaria. Los datos aleatorios son variables y los estudiantes deben ser capaces de analizar esta variabilidad, sus distribuciones experimentales y su relación con las distribuciones teóricas.

Haciendo referencia a la forma en que se aborda el álgebra, se tiene que habitualmente los números se aprenden de forma descontextualizada y sin ninguna relación con el resto de las matemáticas ni con la vida cotidiana. El alumnado debe comprender la utilidad del cálculo más allá del desarrollo de una ecuación con infinitud de fracciones que carece de sentido para él. La introducción del pensamiento algebraico en etapas escolares es fundamental. Atendiendo a Kaput (1999) se debe realizar una *algebratización del currículo* que amplíe el concepto del álgebra por parte de los estudiantes, permitiéndoles descubrir el potencial del álgebra a la hora de representar relaciones matemáticas, comprender patrones o relacionar las relaciones cuantitativas con el análisis. La resolución de ecuaciones, polinomios o matrices sin ningún tipo de relación carece de sentido. De aquí nace la importancia de incorporar en el nuevo currículo dicho sentido algebraico.

En cuanto al tratamiento de la geometría en etapas de educación básica, resalta su alto contenido memorístico y escasa aplicabilidad. La reducción del aprendizaje a la memorización de fórmulas provoca carencias en el alumnado en el aprendizaje de las magnitudes básicas y su medida. Este problema es debido a la falta de un programa estable para su enseñanza (Díez et al, 2016).

La comprensión de las matemáticas en etapas escolares se ha visto mermada por la visión organizativa, disciplinar y cíclica del currículo. La innovación con nuevas metodologías, como el aprendizaje basado en proyectos, constituye el motor de cambio para conseguir acabar con ese carácter conceptual e ir en su lugar hacia un carácter competencial.

2.4. Análisis LOMLOE: especialidad de Matemáticas

Uno de los objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria es concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en diferentes disciplinas, así como

conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y la experiencia. Es decir, las matemáticas deben ser aprendidas con una visión global, no aislada, ya que juegan un papel fundamental en la gran mayoría de áreas del conocimiento, desde las ciencias naturales o ingeniería hasta disciplinas como la música o las humanidades. Además de estar involucradas en otras áreas, las matemáticas cuentan con un valor individual, un valor propio independiente de las relaciones anteriormente mencionadas. Transmitir la importancia de este saber, sus utilidades y aplicaciones a la vida cotidiana, así como su internacionalidad (puesto que es un lenguaje utilizado de forma universal), es imprescindible para fomentar la motivación, la curiosidad y el interés de los estudiantes. La universalidad de la educación matemática, comprendida como la alfabetización de carácter funcional para la vida, ha conducido al desarrollo de una alfabetización numérica o cuantitativa y al desarrollo de la competencia matemática. La educación matemática debe tener carácter crítico, intercultural y sostenible.

Para lograr una correcta cohesión y conexión entre los diferentes saberes debe existir una transición continua en el desarrollo de la competencia matemática entre las diferentes etapas escolares. Se debe promover un conocimiento de la educación matemática crítico, intercultural y sostenible por parte del profesorado, así como un conocimiento tecnológico, matemático y pedagógico. Para ello, se debe promover también la formación continua, no únicamente del alumnado, sino también del profesorado.

3. Competencias relacionadas con el ámbito de las matemáticas

Tras la incorporación de la última ley de educación, la *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*, pasa a llamarse *Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería*, sin olvidar la *Competencia digital*. Según el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria, la materia de *Tecnología y Digitalización* asienta los conocimientos, destrezas y actitudes en competencia digital. Por su parte, la materia

Digitalización trata temas necesarios para poder ejercer una ciudadanía digital activa y comprometida, completando así el proceso formativo.

Analizando las competencias clave incluidas en el Perfil de salida del alumnado que cuentan con una mayor vinculación al ámbito de las matemáticas, se puede distinguir entre:

3.1. Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)

Los documentos PISA y las pruebas diagnóstico han proporcionado la oportunidad de análisis de las metodologías empleadas y han permitido apostar por algunos cambios, entre ellos, la incorporación curricular de las disciplinas académicas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, comprendiendo así la incidencia de diferentes disciplinas en el ámbito de las matemáticas y dotando al currículo de un carácter multidisciplinar.

La LOMLOE indica que “la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (competencia STEM por sus siglas en inglés) entraña la comprensión del mundo utilizando los métodos científicos, el pensamiento y representación matemáticos, la tecnología y los métodos de la ingeniería para transformar el entorno de forma comprometida, responsable y sostenible”. El alumnado debe realizar proyectos en los que diseñe, analice y evalúe diferentes modelos, obteniendo así un producto creativo con un objetivo concreto. Durante la elaboración de dicho proyecto se debe trabajar de forma cooperativa, adaptándose a la incertidumbre y resolviendo los conflictos que puedan surgir en el grupo de trabajo.

En ocasiones se habla también del STEAM. Este enfoque plantea añadir el arte a la competencia anterior. STEAM refuerza el planteamiento multidisciplinar que se trata de alcanzar con el nuevo enfoque en la Educación, destacando la importancia de la creatividad y del pensamiento divergente. La LOMLOE pretende huir de los estereotipos de género y promover la presencia de las mujeres en los estudios y las profesiones relacionadas con las competencias STEM. De esta manera, se busca romper con la brecha de género en la tecnología y busca alcanzar la igualdad efectiva.

La competencia matemática permite resolver problemas a partir del razonamiento matemático. Además, la competencia en ciencia es la que permite comprender la relación entre la ciencia con el mundo actual y con la sociedad. Una vez comprendida esta relación, es la competencia en tecnología e ingeniería la que, aplicando los conocimientos y diversas técnicas, permite resolver las necesidades de las personas y transformar la sociedad. Todas ellas persiguen comprender, cambiar y mejorar el entorno a partir de métodos, pensamientos y representaciones matemáticas. Esta nueva competencia introduce una nueva visión y comprensión del mundo a partir del método científico, pensamiento y representaciones matemáticas junto con la tecnología y métodos de ingeniería.

Las matemáticas pueden ser utilizadas en infinidad de ocasiones y son el motor de comprensión de una gran variedad de contextos científicos, no necesariamente relacionados con la ciencia. Adoptando la definición de *ser competente en algún dominio* de M. Niss, esto consiste en conocer, con un buen y razonable grado, los aspectos de la vida relacionados con ese dominio. Una persona competente en matemáticas debe poseer la habilidad de entender, juzgar, hacer y utilizar las matemáticas en cualquier tipo de contexto en el cual las matemáticas puedan adquirir algún papel en su desarrollo (Niss, M. (2003a)). Para poder alcanzar esta competencia matemática se debe:

- Aplicar el pensamiento matemático a la vida diaria.
- Identificar, plantear y resolver problemas matemáticos. Este objetivo pone de manifiesto la importancia del razonamiento matemático, entendido como la capacidad de considerar situaciones, valorar las diferentes estrategias para su resolución y validar las soluciones obtenidas (PISA, 2021). La resolución de problemas como base metodológica es fundamental para la enseñanza de esta materia, ya que no solo permite razonar utilizando los conocimientos ya adquiridos, sino también desarrollar otros nuevos, e ir avanzando en el propio aprendizaje (NCTM, 2000).
- Saber analizar y construir modelos matemáticos para su posterior interpretación.
- Razonar matemáticamente y valorar con rigor las correspondientes demostraciones.

- Conocer y comprender la diversidad de representaciones de entidades matemáticas.
- Manejar los diferentes símbolos matemáticos y formalismos y utilizarlos para traducir y conocer las relaciones entre el lenguaje natural y el lenguaje formal y simbólico.
- Comprender la comunicación en cualquier tipo de medio acerca de las matemáticas.
- Utilizar correctamente los recursos y herramientas disponibles para las actividades matemáticas.

Esta competencia no debe ser entendida como una competencia aislada de todas las demás, sino que debe relacionarse con el resto de competencias e incluso suponer la base para el desarrollo de otras competencias como la digital.

3.2. Competencia digital (CD)

De una manera más o menos consciente, la importancia que adquiere el uso de las tecnologías digitales en la sociedad toma pasos agigantados; es por ello que la competencia digital adopta un papel fundamental en la sociedad moderna. Es imprescindible conocer todo lo que estas herramientas pueden aportar, incluyendo tanto sus utilidades como sus riesgos potenciales.

Relacionando las nuevas tecnologías con el ámbito de las matemáticas, los recursos tecnológicos pueden ayudar al alumnado a aprender y profundizar en el conocimiento matemático y desarrollar un pensamiento computacional. Este último se define como un proceso de pensamiento que supone formular problemas y diseñar sus soluciones de forma que puedan ser ejecutadas por un ordenador, un humano o una combinación de ambos (PISA, 2021).

En las leyes anteriores, LOE y LOMCE, se incluía la asignatura de *Tecnología* como asignatura específica de los cursos *de 1º a 3º de la ESO, y al llegar al último curso de esta etapa la asignatura de Tecnología se presentaba dentro del bloque de asignaturas troncales y la llamada Tecnologías de la Información y la Comunicación como asignatura específica*. Actualmente con el desarrollo de la nueva ley, la LOMLOE, se incluye en al

menos uno de los tres primeros cursos la materia *Tecnología y Digitalización* y se deja como asignatura optativa para el último curso. La materia se divide en dos individuales: por un lado, *Tecnología*, y por otro *Digitalización*, incluidas en el ámbito científico-tecnológico característico de las enseñanzas de la etapa.

4. Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

Para poder llevar a cabo un aprendizaje efectivo de las matemáticas se debe hacer saber al alumnado qué es lo que necesita aprender y cómo lo puede llegar a aprender basándose en sus experiencias y conocimientos previos (Libro Blanco de las Matemáticas, CEMat, 2021).

Siguiendo la propuesta de Van der Heuvel y Drijvers (2020), se considera que la enseñanza de las matemáticas en etapas no universitarias debe guiarse por los siguientes principios:

- El principio de actividad: El alumnado debe sentirse como un elemento activo del aprendizaje; debe ser él mismo quien haga matemáticas.
- El principio de la realidad: Las matemáticas deben estar contextualizadas en situaciones problemáticas que sean de interés para el estudiante, “problemas de la vida real”. Situar los problemas en un contexto atractivo debe ser el primer paso del aprendizaje de las matemáticas.
- El principio de nivel: El aprendizaje de las matemáticas tiene lugar siguiendo una serie de niveles. Se debe partir de buscar soluciones dentro del contexto anteriormente mencionado, hasta adquirir las estrategias y conocimientos que permiten relacionar varios conceptos entre sí.
- El principio de entrelazamiento: Los diferentes contenidos matemáticos se encuentran relacionados entre sí y el alumno debe ser consciente de esta relación a la hora de enfrentarse a la resolución de problemas.
- El principio de la interactividad: A partir de la interacción entre individuos, la comprensión de las matemáticas es mayor. No se debe tratar como un aprendizaje

individual, sino que se debe potenciar el trabajo en grupo, que permita compartir ideas y mejorar las estrategias de abordaje de problemas.

- El principio de orientación: Este principio debe basarse en trayectorias coherentes de enseñanza- aprendizaje a largo plazo. El profesorado debe tomar un papel proactivo en el aprendizaje del estudiante, generando a través del diseño de diversos programas educativos la oportunidad de cambiar la comprensión de las matemáticas.

La aplicación de estos principios a lo largo de los procesos de enseñanza-aprendizaje son esenciales para conseguir un alumnado competente matemáticamente. Combinando este enfoque con otras metodologías transformadoras se puede llegar a construir situaciones de aprendizaje innovadoras dotadas de material tecnológico, incorporando así la innovación educativa. Este paso requiere un cambio en el papel activo del docente, ya que este pasaría a ser un agente orientador en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

4.1. El papel de la resolución de problemas

Cansados de memorizar unas cantidades inmensas de contenidos y desarrollo de procedimientos, la ciudadanía demanda el aprendizaje de estrategias que la permitan resolver problemas, promoviendo su capacidad de análisis, reflexión y pensamiento crítico. La enseñanza de las matemáticas debe estructurarse a partir del uso de la resolución de problemas (Schoenfeld, 1985). Esta percepción de las matemáticas ha sido el foco de interés, desde hace tiempo, de autores como George Pólya (1945). Pólya defiende la importancia de generar curiosidad y gusto por el pensamiento independiente en los estudiantes a partir de propuestas basadas en la resolución de problemas, proceso comprendido en cuatro etapas: comprensión, planificación, puesta en marcha del plan y validación, consiguiendo así el desarrollo de lo que se denomina el pensamiento matemático (Schoenfeld, 1992). La actividad de matematización debe integrar dos procesos (Treffers, 1987):

- Matematización vertical: proceso en el cual se establecen las relaciones entre los diferentes contenidos aprendidos para generar un conocimiento integrado.

- Matemización horizontal: proceso donde el alumnado aplica las matemáticas para organizar situaciones y aplicarlas a problemas no estrictamente matemáticos.

No debe olvidarse la importancia de la modelación y sus aplicaciones en la enseñanza (Blum y Niss, 1991). Ante cualquier trabajo basado en la modelización, el diseño de las tareas que inician el proceso de análisis y la discusión de estrategias de resolución de problemas es fundamental.

Atendiendo a las exigencias del mundo actual, los modelos de aprendizaje deben responder al uso de las matemáticas como método de resolución de problemas de áreas asociadas a las ciencias, tecnología e ingeniería, donde la modelización sea considerada una destreza inherente a este tipo de modelo educativo. De este modo se debe potenciar el desarrollo de la competencia matemática a partir de metodologías que impulsen la resolución de problemas mediante la aplicación de contenidos matemáticos en el ámbito STEAM así como procesos propios de las matemáticas.

La ley anterior, la LOMCE, RD1105/2014 incide en la importancia de la resolución de problemas con el objetivo de potenciar el razonamiento de los estudiantes y convertirlos en miembros de una ciudadanía libre, crítica y competente. En la redacción de la nueva ley también se hace hincapié en la necesidad de prestar atención a la resolución de problemas en las diferentes materias cuyo objetivo, entre otros, sería perseguir esa visión competencial y acercar los contenidos a una realidad más cercana. Las competencias específicas de las Matemáticas recogen la resolución de problemas y las destrezas socioafectivas. Estas competencias se estructuran en torno a cinco bloques competenciales: resolución de problemas, razonamiento y prueba, conexiones, comunicación y representación y destrezas socioafectivas. A partir de la resolución de problemas, el alumnado sigue procesos de interpretación; traducción al lenguaje matemático, estableciendo conexiones entre los distintos elementos matemáticos; aplicación de estrategias matemáticas, como la formulación de conjeturas; y evaluación del proceso y comprobación de la validez de las soluciones obtenidas, pudiendo relacionarlas con otras materias como la computación, y con la realidad, a partir incluso de materiales manipulativos.

5. Principios metodológicos

El grupo de trabajo del Comité Español de Matemáticas (CEMat) ha elaborado unos principios fundamentales para el diseño y desarrollo del currículo de matemáticas con el propósito de colaborar con el Ministerio de Educación y Formación Profesional en el proceso de reflexión sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y en la redacción de la nueva ley. Entre estos tres principios se encuentran:

- **Desarrollo del razonamiento matemático.**

Conocer y seleccionar de forma crítica las herramientas necesarias para el proceso de matematización de un problema de la vida real a uno definido en el ámbito de las matemáticas. Para ello es necesario el desarrollo y la implantación en el aula de la alfabetización matemática. Atendiendo al marco teórico de PISA 2021, la alfabetización matemática se define como: *capacidad de un individuo de razonar matemáticamente y de formular, emplear e interpretar las matemáticas para resolver problemas en una amplia variedad de contextos de la vida real. Esto incluye conceptos, procedimientos, datos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos. Ayuda a los individuos a conocer el papel que cumplen las matemáticas en el mundo y hacer los juicios y tomar las decisiones bien fundamentadas que necesitan los ciudadanos reflexivos, constructivos y comprometidos del siglo XXI.*

- **La resolución de problemas como eje metodológico.**

Este principio consiste en focalizar el aprendizaje en la resolución de problemas a partir de un razonamiento matemático, es decir, buscar la solución a un problema del que a priori no se conoce la solución utilizando técnicas y herramientas matemáticas, y evaluando las respuestas obtenidas.

- **El pensamiento computacional.**

Este pensamiento se encuentra íntimamente ligado a la resolución de problemas, aunque no consiste únicamente en el desarrollo de tareas haciendo uso de la tecnología. Esta habilidad consiste en conocer los diferentes patrones, su diseño, su descomposición y su utilidad para poder determinar qué

herramienta será la más adecuada para resolver el problema propuesto. El pensamiento computacional, según la LOMLOE, incluye el análisis de datos, su organización lógica y la obtención de una secuencia de pasos que puedan ser seguidos por un dispositivo tecnológico para obtener una solución.

Estas tres orientaciones metodológicas ya garantizarían por sí mismas la adquisición de una buena base en la educación matemática, logrando una comprensión profunda de las matemáticas, haciendo uso de una diversidad de materiales, incluido el poder digital, así como permitiendo conectar los contenidos de los diferentes niveles educativos, hacer partícipe al alumnado de su propio aprendizaje, fomentando la interacción entre el alumnado y el profesorado, y consiguiendo potenciar sus habilidades de pensamiento a nivel superior y desarrollar múltiples enfoques de las matemáticas estableciendo conexiones interdisciplinares (Ontario (2005b)). Estas metodologías tienen un objetivo común, la alfabetización matemática del alumnado al terminar la etapa de educación obligatoria, y poder desarrollar lo que se tratará como sentido matemático. Siguiendo el ejemplo de países europeos, España se lanza a dar un mayor protagonismo al pensamiento computacional desde la Educación Infantil hasta Bachillerato. Analizando el último Decreto presentado, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, se contempla que al completar la etapa de la Educación Secundaria se incluya como descriptor operativo de la competencia digital (CD) que al terminar la etapa educativa de la ESO el alumno sepa “desarrollar aplicaciones informáticas sencillas y soluciones tecnológicas creativas y sostenibles para resolver problemas concretos o responder a retos propuestos, mostrando interés y curiosidad por la evolución de las tecnologías digitales y por su desarrollo sostenible y uso ético”. Para poder alcanzarlo, se incluye la asignatura llamada *Tecnología, Programación y Robótica* durante los dos primeros años de la Educación Secundaria. En las leyes anteriores, LOE y LOMCE, se incluía la asignatura de *Tecnología* como asignatura específica de los cursos *de 1º a 3º de la ESO, y al llegar al último curso de esta etapa la asignatura de Tecnología se presentaba dentro del bloque de asignaturas troncales y la llamada Tecnologías de la Información y la Comunicación como asignatura específica*. Actualmente con el desarrollo de la nueva ley, la LOMLOE, se incluye en al menos uno de los tres primeros cursos la materia *Tecnología y Digitalización* y se deja

como asignatura optativa para el último curso. La materia se divide en dos individuales, por un lado, *Tecnología* y por otro *Digitalización*, incluidas en el ámbito científico-tecnológico característico de las enseñanzas de la etapa. Tras la incorporación de la última ley de educación, la *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*, pasa a llamarse *Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería*, sin olvidarse de la *Competencia digital*. Según el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria la materia de *Tecnología y Digitalización* asienta los conocimientos, destrezas y actitudes en competencia digital. Por su parte, la materia *Digitalización* trata temas necesarios para poder ejercer una ciudadanía digital activa y comprometida, completando así el proceso formativo.

El pensamiento computacional no debe limitarse a su implementación en una única asignatura. Debe ser tratado de forma transversal en todas las materias, ya que todas generan conocimiento y permiten el desarrollo de una ciudadanía que forma parte de una sociedad compleja e hiperconectada (Valverde, Fernández & Garrido, 2015). Incluir el pensamiento computacional en el aula conlleva múltiples beneficios como son la mejoría de resultados en otras áreas (PISA, 2015). Es por ello que se han incluido competencias específicas y criterios de evaluación en materias como Biología y Geología o Matemáticas.

El pensamiento computacional debe contar con el protagonismo que merece, ya que permite formar a las nuevas generaciones, que viven rodeadas de tecnología, y acerca a España a los modelos educativos europeos, beneficiando en primer lugar al alumnado y a largo plazo a toda la ciudadanía.

6. Sentidos matemáticos

Los conocimientos, destrezas y actitudes constituyen un conjunto de saberes básicos que se evaluarán a través de criterios de evaluación que establecen el grado de adquisición de las competencias específicas. Siguiendo las definiciones establecidas por el Comité Español de Matemáticas (CeMat), los sentidos matemáticos se pueden disgregar en cinco: sentido algebraico, sentido espacial, sentido estocástico, sentido de

la medida y sentido numérico. Atendiendo a esta división, el decreto por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria entiende estos sentidos como “conjunto de destrezas relacionadas con el contexto de contenidos numéricos, métricos, geométricos, algebraicos, estocásticos y socioafectivos”.

6.1. Sentido algebraico

Las matemáticas, entendidas como medio de comunicación, requieren el aprendizaje de su lenguaje. Aprender dicho lenguaje abre las puertas a las matemáticas avanzadas, permite utilizar diferentes representaciones para expresar las relaciones entre patrones y modelizar la vida real a partir del lenguaje simbólico. Atendiendo a los estudios del ICMI (Stacey (2006)) sobre la enseñanza del álgebra en el entorno escolar, se basa en cuatro principios básicos:

- Generalización de patrones numéricos, geométricos y de las leyes que gobiernan las relaciones numéricas.
- Resolución de problemas.
- Situaciones funcionales.
- Modelización de fenómenos físicos y matemáticos.

Este sentido debe estar adaptado a la realidad actual. Se debe aprender a resolver problemas utilizando las herramientas disponibles, como las calculadoras gráficas que facilitan la manipulación de datos. Es por ello que dentro del currículo se han incluido dos apartados denominados Pensamiento computacional y Modelo matemático.

En el nuevo currículo de la ESO se fijan dentro del sentido numérico los saberes básicos que deben adquirirse a lo largo de la etapa, atendiendo a diferentes ideas: variable, igualdad y desigualdad, relaciones y funciones, junto con la incorporación del pensamiento computacional anteriormente mencionado.

6.2. Sentido espacial

Vivimos rodeados de figuras; conocer las propiedades de estas formas es fundamental para llevar a cabo acciones como comprar una casa, elegir la cantidad de material necesario para realizar una determinada actividad... El sentido espacial es fundamental

para la comprensión del mundo físico en el que vivimos. Según los Principios y Estándares para la Educación Matemática del NCTM y el Marco teórico de PISA, el sentido espacial es esencial para conocer las diferentes formas geométricas, sus propiedades y sus relaciones. La prioridad no debe ser la memorización de una infinidad de fórmulas. El sentido espacial debe estar acompañado de la identificación y aplicación de transformaciones, composiciones y descomposiciones geométricas y ser desarrollado a partir del aprendizaje manipulativo de materiales tanto físicos como virtuales, la observación y el razonamiento.

En el nuevo currículo de la ESO se fijan dentro del sentido espacial los saberes básicos que deben adquirirse a lo largo de la etapa atendiendo a diferentes ideas: figuras geométricas de dos y tres dimensiones, localización y sistemas de representación, movimientos y transformaciones, visualización, razonamiento y modelización geométrica.

6.3. Sentido estocástico

En los medios de comunicación, deportes o tecnología aparecen referencias estadísticas que el alumnado debe comprender e interpretar, evitando así falsos juicios y análisis manipulados. La capacidad de interpretar datos, elaborar suposiciones y tomar decisiones a partir del estudio crítico de la información estadística constituye la base del sentido estocástico. El objetivo final es el desarrollo de juicios de forma independiente, consciente y crítica. Estas habilidades deben desarrollarse en múltiples áreas, tanto a nivel estadístico como probabilístico y computacional.

En el nuevo currículo de la ESO se fijan dentro del sentido estocástico los saberes básicos que deben adquirirse a lo largo de la etapa atendiendo a diferentes ideas: organización y análisis de datos (distribución), incertidumbre e inferencia.

6.4. Sentido de la medida

El resto de sentidos no podrían entenderse sin el sentido de la medida. Este último se define como la capacidad de estimar y contabilizar magnitudes. Se deben conocer las diferentes unidades, comparar atributos y elegir las herramientas e instrumentos que se tienen a disposición para la toma de dichas medidas. Para realizar comparaciones,

análisis y estudios es necesario medir los atributos de los objetos y seres que forman parte del mundo real.

En el nuevo currículo de la ESO se fijan dentro del sentido de la medida los saberes básicos que deben adquirirse a lo largo de la etapa atendiendo a diferentes ideas: magnitud, medición, estimación y relaciones y cambio.

6.5. Sentido numérico

El sentido numérico se caracteriza por el uso flexible de números y operaciones, su comprensión y su representación en diferentes contextos. La elección de la representación numérica y la estrategia de cálculo a seguir debe ser tomada atendiendo a la situación estudiada. Finalmente, tras el estudio, el alumno debe conocer la fiabilidad del resultado numérico obtenido y evaluar si es razonable o no. Un ejemplo en relación con este sentido numérico sería el uso correcto de un alumno del formato de las series numéricas. Por ejemplo, no es correcto decir: “tengo 1,5 años”; la forma correcta de expresarlo sería: “tengo un año y medio”. Por eso es importante relacionar los temas entre sí, como las fracciones, los porcentajes, la proporcionalidad... Entender que lo anterior forma parte de un todo y que no consiste en conceptos aislados es fundamental para poder desarrollar el sentido numérico de forma completa.

En el nuevo currículo de la ESO se fijan dentro del sentido numérico los saberes básicos que deben adquirirse a lo largo de la etapa atendiendo a diferentes ideas: conteo, cantidad, sentido de las operaciones, relaciones y razonamiento proporcional y educación financiera.

6.6. Sentido socioafectivo

En el nuevo currículo de la ESO se fijan dentro del sentido socio-afectivo los saberes básicos que deben adquirirse a lo largo de la etapa, atendiendo a diferentes ideas: creencias, actitudes y emociones; trabajo en equipo y toma de decisiones; inclusión, respeto y diversidad.

Atendiendo al sentido emocional o afectivo en el ámbito de las Matemáticas, el objetivo es romper con el mito de que “una persona nace buena para las matemáticas”, “soy malo en matemáticas y esto no va a cambiar”, etc. Se debe huir de creencias del tipo:

“no te preocupes, no lo hagas si no sabes”. Transmitir que el error forma parte del aprendizaje es fundamental. Los obstáculos existen y aprender a superarlos es un aprendizaje esencial. Enfrentarse al bloqueo y tratar de subsanarlo es necesario para alcanzar los objetivos establecidos.

No se debe olvidar la parte social. Los seres humanos somos sociales por naturaleza. El alumno debe ser capaz de trabajar con empatía y en equipo, solucionando conflictos y aceptando el rol adjudicado. Para poder trabajar en equipo de forma correcta se deben haber trabajado con anterioridad las emociones, creencias y actitudes. Es por ello por lo que estas dos visiones se incluyen dentro de un único sentido, el sentido socioafectivo o socioemocional. Según el Real Decreto: “La investigación en didáctica ha demostrado que el rendimiento en matemáticas puede mejorar si se cuestionan los prejuicios y se desarrollan emociones positivas hacia las matemáticas. Por ello, el dominio de destrezas socio-afectivas, como identificar y manejar emociones, afrontar los desafíos, mantener la motivación y la perseverancia y desarrollar el autoconcepto, entre otras, permitirá al alumnado aumentar su bienestar general, construir resiliencia y prosperar como estudiante de matemáticas”.

Así, la LOMLOE responde claramente a una tendencia que lleva ya bastante tiempo extendiéndose dentro de la comunidad educativa y del estudio de los mejores métodos para la educación y el aprendizaje. Dicha tendencia se contrapone a otras visiones tradicionales antiguas que ignoraban aspectos esenciales de la enseñanza más allá de los puramente cognitivos, estando estos últimos centrados exclusivamente en los contenidos más puramente académicos. Dentro de esta nueva tendencia, se considera toda una mezcla de elementos claramente diferenciados de los considerados tradicionalmente en la investigación de la enseñanza, y en concreto de la enseñanza matemática: las actitudes hacia las matemáticas, las actitudes hacia la docencia de las matemáticas, las creencias sobre la naturaleza de las matemáticas, sobre su enseñanza, y su aprendizaje, la ansiedad hacia las matemáticas, la percepción de complejidad, dificultad y utilidad de las matemáticas, el autoconcepto matemático... Todos estos elementos pueden considerarse parte de una dimensión mayor que los engloba, la del dominio afectivo.

En el nuevo currículo de la ESO se fijan dentro del sentido socio-afectivo los saberes básicos que deben adquirirse a lo largo de la etapa atendiendo a diferentes ideas: creencias, actitudes y emociones, trabajo en equipo y toma de decisiones, inclusión, respeto y diversidad.

7. Pensamiento computacional.

La incorporación de las herramientas de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) al entorno educativo es una realidad que está transformando la educación, redefiniendo nuevas metodologías de enseñanza e influyendo en el crecimiento personal de los estudiantes. Estos pasan de adoptar un papel pasivo en el aula a adquirir un papel activo, potenciando la confianza en ellos mismos y su autonomía (Hernández, 2008).

Como todo cambio, este requiere una reflexión acerca de su utilidad. Para Cabrero (2007), la tecnología es un medio de mejora de la educación, donde los procesos de enseñanza a partir del uso de las TIC tienen carácter pedagógico. Estos procesos de enseñanza se ven mejorados al complementar las actividades presenciales con otras a distancia, haciendo uso de la tecnología (García, 2004).

7.1. Definiciones del pensamiento computacional.

Atendiendo a las definiciones que proponen diferentes autores:

- Wing (2006): Habilidad de resolución de problemas al diseñar sistemas y comprensión del comportamiento del humano, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática. Estas habilidades no son exclusivas de personas especialistas, ya que solo se necesitan conceptos fundamentales de la informática. En su artículo *Computational Thinking*, Wing propone que las habilidades tienen carácter universal y que deben ser aprendidas desde edades tempranas. Es una competencia básica que permite a todo ciudadano poder desenvolverse en una sociedad digital. No consiste únicamente en saber programar en un ordenador; el pensamiento computacional va más allá, es una forma de resolver los problemas de forma inteligente e imaginativa sin necesidad de ningún dispositivo, englobando diferentes niveles de abstracción y

ayudándose de los dispositivos digitales para resolver un problema que sin su ayuda resultaría imposible abordar (Wing, 2006). Wing fue la primera en plantear el concepto de pensamiento computacional y plantea que debe ser adquirido de forma gradual (Wing, 2009). Más adelante, autores como Seymour Papert u Obaya realizaron estudios acerca del vínculo del aprendizaje con la computación.

- Wolfram (2006): capacidad de expresar una idea mediante la interacción con el ordenador, proporcionando unas indicaciones en lenguaje de programación que sean entendidas por la máquina.
- La Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (ISTE) y la Asociación de Maestros de Ciencias de la Computación (CSTA): proceso de solución de problemas, que deben incluir las siguientes características básicas: *formular problemas de manera que permita a los ordenadores resolverlos, organizar y analizar los datos de manera lógica, representar datos mediante abstracciones, desarrollar un pensamiento algorítmico para automatizar las soluciones, analizar estas últimas para tratar de encontrar relaciones y poder generalizar el problema para resolver una gran diversidad de ellos.* (Csta.Iste, 2001).

Todas las definiciones tienen una característica común, la necesidad de solucionar problemas de forma ordenada y eficiente.

Los estudiantes del futuro, según Cabrero, deben desarrollar nuevas competencias a raíz de la incorporación de las herramientas TIC y relacionadas con el pensamiento computacional: adaptabilidad al ambiente, que se modifica constantemente; trabajo en equipo de forma colaborativa; iniciativa e independencia; identificación de problemas y desarrollo de soluciones; identificación y desarrollo de soluciones alternativas; y creatividad para la resolución de problemas (Cabrero, 2000).

También se puede definir la alfabetización digital como la adquisición de competencias que permiten entender los procesos de comunicación mediante las tecnologías, valorar críticamente los recursos y contenidos ofrecidos atendiendo a sus bases ideológicas e intereses económicos, analizar aquellos que ofrezcan un servicio acorde con las

necesidades individuales y sociales y, por último, elaborar mensajes en diferentes formas de lenguaje de carácter propio, libre y crítico.

7.2. Brecha digital

La incorporación de la tecnología en la enseñanza puede parecer que facilita el aprendizaje de los estudiantes en todos los casos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la accesibilidad de estos nuevos recursos no es equitativa, creando una brecha tecnológica (Papert, 1984).

La brecha digital está relacionada con el acceso a internet y a todas las herramientas que la red facilita, tanto a nivel tecnológico como a nivel educativo, distanciando aún más a los países con mayores recursos de aquellos que no cuentan con un gran desarrollo. La brecha, más allá de ser puramente digital, se puede considerar una brecha de conocimiento (OECD, 2011). Actualmente existen numerosos lugares donde internet es inaccesible, frente al favorecimiento de la educación y el conocimiento entre aquellos que cuentan con recursos tecnológicos (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2002). La tecnología no se detiene, por lo que la concepción del mundo debe adaptarse a estos cambios continuos, tratando de paliar esta brecha digital y educativa entre países (Cabrero, 2004).

7.3. Reforma en los sistemas educativos y la incorporación de las TIC

Existe una profunda necesidad de cambio en los sistemas educativos, que permita responder a las demandas actuales sociales, laborales y económicas. El impacto de las tecnologías encamina a la antigua sociedad industrial a una sociedad más tecnificada y digitalizada (Libro Blanco de las Matemáticas). La incorporación de nuevos contenidos propicia una mayor saturación de los planes de estudios, actualmente ya sobrecargados, o la infravaloración de asignaturas consideradas menos relevantes para la educación básica de los ciudadanos, como puede ser el ámbito de las áreas artísticas o humanísticas. Se considera que las asignaturas con mayor interés para el alumnado son aquellas que desempeñan un papel activo en su actividad laboral y empresarial como futuros profesionales. Es por ello por lo que las administraciones proponen invertir parte del presupuesto en la compra de material que permita incluir estos recursos tecnológicos en los centros escolares y en formación docente. La inclusión del

pensamiento computacional, la programación informática y la robótica en los centros escolares es una realidad actual a nivel internacional. Al incluir estas nuevas metodologías en el proceso de enseñanza se generan ambientes flexibles, donde el alumno deja de actuar únicamente como aprendiz, pudiendo desarrollar capacidades de autoaprendizaje, creatividad, autonomía, iniciativa y expresión multilingüe.

La programación permite la autoconstrucción del propio conocimiento considerando los resultados de las acciones cognitivas como propios y personales (“lo he construido yo”). Además, permite materializar el conocimiento y convertir el pensamiento en objetos mediante procedimientos, algoritmos y estructura de datos. De esta forma el conocimiento se enriquece y puede ser compartido con otros, fomentando la autonomía, imaginación, motivación y participación entre todos los estudiantes. El lenguaje de la programación permite entender cómo funciona la tecnología y tratar de encontrar soluciones a los problemas de la vida cotidiana, incorporando una nueva visión y nuevas herramientas.

La inclusión de las nuevas tecnologías en los modelos de enseñanza permite la ruptura de la percepción de las matemáticas como una disciplina abstracta y desconectada de la realidad, tratando de distinguir la propia naturaleza de la disciplina de la forma en la que es enseñada. El alumnado no percibe la necesidad de profundizar en su razonamiento matemático, ya sea por su incomprensión o dificultad (Dreyfus, 1999). Actualmente la enseñanza haciendo uso de las TIC se limita a una mera utilización de esta tecnología. Los estudiantes actúan como simples consumidores, sin tener el propósito de crear nueva tecnología, provocando así que estos recursos se estancuen y sean limitados (Feierherd, G. E.; Depetris, O.; Jerez, M. (2001)). Uno de los principales retos de la educación matemática es dotar al estudiante de un conocimiento matemático que le permita un desarrollo completo de las competencias digitales a través de la interacción con las tecnologías. Piaget (1952) considera que la comprensión de los conceptos matemáticos en edades tempranas no debe realizarse a través de palabras o fórmulas, sino que debe ir acompañado del uso de materiales manipulativos que potencien las capacidades perceptivas de los niños. Numerosos autores como Sowell o Carbonneau han realizado estudios donde se evidencia una mejoría en la enseñanza de las matemáticas a través de los materiales manipulativos. Los recursos proporcionados por

el uso de las TIC se asemejan a esos recursos manipulativos tan importantes en el aprendizaje de los estudiantes (Yerushalmy, 2005). Como se ha comentado anteriormente, es imprescindible que las herramientas tecnológicas no sean consideradas como un sustituto del razonamiento matemático, sino como una herramienta que facilita la resolución de problemas. La inteligencia no deja de ser humana, sino que se enriquece con el uso de la informática. Moya plantea pasar del concepto TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) a las TAC (Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento) (Moya, 2013). La computación presenta aspectos comunes con el aprendizaje de las matemáticas en cuanto a requerimientos de razonamiento y competencias a la hora de resolver un problema. El dominio de los fundamentos computacionales conlleva el refuerzo de aprendizajes matemáticos, e incluso conocimientos matemáticos que actualmente no se encuentran dentro de la etapa educativa escolar, como puede ser la obtención de soluciones de problemas que carecen de solución analítica haciendo uso de las nuevas tecnologías en todo el camino de aprendizaje-enseñanza ya que permiten abordar los contenidos de forma alternativa. En el caso de las matemáticas, estas tecnologías facilitan el desarrollo de procesos matemáticos y ayudan a alejarse de los procedimientos repetitivos aportando una dosis de innovación a la enseñanza de esta materia.

El pensamiento computacional no debe limitarse a su implementación en una única asignatura. Debe ser tratado de forma transversal en todas las materias, ya que todas generan conocimiento y permiten el desarrollo de una ciudadanía que forma parte de una sociedad compleja e hiperconectada (Valverde, Fernández & Garrido, 2015). Incluir el pensamiento computacional en el aula conlleva múltiples beneficios como la mejora de resultados en otras áreas (PISA, 2015).

7.4. Scratch.

Scratch es un entorno de programación desarrollado por un grupo de investigadores del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), que constituye una herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional, creativo y reflexivo, sin necesidad de un dominio excesivo de la programación, de modo online, simple y eficiente. Su objetivo es posibilitar desde edades tempranas la creación de contenido computacional, historias

interactivas, juegos y animaciones, permitiendo la manipulación de objetos como si estuvieran en la vida real, así como adentrarse en el mundo de la robótica. Este software libre supone una herramienta atractiva e innovadora que propicia un ambiente colaborativo, ya que los usuarios dentro de la comunidad comparten sus proyectos, y valoran y participan en otros proyectos del resto de usuarios.

Debido a los numerosos beneficios que ofrece este programa, es uno de los lenguajes más conocidos y aplicados a nivel educativo y mundial, ya que promueve la creatividad en los estudiantes, que ven potenciada su imaginación y pensamiento computacional (Pérez & Roig-Vila, 2015).

8. Competencia socio-emocional o dominio afectivo en el aprendizaje matemático.

8.1. Definición de dominio afectivo.

Encontrar una definición de dominio afectivo no resulta sencillo. Desde principios de la década de los setenta, un número considerable de investigaciones sobre la enseñanza de las matemáticas comenzaron a considerar estos aspectos. Así, entre las primeras definiciones de dominio afectivo, y siendo también una de las más utilizadas, se encuentra la propuesta por el equipo de educadores de *Taxonomía de los objetivos de la educación: ámbito de la afectividad* (Krathwohl, Bloom y Masia, 1973), que incluye dentro del dominio afectivo las actitudes, creencias, apreciaciones, gustos y preferencias, emociones, sentimientos y valores. McLeod, cuyos trabajos contribuyen a asentar esta línea de investigación (McLeod 1988, 1992, 1994), también ofrece una definición, refiriéndose al dominio afectivo como *un extenso rango de sentimientos y humores (estado de ánimo), que son generalmente considerados como algo diferente de la pura cognición, e incluye como componentes específicos de este dominio las actitudes, creencias y emociones*. Lafortune y Saint-Pierre (1994,45) ofrecen todavía otra definición, hablando del dominio afectivo como *una categoría general donde sus componentes sirven para comprender y definir el dominio. Los componentes son: las actitudes y los valores, el comportamiento moral y ético, el desarrollo personal, las*

emociones (entre ellas, la ansiedad) y los sentimientos, el desarrollo social, la motivación y, finalmente, la atribución.

Así pues, todas las definiciones coinciden en definir el dominio afectivo a partir de sus componentes, en los cuales nos centraremos a continuación en el contexto del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. También coinciden todos los estudios en resaltar la importancia de las cuestiones afectivas en este ámbito. La matemática, en particular, es una disciplina que se enfrenta con frecuencia a unas condiciones de especial impopularidad entre el alumnado (Godino, 1993). Las razones de esta impopularidad son complejas, pero sin duda desfavorecen tanto su enseñanza como su aprendizaje, como veremos. Godino (1993) considera que esta impopularidad puede deberse a la creencia de que la matemática es *difícil, fría, ultrarracional y fuertemente masculina*. Pero también puede deberse a la dificultad que presenta para muchos su comprensión, y la manera de enseñarla y de proceder de muchos docentes que suelen infundir temor. También influye la ansiedad y otras emociones negativas como la frustración que genera el enfrentarse a una disciplina que, a la vez que se da todo lo anterior, es también percibida como de gran importancia, empleada como fundamento formal de la mayoría de disciplinas y sirviendo como criterio de valoración global en muchos currículos académicos, lo cual impone cierta presión sobre el alumnado.

Así, pasaremos a estudiar a continuación los componentes del dominio afectivo o competencias socio-emocionales, esto es, creencias, actitudes y emociones, con el objetivo de reflejar hasta qué punto resultan determinantes en la enseñanza de las matemáticas.

8.2. Componentes del dominio afectivo: Creencias, Actitudes y Emociones

McLeod (1989b) considera tres descriptores básicos en el dominio afectivo: creencias, actitudes y emociones. Distintos investigadores han puesto de manifiesto cómo estos componentes son factores clave tanto entre los estudiantes como entre los docentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La acción de estos elementos se autoalimenta, ya que, en un primer lugar, las experiencias del estudiante con las matemáticas le generan unas emociones y le llevan a desarrollar unas creencias que más

adelante tienen una consecuencia directa en su actitud ante las matemáticas y su capacidad para aprenderlas. Esto puede generar fácilmente círculos viciosos en los que creencias, emociones y actitudes negativas hacia las matemáticas se refuerzan indefinidamente. Esto ocurrirá, en concreto, si el estudiante se enfrenta repetidamente a situaciones de interacción con el ambiente de aprendizaje de las matemáticas en las que los estímulos del entorno (problemas a resolver, forma de enseñar y de tratar a los alumnos del docente, mensajes sociales recibidos...) suscitan estas emociones y reacciones negativas, y refuerzan así las creencias negativas. Lo mismo aplica en sentido contrario, es decir, en sentido positivo. Si el estudiante se encuentra repetidamente con situaciones que producen emociones positivas en el contexto de aprendizaje de las matemáticas, entonces tenderá a reforzar creencias y actitudes positivas hacia dicho aprendizaje.

Cabe destacar que otros autores, como DeBellis y Goldin (1999, 2006) sugieren añadir un cuarto componente a los tres anteriores para el dominio afectivo, relacionado con los valores, la moral y la ética. Esto conecta muy bien precisamente con la intención explícita en la LOMLOE de fortalecer la incorporación de la ética al sistema educativo, pero aquí no se explora esta vía, centrándonos en su lugar en los tres componentes más tradicionales de McLeod.

Actitudes:

El estudio del dominio afectivo se ha centrado tradicionalmente en las actitudes, quizás por ser la manifestación más evidente del mismo, donde se materializan en acciones reales las consecuencias de las creencias y emociones de alumnos y docentes. Esto es especialmente cierto en las matemáticas, que es una de las áreas de conocimiento dentro de las que se han analizado las actitudes de forma más sistemática desde hace mucho tiempo. Así, ya en 1960 Feierabend introduce un análisis de este aspecto afectivo en su *Revisión de problemas psicológicos en educación matemática*. Aiken (1974) realiza posteriormente una revisión de diversos trabajos en la que concluye que, aunque no se cuenta con una definición consensuada de “actitud” en el contexto del dominio afectivo aplicado al aprendizaje matemático, sí se reconoce ampliamente su aspecto conductual, esto es, que condiciona y se refleja en la conducta del sujeto. A finales de los 80 todavía

no existe una definición consensuada de “actitud” en la educación matemática, como atestigua Hart (1989), pero esto cambia cuando empiezan a desarrollarse los primeros modelos teóricos sobre el dominio afectivo, siendo el más significativo el de McLeod (1988, 1989a, 1989b, 1990, 1992). Como hemos dicho anteriormente, McLeod considera tres componentes del dominio afectivo: creencias, actitudes y emociones. En concreto, para la actitud determina una serie de componentes específicos (McLeod 1989a):

- Percepción de utilidad de las matemáticas por parte del estudiante.
- Autoconcepto del alumno o confianza con respecto a las matemáticas.
- Percepción de las matemáticas desde el punto de vista del alumnado, de sus padres, del profesorado... (no tiene componente emocional).
- Ansiedad (fuerte componente emocional).

La actitud consta por lo tanto de tres componentes: una cognitiva, que corresponde a las creencias conscientes e inconscientes detrás de esa actitud; una afectiva, que corresponde a emociones o sentimientos de aceptación o rechazo de la tarea; y la componente intencional o de tendencia hacia un tipo de comportamiento, esto es, la conducta propiamente dicha. Dicho aspecto conductual de la actitud también lo pone de manifiesto Gómez-Chacón (2000) en su definición de actitud como *predisposición evaluativa de conducta que determina las intenciones personales e influye en el comportamiento*. Así, Gómez considera que las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas se reflejan en la manera de afrontar las tareas, esto es, con confianza, deseo de explorar alternativas, interés y perseverancia, o por el contrario con falta de confianza, desinterés, poca constancia o derrotismo. En dicha actitud van a influir las características personales del estudiante, que en función de su motivación y su autoconcepto, condicionarán su posición ante las distintas materias.

Se hace necesario distinguir asimismo entre las actitudes matemáticas y las actitudes hacia las matemáticas (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM 1991). Las actitudes matemáticas se relacionan con el dominio cognitivo, a través de capacidades generales como objetividad, espíritu crítico, flexibilidad del pensamiento, apertura mental... Las actitudes hacia las matemáticas, por otro lado, se relacionan con el dominio

afectivo, y se refieren a la valoración de la disciplina, el interés por la misma, la motivación, la curiosidad que produce... Incluye tanto la actitud hacia la matemática y los matemáticos como hacia la matemática como asignatura, partes de la misma, métodos de enseñanza, e interés por el trabajo matemático y científico.

Los estudios sobre la influencia de las actitudes matemáticas en el aprendizaje matemático reflejan claramente su importancia. Se ha comprobado la influencia de las actitudes sobre el rendimiento matemático (Gunderson, Ramirez, Levine y Beilock, 2012; Sakiz, Pape y Hoy, 2012), se ha observado una fuerte relación entre las actitudes hacia las matemáticas y la ansiedad (Akin y Kurbanoglu, 2011; Bursal y Paznokas, 2006; Klinger, 2011), y se ha comprobado que los estudiantes con mejores actitudes hacia las matemáticas poseen un mejor autoconcepto matemático (Hidalgo, Maroto y Palacios, 2005; Bates, Lazam y Kim, 2011).

Creencias:

Aunque las actitudes son el aspecto más evidente del dominio afectivo, especialmente en el ámbito de las matemáticas, detrás de esas actitudes y sustentándolas se encuentran las creencias y emociones. Estas han sido tradicionalmente menos estudiadas, aunque el estudio de la influencia de las creencias sobre el aprendizaje matemático sí que ocupa un lugar destacado en la literatura reciente.

Así, Gómez-Chacón (2000) establece cuatro áreas de interés principales en las que se centran los estudios sobre los sistemas de creencias:

- Identificar y describir las creencias del sistema de creencias del individuo.
- Determinar las influencias de los sistemas de creencias.
- Conocer cómo se originan y desarrollan los sistemas de creencias.
- Buscar condiciones para promover un cambio de creencias.

Por otro lado, tal y como ponen de manifiesto Goldin, Rosken & Torner (2009), no existe ninguna definición sobre creencias que sea aceptada globalmente por los investigadores en el campo de la educación matemática. Gómez-Chacón (2003) las define *como esa*

parte del conocimiento, perteneciente al dominio cognitivo, compuesta por elementos afectivos, evaluativos y sociales.

Bermejo (1996) distingue dos tipos distintos de creencias entre el alumnado de matemáticas:

- Creencias sobre las mismas matemáticas, los afectos juegan un papel menor. Los estudiantes tienden a creer que las matemáticas son difíciles, importantes y basadas en reglas. De hecho, la percepción de la utilidad de las matemáticas está relacionada con el rendimiento, y sirve para predecirlo (Khezri et Al. 2010). El origen de estas creencias radica en el contexto en el que tiene lugar el aprendizaje, esto es, el contexto escolar, la clase, el sistema educativo...
- Creencias en relación con las matemáticas, esto es, sobre la forma en que uno mismo se relaciona con las matemáticas. Estas dependen más de los afectos, estando relacionadas con la confianza del estudiante en sus propias habilidades y su capacidad para afrontar las matemáticas, y en su autoconcepto, o concepto que tiene de sí mismo el estudiante en relación a las matemáticas. El autoconcepto es de hecho un buen predictor del rendimiento matemático, y al mismo tiempo el rendimiento matemático es una de las fuentes de la autoeficacia, que es la capacidad de resolver problemas y aprender por uno mismo.

Por otro lado, McLeod (1992) diferencia cuatro ejes en relación con las creencias:

- Creencias acerca de las matemáticas y de su enseñanza y aprendizaje.
- Creencias acerca de uno mismo como aprendiz de matemáticas.
- Creencias sobre la enseñanza de las matemáticas.
- Creencias suscitadas por el contexto social.

Son muchos los estudios que reflejan el impacto de las creencias como parte del dominio afectivo sobre el aprendizaje matemático. Gómez-Chacón (1997) indica que las creencias acerca de uno mismo en relación con las matemáticas tienen fuerte carga afectiva, siendo determinantes las creencias relativas al autoconcepto, la atribución causal del éxito, el fracaso escolar y la confianza. La representación que tiene el

estudiante de sí mismo, y la evaluación que hace de sí mismo, así como los patrones de atribución de éxitos y fracasos del alumno, son esenciales en el aprendizaje escolar (Mira, 2001). Lo más favorable para el alumno es atribuir tanto sus éxitos como sus fracasos a causas internas en vez de externas, además de causas controlables por el estudiante como el esfuerzo personal, la planificación y la organización del trabajo, que están siempre a su alcance y por este motivo generan en él una sensación de autonomía y de capacidad de adaptarse a las situaciones, sobreponiéndose a los fracasos y enorgulleciéndose y derivando confianza a partir de los éxitos.

Si el estudiante atribuye sus éxitos a causas externas e incontrolables como la suerte, y sus fracasos a la falta de capacidad (un factor interno pero incontrolable, y además estable en vez de variable), encontraremos que disminuye su motivación y rendimiento. En efecto, este tipo de creencia cede todo el control a factores que no se pueden cambiar, generando una situación de impotencia y de falta de confianza en uno mismo, lo cual genera un círculo vicioso en el que la propia creencia se confirma, por conducir a peores resultados académicos y del aprendizaje.

En este sentido, la importancia de la confianza en uno mismo, en su habilidad y en su capacidad para querer aprender matemáticas, tiene un papel esencial en el rendimiento del alumnado (McLeod, 1992; Reyes, 1984). La implicación activa del estudiante en las labores de aprendizaje va de la mano de su confianza en sí mismo y sus expectativas de autoeficacia, esto es, de su sentimiento de competencia, que le lleva a valorar las tareas y responsabilizarse de ellas (González-Pienda y Núñez, 1994). Las creencias de autoeficacia influyen sobre las actividades realizadas, la cantidad de esfuerzo que se invierte en ellas, la perseverancia, la capacidad para superar y adaptarse a las adversidades, así como los niveles de estrés y ansiedad, las expectativas de resultados y el proceso de autorregulación.

Cabe destacar que las creencias del alumnado no pueden separarse de las del profesorado, sino todo lo contrario, las creencias del alumnado se construyen en muy buena medida a partir de las de sus docentes, y por este motivo resulta vital considerarlas. Ponte, Berger, Cannizaro, Contreras y Sufuanov (1999) indican que las creencias de los profesores sobre la matemática influyen en los contenidos que son

impartidos en el aula, en los objetivos que se persiguen en la enseñanza, y en la selección de las actividades de aprendizaje.

Emociones:

De entre los componentes del dominio afectivo identificados por McLeod, el de las emociones es el que menos ha sido tratado. De acuerdo con Gómez Chacón (2000), esto se debe principalmente a la dificultad para diagnosticar las emociones, al no disponer de los instrumentos adecuados para ello, así como a las dificultades para enmarcarlo dentro de un marco teórico satisfactorio. Como indica McLeod (1990), los estudios se han centrado principalmente en factores actitudinales, que son estables y pueden medirse con cuestionarios. También sugiere la teoría de Mandler como punto de partida para elaborar ese marco teórico que las sustente.

Así, las emociones aplicadas al marco matemático han sido analizadas principalmente por Debellis y Goldin (1991, 1993), Mandler (1989a) y McLeod (1989), y más recientemente por Gómez-Chacón (1997, 2000).

Las emociones son respuestas del organismo más allá del ámbito exclusivamente psicológico, englobando elementos fisiológicos, cognitivos, motivacionales y del sistema experiencial. Surgen en respuesta a sucesos internos o externos, que tienen una implicación positiva o negativa en base a un sistema de creencias ya presente en el individuo. Las creencias de los estudiantes generan en ellos unas expectativas acerca de la naturaleza de la actividad matemática, de sí mismos y su propia relación con la matemática, de las características del contexto de aprendizaje de la matemática, así como de su rol como estudiantes en la interacción en la clase. La exposición a percepciones o experiencias que discrepan con dichas expectativas se convierten en un estímulo para la generación de dichas emociones. En consecuencia, las emociones son respuestas afectivas fuertes que no son solo automáticas o consecuencia de reacciones fisiológicas, sino que emergen como resultado de una mezcla compleja de aprendizaje, influencia social e interpretaciones (Gómez-Chacón, 1997, 2000; Gil, N. et al, 2005).

La teoría de Mandler (1989a) analiza el aspecto psicológico de las emociones, para estudiar cómo se relacionan con el proceso de formación de creencias en el estudiante

de matemáticas y en sus habilidades para resolver problemas matemáticos. Mandler intenta integrar las respuestas fisiológicas del organismo con el proceso de evaluación cognitiva, donde la emoción jugaría el papel de una interacción compleja entre la parte cognitiva y la parte biológica del individuo. El esquema de Mandler para el papel de la emoción en la resolución de problemas es el siguiente: en primer lugar, el estudiante se encuentra con el problema planteado; ante el problema, el estudiante escoge un esquema o plan con el que abordarlo; sin embargo, el proceso se interrumpe por alguna dificultad adicional, haciendo que el estudiante se quede bloqueado; tiene lugar entonces la reacción afectiva, esto es, las creencias del estudiante, basadas en sus experiencias pasadas y factores externos, generan en él una respuesta emocional, y le inducen a adoptar cierta actitud; si la actitud resultante es positiva, entonces procederá a buscar maneras alternativas de resolver el problema, pero si es negativa, el estudiante abandonará frustrado el problema. Esto solo contribuirá a exacerbar el problema al fortalecer las creencias y la intensidad de las respuestas emocionales ante problemas y exámenes futuros.

La teoría de la discrepancia de Mandler sirve para explicar cómo surgen las emociones a partir de las creencias de los estudiantes y de los problemas a resolver. Cuando la instrucción que reciben es totalmente distinta de la que esperan, surge una discrepancia entre sus experiencias y sus expectativas, y es esta discrepancia la que provoca las respuestas emocionales. Así, deberían poderse rastrear las expectativas y creencias que conducen a esta discrepancia y esta respuesta emocional, como forma de detectarlas y solventarlas, evitando así que ocurran en el futuro o a otros estudiantes.

Una manera propuesta por Mandler para trabajar el afecto en la resolución de problemas radica en disponer de información adecuada sobre estrategias de resolución de problemas, esto es, un conocimiento adecuado del problema, la tarea y los diferentes caminos para resolverlo. De esta manera se evita que surjan discrepancias que se conviertan en fuentes de la respuesta emocional, e incluso ante dicha respuesta emocional, como el estrés, puede ser utilizado de forma constructiva.

Paralelamente tenemos la teoría de la atribución de Weiner (1986), que Weiner trató de aplicar para explicar la motivación y la emoción. Para la emoción, adopta un punto

de vista atributivo (y por tanto cognitivo), evitando hacer una teoría general de la misma. Según esta teoría, primero surge una emoción primitiva, positiva o negativa, ante el éxito o fracaso percibidos frente al resultado de un acontecimiento. Dicha percepción de éxito o fracaso la denomina “valoración primaria”. Las emociones primitivas se consideran dependientes del resultado, pero independientes de la atribución. Las dos reacciones más esperables son felicidad ante el éxito y frustración ante el fracaso. No obstante, tras la valoración del resultado, la atribución o atribuciones elegidas determinarán la generación de toda una gama de distintas emociones: frustración, orgullo, serenidad, tristeza... En concreto, analiza siete emociones: autoestima, ira, compasión, culpabilidad, vergüenza, gratitud y desesperación, que pueden identificarse con un resultado positivo o negativo, y con un tipo de atribución concreto. Señalamos a continuación la atribución para algunas de las emociones analizadas:

- La ira surge de un resultado negativo, y la atribución de ausencia de control propio, y de conducta arbitraria del agente externo.
- La culpabilidad surge de un resultado negativo, y la atribución a causas controlables pero acompañada de una falta de esfuerzo propio.
- La vergüenza responde a un resultado negativo, con atribución a causas controlables, junto a falta de capacidad propia.
- La desesperanza corresponde a un resultado negativo, y surge de una atribución a causas estables, esto es, que no se pueden modificar, que permanecen siempre igual.
- El orgullo y la autoestima positiva corresponden a un resultado positivo y a una atribución interna, uno se atribuye el logro a sus propios méritos y capacidades.
- La autoestima negativa también responde a un resultado positivo, pero en este caso la atribución es externa; por ejemplo, se atribuye el buen resultado a la buena suerte en vez de a los méritos propios.

De esta manera, frente a la teoría de la emoción originada en la discrepancia entre expectativa y experiencia real que veíamos antes, aquí la emoción surge como consecuencia de la atribución de causalidad a los resultados del acontecimiento. Estas atribuciones corresponden al ámbito de las creencias, y reflejan así como ambos componentes del dominio afectivo conectan entre sí.

A tenor de lo anterior, podemos ver que para lidiar con las respuestas emocionales y paliar sus consecuencias negativas en el aprendizaje matemático, es necesario tratar primero las creencias subyacentes que son fuente de las mismas. Pero no basta solo con esto, también se debe enseñar al mismo tiempo a gestionar las emociones. Esta habilidad es la que se conoce como inteligencia emocional. Goleman (1996) se refiere a la inteligencia emocional como una serie de habilidades tales como la autoconciencia, la autorregulación, el control de impulsos, la motivación, y la perseverancia. Es evidente que el desarrollo de esta habilidad es de vital importancia para el alumnado, en vez de limitarse exclusivamente a la modificación de las creencias.

8.3. Un programa psicopedagógico.

De todo lo anterior se puede concluir que los componentes del dominio afectivo, esto es, emociones, creencias y actitudes, tienen una influencia fundamental sobre el aprendizaje matemático. Las creencias de los alumnos condicionan sus actitudes e inducen respuestas emocionales que tienden a reforzarlas. Como resultado de ello, se observan importantes diferencias de rendimiento en la matemática en función de cuáles son esas creencias, emociones y actitudes, facilitando o dificultando el aprendizaje.

Lo más natural ante esta situación es buscar maneras de modificar las creencias negativas de los estudiantes hacia la matemática y su relación con ella, y enseñarles herramientas de inteligencia emocional para gestionar sus respuestas emocionales durante la resolución de problemas. En este sentido, Guerrero y Blanco (2004) han diseñado un programa psicopedagógico para la intervención en los trastornos emocionales en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. El programa está diseñado para desarrollarse en diez sesiones. Proporciona paralelamente herramientas estratégicas para enfrentarse a los aspectos cognitivos del problema (analizar y comprender el problema, buscar una estrategia de solución, llevar a cabo el plan, revisar la solución y el proceso) y herramientas para la gestión emocional. Nos concentramos en este último aspecto, que es el que corresponde propiamente al dominio afectivo. Se siguen los siguientes pasos:

1. Fase de preparación: Autoinstrucciones antes del suceso. Algunos de los pensamientos que se sugieren son: “Preocuparse no cambia el problema”, “Concéntrate en qué has de hacer exactamente”, “Tú puedes conseguirlo”, “Es más fácil una vez que se ha empezado”, “Estarás bien pase lo que pase”, “No te dejes llevar por pensamientos negativos”, “Respira y relájate”. Como vemos, se combina una variedad de estrategias, desde pensamientos destinados a mejorar el autoconcepto, hasta consejos de gestión de la respuesta fisiológica.
2. Fase de confrontación: autoinstrucciones al comienzo del suceso. “Cálmate, puedes controlarlo”, “Piensa qué has hecho en otras ocasiones”, “Solo tienes que dar un paso cada vez”, “Si no piensas en el miedo, no lo sentirás”, “Concéntrate en lo que tienes que hacer, no en el miedo”, “Esto solo es una señal para relajarse”.
3. Fase de afrontamiento: autoinstrucciones durante la tarea. “Respira profundamente, haz una pausa y relájate”, “Concéntrate en el paso siguiente”, “El miedo es natural”, “Esto terminará enseguida”, “Cosas peores podrían pasar”, “He sobrevivido a cosas peores”.
4. Fase de reforzamiento del éxito: “¡Lo hiciste! Conseguiste tu objetivo”, “No fue tan mal”, “Tus pensamientos eran peores que la realidad”, “La próxima vez será más fácil”, “Poco a poco lo conseguirás”.

Podemos ver que el programa sugiere algunas de las estrategias típicas al lidiar con situaciones que provocan ansiedad: centrarse en lo que uno puede hacer, en lo que está bajo el control de uno; desafiar racionalmente creencias injustificadas que crean un autoconcepto negativo y falta de confianza en uno mismo, o exageran la gravedad de la situación; así como aceptación de las emociones desagradables como el miedo o la ansiedad, junto a ejercicios de respiración y de relajación.

El programa anterior hace énfasis en capacitar al alumno para afrontar sus respuestas emocionales en el contexto de un examen o un problema. Sin embargo, es responsabilidad adicional del docente el trabajar en el aula de manera cotidiana para que las creencias negativas hacia las matemáticas no surjan o no se refuercen, pues, como hemos visto, esas creencias, y el dominio afectivo en su conjunto, tienen un enorme impacto sobre el aprendizaje por parte del alumnado. De poco servirá exponer

los contenidos de la matemática por sí solos si el alumnado no es receptivo a ellos, o se bloquea a la hora de incorporarlos y aplicarlos. En este sentido, los numerosos estudios que se han mencionado en este documento, así como muchos otros realizados en el ámbito del dominio afectivo, proporcionan al docente el conocimiento de una amplia gama de emociones, creencias y actitudes habituales entre el alumnado que es necesario detectar y enseñar a gestionar de manera habitual en las clases.

9. Igualdad de género en la escuela y en el ámbito de las matemáticas.

Existen múltiples investigaciones sobre el rendimiento escolar atendiendo a perspectivas de género (Buendía y Olmedo, 2022; Hernández Pina, 2008), variabilidad entre las expectativas académicas y profesionales (Jiménez, Álvarez, Gil, Murga y Téllez, 2006), así como en el estudio de las creencias, ideologías y actitudes del alumnado (Lameiras y Rodríguez, 2002; Colás y Villaciervos, 2007).

Analizando a los estudiantes de educación secundaria, Colás y Villaciervos (2007) encontraron que existen actitudes estereotipadas en relación con el género en cuanto a la dimensión corporal, social, intelectual y emocional. Atendiendo a las elecciones del futuro académico y profesional, se demuestra que se ven altamente influenciadas por los roles profesionales en función del género (Barberá, Candela y Ramos, 2008). Esta desigualdad posiblemente se verá solventada cuando en la escuela se transmitan valores coeducativos que rompan con la percepción de que determinadas profesiones están vinculadas a un género en particular. A pesar de que el papel de las mujeres en la sociedad ha ido tomando una mayor presencia, se siguen encontrando numerosas dificultades para la igualdad socioestructural real. Según la Comisión Europea en 2005, más mujeres que varones jóvenes obtienen el título de educación secundaria, tendencia que se lleva apreciando desde los años 90 (Comisión Europea, 2005). Sin embargo, esta superioridad del número de mujeres se ve menguada al distinguir entre las áreas de conocimiento. Las mujeres optan por carreras humanísticas, mientras que los hombres optan por carreras científicas (Subirats, 1994), volviendo a evidenciar la perpetuación de la posición privilegiada de los hombres, que optan por las vías con alta demanda de empleo, siendo en una sociedad digital precisamente aquellas que están relacionadas

con las nuevas tecnologías. Los estereotipos siguen dominando la creencia de que la capacidad de la mujer para áreas como las Matemáticas es menor y que, sin embargo, cuentan con un mayor éxito en materias como la Biología o Literatura. Atendiendo a los mismos sesgos, existe la creencia de que las mujeres son mejores en el ámbito social y de comunicación, presentando dificultades en la orientación espacial. ¿Cuáles pueden ser los factores que están causando estas desigualdades?

- La baja autoestima del colectivo femenino para afrontar una materia como las Matemáticas. Los estereotipos que giran alrededor del ámbito de las matemáticas defienden que las capacidades de abstracción matemática son un atributo masculino. Todo el colectivo educativo, en especial el equipo docente, debe de potenciar la implicación de las mujeres en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Miedo a la equivocación de las jóvenes y a su evaluación personal. El nivel de exigencia de este colectivo es mayor que el de los hombres. Se debe hacer hincapié en que el error forma parte del proceso de aprendizaje, evitando los ambientes competitivos, ya que el aprendizaje de las mujeres cuenta con un mejor rendimiento en situaciones cooperativas y no competitivas.
- Las jóvenes encuentran las matemáticas alejadas de la realidad cotidiana: Las perciben como una disciplina previamente construida, inamovible y sin posibilidad de cambio, de la que solo se debe aprender su estructura y funcionamiento. Las mujeres se sienten más cómodas realizando labores con una utilidad directa para la sociedad y el desconocimiento de las aplicaciones de áreas como las matemáticas influyen en su desinterés. Se debe fomentar la divulgación de la utilidad y aportación de las matemáticas para la sociedad actual.
- El equipo docente no cuenta con una formación específica orientada hacia la reducción de la brecha de género en las matemáticas. Para poder solventar esta falta, se debe abogar por la elección de materiales motivantes que potencien la igualdad de género en materias como matemáticas y que despierten la ambición matemática entre las jóvenes.

Un mejor equilibrio entre mujeres y hombres en la educación y en el mundo del trabajo podría contribuir a cubrir futuras cualificaciones y necesidades del mercado laboral (Comisión de Igualdad, 2009 a) .

10. Conclusiones.

A lo largo de los años se han redactado numerosas leyes educativas, con el objetivo de adaptar el sistema educativo a las nuevas necesidades sociales. En este trabajo se ha analizado la última de dichas leyes, la Ley Orgánica que modifica la LOE, conocida como LOMLOE, que tiene como objetivo invertir algunos de los cambios producidos por la LOMCE y adecuar los principios fijados por la LOE a los desafíos actuales señalados por la Unión Europea y la UNESCO para la década 2020/2030. Como se ha visto, esta reforma educativa aboga por una visión competencial de la educación y un fomento de la autonomía y el respeto entre el colectivo más joven de la sociedad.

En el ámbito de las matemáticas, la necesidad de cambio en algunos aspectos del currículo era patente. Los números deben dejar de ser tratados como meros elementos dentro de la aritmética. Los números cuantifican, pero también definen situaciones de incertidumbre relacionadas con la estadística y probabilidad. Estas dos disciplinas deben de ser aprendidas de forma conectada entre sí. El concepto de álgebra debe estar contextualizado, con el fin de que los estudiantes entiendan la utilidad del cálculo en situaciones cotidianas, potenciando así el pensamiento algebraico. También resulta fundamental relegar la memorización de un sinfín de fórmulas y procedimientos repetitivos en favor de situaciones de aprendizaje en las que los alumnos comprendan de primera mano la importancia de las matemáticas, con el objeto de fomentar su curiosidad, motivación e interés por el aprendizaje de la misma. Una de las claves para alcanzar estos objetivos radica en asegurar una transición continua en el aprendizaje de la materia y la inclusión de nuevas metodologías en los procesos de aprendizaje-enseñanza de las matemáticas, como la resolución de problemas o los recursos digitales.

A lo largo de la Educación Secundaria y Obligatoria, los estudiantes deben desarrollar diversas competencias clave, entre las que destacan por su importancia en el ámbito de las matemáticas las previamente descritas: la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) y la competencia digital. La competencia

matemática es, como se ha visto, aquella que permite, a partir del razonamiento matemático, resolver problemas. Estos problemas deben estar conectados con el mundo real; la competencia en ciencia se basa en la comprensión de dicha relación. Se procedería entonces a la solución de problemas de la sociedad a través de la competencia en tecnología e ingeniería. La competencia digital, por su parte, se encarga de aportar los conocimientos necesarios para el manejo de las diferentes herramientas tecnológicas, así como la gestión de sus riesgos, y resulta fundamental en una sociedad tan digitalizada como la nuestra. Las nuevas tecnologías materializan y ponen en valor la importancia de las matemáticas en el mundo actual, además de promover el desarrollo de un pensamiento computacional que permite, a partir de una organización lógica, diferenciar patrones a través de los cuales un dispositivo pueda resolver un problema dado.

Se ha visto que el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas cuentan con tres principios metodológicos fundamentales: el desarrollo del razonamiento matemático unido a la alfabetización matemática, el énfasis en la resolución de problemas que permita desarrollar el pensamiento matemático, y el pensamiento computacional. Todos ellos tienen como objetivo formar a los estudiantes con una buena base matemática y desarrollar el sentido matemático. Siguiendo las definiciones establecidas por el Comité Español de Matemáticas (CeMat), los sentidos matemáticos se pueden disgregar en cinco sentidos: sentido algebraico (aprender del lenguaje de las matemáticas), sentido espacial (conocer las propiedades de las formas geométricas y sus relaciones), sentido estocástico (comprender e interpretar información estadística), sentido de la medida (conocer las diferentes magnitudes y su elección en función del objeto de estudio), sentido numérico (hacer uso flexible de números y operaciones, su comprensión y su representación en diferentes contextos) y sentido socioafectivo (comprender, identificar y enfrentar las actitudes y creencias hacia las matemáticas). Esta clasificación es la que ha sido acogida por la LOMLOE.

También se ha considerado el concepto de pensamiento computacional. Este no se debe confundir con el mero uso de la tecnología para resolver problemas, ya que permite tratar los problemas de forma creativa e inteligente, con un mayor nivel de abstracción. Es al final de todo este proceso de pensamiento cuando aparece la tecnología y la

computación. En este contexto, y debido a los numerosos beneficios que ofrece, destaca el programa Scratch, que es uno de los lenguajes más conocidos y utilizados a nivel educativo y mundial, al promover la creatividad entre los estudiantes. También se ha tenido en cuenta que, al incorporar este nuevo enfoque al sistema educativo, no todo son ventajas, pues aparece asociada una brecha digital entre diferentes países o incluso diferentes regiones o comunidades de un mismo país. No todos los centros ni todos los estudiantes cuentan con los mismos recursos para el desarrollo de este pensamiento computacional. Se debe prestar especial atención a la búsqueda de equidad en este sentido y tratar que esta digitalización no genere una brecha de conocimiento.

Una de las novedades en el desarrollo de esta ley educativa que también se ha analizado es la importancia concedida a la competencia socioemocional o dominio afectivo en el ámbito de las matemáticas. Esta consiste en poner en valor las cuestiones afectivas que afectan a esta materia y la manera en que marcan la concepción y el éxito de los estudiantes en las matemáticas. Hemos visto los tres descriptores básicos en el dominio afectivo según McLeod (1989b): creencias, actitudes y emociones. Las experiencias del estudiante con las matemáticas le generan unas emociones y le llevan a desarrollar unas creencias que más adelante tienen una consecuencia directa en su actitud ante las matemáticas y su capacidad para aprenderlas. Las actitudes se refieren a la valoración de la disciplina, el interés por la misma, la motivación, la curiosidad que produce detrás de esas actitudes... y sustentándolas se encuentran las emociones y las creencias (creencias sobre las mismas matemáticas y creencias en relación con las matemáticas, esto es, sobre la forma en que uno mismo se relaciona con las mismas). Los docentes deben de trabajar y aprender a gestionar estas emociones y creencias para generar una actitud positiva y constructiva en los estudiantes. Se deben romper los mitos que circulan alrededor de esta área y las creencias del alumnado sobre la percepción de las matemáticas y el talento innato hacia ellas.

Por último, también se ha puesto de manifiesto la necesidad de la eliminación de los estereotipos en relación con el género y las expectativas académicas y profesionales. Se evidencia la presencia de mayor número de hombres en estudios y profesiones relacionadas con el ámbito científico. Esta desigualdad puede deberse a factores como la baja autoestima del colectivo femenino para afrontar las matemáticas. Las jóvenes

optan por disciplinas más cercanas a la realidad cotidiana, como el ámbito sanitario. Se debe tratar de buscar un equilibrio entre hombres y mujeres en la educación y en el mundo laboral y avanzar hacia la eliminación de esta brecha de género.

11.. Referencias

Aiken, L. (1974). *Two scales of attitude towards mathematics*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 5(2), 67-71. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.5.2.0067>

Akin, A. y Kurbanoglu, N. (2011). *The relationships between math anxiety, math attitude and self-efficacy: A structural equation model*. *Studia Psychologica*, 53(3), 263-273.

Barberá, E., Candela, C. y Ramos, A. (2008). Elección de carrera, desarrollo profesional y estereotipos de género. *Revista de Psicología Social*, 23, 2, 275-285. <https://doi.org/10.1174/021347408784135805>

Bates, A. B., Latham, N. y Kim, J. (2011). *Linking Preservice Teachers' Mathematics Self-Efficacy and Mathematics Teaching Efficacy to Their Mathematical Performance*. *School Science and Mathematics*, 111(7), 325–333. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00095.x>

Bermejo, V. (1996). *Enseñar a comprender las matemáticas*. En J. Beltrán y C. Genovard (Eds.), *Psicología de la Instrucción I* (pp. 256-279). Madrid: Síntesis.

Bursal, M. y Paznokas, L. (2006). *Mathematics anxiety and preservice elementary teachers' confidence to teach mathematics and science*. *School Science and Mathematics*, 106, 173–179. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2006.tb18073.x>

Buendía, L. y Olmedo, E. (2002). El género; ¿constructo mediador en los enfoques de aprendizaje universitario?. *Revista de Investigación Educativa*, 20,2, 511-524.

Cabrero, J. (2004). Reflexiones sobre la brecha digital y la educación. *Tecnología, Educación y Diversidad: Retos y Realidades de La Inclusión Digital*, 23-42.

CSTA. ISTE. (2011). *Computational Thinking in K-12 Education leadership toolkit*, 43

Colás, P y Villaciervos, P. (2007). La interiorización de los estereotipos de género en jóvenes y adolescentes, *Revista de Investigación Educativa*, 25, 1, 35-38.

Comisión Europea (2005). *Las cifras clave de la educación en Europa 2005* (Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas).

Comisión de Igualdad de la UE (2009). *Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones – Igualdad entre mujeres y hombres-2009.*

Confrey, J., Maloney, A. P. & Corley, A. (2014). *Learning trajectories: a framework for connecting standards with curriculum.* ZDM Mathematics Education, Issue 14, pp. 719. <https://doi.org/10.1007/s11858-014-0598-7>

Debellis, V. & Goldin, G. (1993). *Analysis of interactions between affect and cognition in elementary school children during problem solving.* En J.R. Becker y B.J. Pence(Eds.), Proceedings of the Fifteenth Annual Meeting on the Psychology of Mathematics Education, North American Chapter of International Group. (Vol. II, pp. 56-62). Pacific Grove, CA, USA.

Debellis, V. & Goldin, G. (1999). *Aspects of affect: Mathematical intimacy, mathematical integrity.* En O. Zaslavsky, & Ed, Proceedings of the 23rd conference of the international group for the psychology of mathematics education. Haifa, Israel: PME.

Debellis, V. & Goldin, G. (2006). *Affect and meta-affect in mathematical problem solving: A representational perspective.* En Educational Studies in Mathematics (Vol.6, págs. 131-147). Netherlands: Springer.

Feierabend, L. (1960). Review of research in psychological problems in mathematics education. *Research problems in mathematics education*, 3, 3-46.

Feierherd, G. E.; Depetris, O.; Jerez, M. (2001). *Una evaluación sobre la incorporación temprana de algorítmica y programación en el ingreso a Informática.* VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación

Rodríguez, C., Aparecida, M., Marqués, L., Isotani, S. (2015). *Pensamento Computacional: transformando ideias em jogos digitais usando o Scratch.* Universidad de Sao Paulo, Brasil. <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2015.62>

Gil, N., Blanco, L.J. y Guerrero, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 2, 15-32.

Godino, J.D. (1993). *La metáfora ecológica en el estudio de la noosfera matemática*.

Disponible:

http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Godino_metafora_ecologica-1993.pdf.

Goleman, D. (1996). *La inteligencia emocional*, (E. Mateo, Trad.). España: Javier Vergara Editor (Trabajo original publicado en 1995).

Gómez Chacón, I.M., (1997). *Procesos de aprendizaje en matemáticas con poblaciones de fracaso escolar en contextos de exclusión social. Las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas*. Tesis doctoral. Universidad Complutense.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4119>

Gómez Chacón, I.M. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.

Gómez-Chacón, I.M. (2003). *La tarea intelectual en Matemáticas: afecto, meta-afecto y los sistemas de creencias*. Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, 10(2), 225-247.

González-Pienda, J.A. y Núñez, J.C. (1997). *Determinantes personales del aprendizaje y rendimiento académico*. En J.N. García (Ed.), Instrucción, aprendizaje y rendimiento académico (pp. 89-104). Barcelona: Ediciones L.U.

Guerrero, E. y Blanco, L.J. (2004). Diseño de un programa psicopedagógico para la intervención de los trastornos emocionales en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, Nº 33/5 (25-07-04).
<https://doi.org/10.35362/rie3422990>

Gunderson, E.A., Ramírez, G., Levine, S.C. y Beilock S.L. (2012). *The Role of Parents and Teachers in the Development of Gender-Related Math, Sex Roles*. 66 (3-4), 153-166. doi: 10.1007/s11199-011-9996-2. <https://doi.org/10.1007/s11199-011-9996-2>

Hart, L. (1989). *Describing the affective domain: saying what we mean*. En D. McLeod, V. Adams, & (Eds), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective* (págs. 37-48). Nueva York: Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3614-6_3

Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2005). "El perfil emocional matemático como predictor de rechazo escolar: relación con las destrezas y los conocimientos desde una perspectiva evolutiva". *Revista de Educación Matemática*, 17(2), 89-116.

Informe PISA (2015). Accesible en: <http://bit.ly/1cXFBAh>

Informe Español (2015). *Panoramas de la Educación. Indicadores de la OCDE*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa, Madrid. Accesible en: <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/panorama-de-la-educacion-2015.-informe-espanol.pdf?documentId=0901e72b81ee9fa3>

Jiménez, C., Álvarez, B., Gil, J.A., Murga, M. A., Téllez, J.A. (2006). Educación, diversidad de los más capaces y los estereotipos de género. *RELIEVE*, 12, 2, 261-287. <https://doi.org/10.7203/relieve.12.2.4230>

Khezri, H. , Lavasania, M. G., Malahmadia, E. y Amania, J. (2010). *The role of self- efficacy, task value, and achievement goals in predicting learning approaches and mathematics achievement*. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 5, 942–947. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.07.214>

Klinger, C. (2011). Conectivismo A new paradigm for the mathematics anxiety challenge? *Adults Learning Mathematics. An International Journal*, 6 (1), 7-19.

Krathwohl, D.R., Bloom, B.S. y Masia B.B. (1973). *Taxonomía de los objetivos de la educación: Clasificación de las metas educativas: Ámbito de la afectividad*. Vol.II. Alcoy: Marfil.

Lafortune, L. y Saint-Pierre, L. (1994). *La pensée et les émotions en mathématiques. Métacognition et affectivité*. Quebec: Les Editions Logiques.

Lameiras, M. y Rodríguez, Y. (2002). Evaluación del sexismo moderno en adolescentes. *Revista de Psicología Social*, 17, 2, 119-127. <https://doi.org/10.1174/021347402320007555>

Martín de Diego, D., Chacón Rebollo, T., Curbera Costello, G., Marcellán Español, F. y Siles Molina, M. (coords.) (2020). *Libro blanco de las matemáticas. Madrid*. Fundación Ramón Areces y Real Sociedad Matemática Española.

Mandler, G. (1989a). *Affect and learning: Causes and consequences of emotional interactions*. En D.B. McLeod y V.M. Adams (Eds.), *Affect and Mathematical Problem Solving: A New Perspective* (pp. 3-19). New York: Springer-Verlang. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3614-6_1

McLeod, D.B. (1988). "Affective issues in mathematical problem solving: Some theoretical considerations". *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 134-141. <https://doi.org/10.2307/749407>

McLeod, D.B. (1989a). *The role of affect in mathematical problem solving*. En D.B. McLeod y V.M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: a new perspective* (pp. 20-36). New York: Springer-Verlang. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3614-6_2

McLeod, D.B. (1989b). *Beliefs, attitudes and emotions: new view of affects in mathematics education*. En D.B. McLeod y V.M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: a new perspective* (pp. 245-258). New York: Springer-Verlang. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3614-6_17

McLeod, D.B. (1990). "Information-processing theories and mathematics learning: the role of affect". *International Journal of Educational Research*, 14, 13-29. [https://doi.org/10.1016/0883-0355\(90\)90014-Y](https://doi.org/10.1016/0883-0355(90)90014-Y)

McLeod, D.B. (1992). "Research on affect in mathematics education: A reconceptualization". En D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on mathematics Teaching and Learning* (pp. 575-598). New York: Macmillan.

Ministerio de Educación Cultura y Deporte (2014). Real Decreto de 1105/2014 de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Publicado en Boletín Oficial del Estado nº 3, del 3 de enero de 2015. España.

Ministerio de Educación Cultura y Deporte (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Publicado en Boletín Oficial del Estado nº 76, del 20 de marzo de 2022. España.

Mira, M. (2001). *Afectos, emociones, atribuciones y expectativas: el sentido del aprendizaje escolar*. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Comps.), *Desarrollo Psicológico y Educación II. Psicología de la Educación Escolar* (pp. 309-329). Madrid: Alianza.

Moya, M. (2013). De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos. *Revista DIM* (27).

National Council Teacher Mathematics NCTM (1991). *Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática*. S.A.E.M. Thales.

NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Versión castellana: Principios y estándares para la educación matemática. Traducción y edición realizada por SAEM Thales (Sevilla, 2003).

OECD. (2001). Understanding the Digital Divide. *Industrial Law Journal*, **6(1)**, 52-54.

Ontario Ministry of Education. (2005b). *The Ontario curriculum: Mathematics, grades 9 and 10*. Toronto: Queen's Printer for Ontario. Obtenido de <http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/math910curr.pdf>

Niss, M. (2003a). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KoM project*. En A. Gagatsis and S. Papastavridis (eds.). 3rd Mediterranean Conference on Mathematics Education. The Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society. Athens.

Obaya, A. (2003). *El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora*. *ContactoSm*, 48, 61-64.

Papert, S. (1984). *Desafía a la manete: computadoras y educación*. Buenos Aires: Ediciones Galápagos.

Papert, S. (1999). Logo Philosophy and Implementation. *Lcsi*.

Pérez, H., & Roig-vila, R. (2015). Entornos de programación no mediados simbólicamente para el desarrollo del pensamiento computacional. Una experiencia en la formación de profesores de Informática de la Universidad Central del Ecuador. RED. *Revista de Educación a Distancia*, 46(9), 22. 15 de septiembre.

Piaget, J. (1952). *The Child's Conception of Number*. New York: Humanities Press.

Reyes, L.H. (1984). *Affective variables and mathematics education*. *Elementary School Journal*, 84, 558-581. <https://doi.org/10.1086/461384>

Sakiz, G., Pape, S.J. y Hoy, A.W. (2012). "Does perceived teacher affective support matter for middle school students in mathematics class rooms?" *Journal of School Psychology*, 50, 235–255. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.10.005>

Stacey, K., Chick, H., & Kendal, M. (eds.). (2006). *The future of the teaching and learning of algebra: The 12th ICMI study* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.

Subirats Martori, M. (1994) Conquistar la igualdad: la coeducación hoy. *Revista Iberoamericana de Educación*, 6 de septiembre-diciembre 49-78. <https://doi.org/10.35362/rie601207>

Treffers, A. (1987). *Three dimensions. A model of goal and theory description in mathematics instruction – The Wiskobas project*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-3707-9>

Unión internacional de telecomunicaciones. (2002). Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones 2002 Reinención de las telecomunicaciones. Unión Internacional de Telecomunicaciones, 1-23.

Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Drijvers, P. (2020). Realistic Mathematics Education. En S. Lerman (ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 713-717). Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_170

Valverde, J., Fernández, R y Garrido, M. El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje, RED. *Revista de Educación a Distancia*, 46(9). 15 de septiembre.

Weiner, B. (1986). *An Attributional Theory of Motivation and Emotion*. New York: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4948-1>

Wing, J.M (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Yerushalmy, M. (2005). Functions of interactive visual representations in in-teractive mathematical textbooks. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10, pp. 217–249. <https://doi.org/10.1007/s10758-005-0538-2>