

10. El uso de las herramientas tecnológicas para el desarrollo del pensamiento matemático en la formación docente. Análisis curricular

ALICIA DÁVILA GUTIÉRREZ*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.198.10>

Resumen

Este capítulo tiene el propósito de analizar los planes y programas de estudio 2018 y 2022 de las licenciaturas en Educación Preescolar, Primaria y Primaria Indígena con Enfoque Intercultural Bilingüe para determinar cómo las herramientas tecnológicas —tecnologías de la información y la comunicación (TIC), tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC), tecnologías para el empoderamiento y la participación (TEP), y tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digitales (TICCAD)— son insertas en los programas de curso para favorecer el desarrollo del pensamiento matemático. El pensamiento matemático ha sido considerado desde diversas perspectivas, por lo que en este escrito se retomarán algunas definiciones que logran integrarlas y recuperan las características de los diferentes tipos de pensamiento que lo conforman. Se reconoce que los programas de estudio de la licenciatura en Educación Primaria 2022, plantean el empleo de las TICCAD tanto para favorecer la cultura tecnológica, como para el desarrollo del pensamiento matemático a partir de actividades en las que se explicita el uso de estas herramientas.

Palabras clave: *pensamiento matemático, herramientas tecnológicas, planes y programas de estudio, formación docente.*

* Doctora en Ciencias de la Educación. Investigador Docente del Instituto Superior de Ciencias de la Educación del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6591-0468>

Introducción

En el tiempo del confinamiento, el recurso para el aprendizaje lo constituyeron principalmente las herramientas tecnológicas, porque a estas se les dio un uso didáctico y pedagógico para que los estudiantes aprendieran los contenidos de los programas. Sin la tecnología no había posibilidades de aprender y los esfuerzos de los docentes se concretaron en desarrollar los contenidos con su apoyo. No obstante, de regreso al aula se retrocedió en este uso y se volvieron a utilizar las herramientas tecnológicas como recurso de apoyo y no como medio de aprendizaje. Una de las causas de este retroceso está en los planes y programas de estudio que, al ser recuperados por los docentes para su implementación en el aula, carecen de contenidos, actividades, recursos didácticos y herramientas tecnológicas específicas que los apoyen, como en este caso, en el desarrollo del pensamiento matemático.

El desarrollo del pensamiento matemático es posible a partir del uso de las herramientas tecnológicas como medio, en el sentido que lo concibe Brousseau.

El alumno aprende adaptándose a un medio que es factor de contradicciones, de dificultades, de desequilibrios, un poco como lo ha hecho la sociedad humana. Este saber fruto de la adaptación del alumno, se manifiesta por respuestas nuevas que son la prueba del aprendizaje (Brousseau, 1986, citado en Sadovsky, 2005, p. 2).

El medio con el cual interactúan los estudiantes para aprender puede ser concreto (fichas, tablero, canicas, geoplano, tangrama), verbal o escrito (problemas, ejercicios, proyectos) o tecnológico como las TIC, las TAC, las TEP y las TICCAD.

Las herramientas tecnológicas, aun cuando se han integrado en los planes y programas de estudio, no han sido exploradas en todo su potencial para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, menos aún para el desarrollo del pensamiento matemático. No obstante, hay avances en su introducción y aplicación para el tratamiento de los contenidos y para fa-

vorecer algunos tipos de pensamiento como el aritmético, algebraico y geométrico, como se puede observar en los programas de estudio de la licenciatura en Educación Primaria 2022, en los que como dominio del perfil profesional se establece el “desarrollar una cultura digital para generar procesos de aprendizaje significativo, colaborativo, ético e incluyente en diferentes escenarios y contextos coherentes con el plan y programas de estudios vigentes” (SEP, 2022d, p.12). Y de manera específica, se plantean actividades para el tratamiento de los contenidos, la comprensión de los conceptos y de manera implícita el desarrollo del pensamiento matemático empleando las TICCAD.

Este escrito tiene el propósito de analizar cómo los planes y programas de estudio de las licenciaturas en Educación Preescolar, Primaria Indígena y Primaria plantean el empleo de las herramientas tecnológicas para el desarrollo del pensamiento matemático. Se reconoce que el potencial que tienen las herramientas tecnológicas favorece la comprensión y construcción de las nociones, el desarrollo de habilidades matemáticas que son propias, los diferentes tipos de pensamiento y de manera general el pensamiento matemático.

Revisión de la literatura

Los términos empleados para las tecnologías varían de acuerdo con su empleo, de forma que no es lo mismo referirse a las TIC, TAC y TEP, actualmente en el marco de la Nueva Escuela Mexicana, se agregan las TICCAD como herramientas que desarrollan la cultura digital. En este apartado revisaremos cómo las herramientas tecnológicas son propuestas para el desarrollo del pensamiento matemático y cuál es la definición de este tipo de pensamiento.

Las herramientas tecnológicas en la formación docente

El uso de las herramientas tecnológicas en la formación de los licenciados en educación preescolar y primaria cobró relevancia en el periodo de con-

finamiento y posconfinamiento debido a que fueron el medio de comunicación e interacción entre docentes y alumnos, quienes debieron adaptarse y aprender a emplearlas de manera didáctica y pedagógica. Esto no quiere decir que antes no se hubieran empleado de esta forma, sino que en estos periodos su uso fue con mayor intención y focalizado en que los estudiantes lograran desarrollar sus competencias, en este caso del perfil de egreso de su licenciatura en Educación.

Si bien, el internet, las computadoras, las plataformas y las aplicaciones tenían un espacio importante en el aula de clases, estas estaban centradas en apoyar al docente y a los alumnos como herramientas de búsqueda de información y apoyo al momento de desarrollar la clase, tal parece que las presentaciones en Power Point habían sustituido a las diapositivas, como estas habían sustituido a las láminas pero la clase seguía centrándose en la exposición y explicación del maestro. El confinamiento trajo como efecto positivo el empleo de las TIC con un uso más consciente de los docentes y estudiantes que tuvieron que aprender a emplearlas no sólo para exponer, sino para interactuar con los estudiantes y los estudiantes con sus pares. Es así que las herramientas tecnológicas centradas en el aprendizaje de los estudiantes diversificaron la forma de enseñanza, el uso de materiales distintos a los empleados de manera regular en el aula y se favoreció el desarrollo de habilidades tecnológicas, entre otros efectos positivos.

Las TAC, a diferencia de las TIC, son empleadas de manera consciente por parte de docentes y estudiantes, las primeras tienen el propósito de que los estudiantes aprendan de manera autónoma, empleándolas para interactuar con la información para comprender el objeto de conocimiento. Los segundos no son siempre conscientes de que su empleo favorecerá la interacción con el objeto de conocimiento, sin embargo, a medida que se emplean van comprendiendo esta intencionalidad del docente, por el hecho de que le encuentran sentido a lo que hacen, que ya no es un simple uso, sino que pueden comprender el objeto de conocimiento e intercambiar con otros el mismo que se apropiaron a partir de esta interacción.

El proceso por el cual se adquiere esta intencionalidad del alumno con el medio de aprendizaje se denomina devolución de la situación didáctica (Brousseau, 1986). Y como se ha referido, involucra más que la simple búsqueda de información, demanda interactuar con el medio, en este caso

las herramientas tecnológicas con el propósito de aprender. Implica la intención del maestro para devolver una situación con la que los estudiantes aprendan y, en el caso concreto, desarrollen su pensamiento matemático, también involucra al estudiante de manera autónoma y activa en su aprendizaje.

Los programas de curso de las licenciaturas en Educación 2022, vinculados al pensamiento matemático, sugieren el uso de las TICCAD, término que rebasa o incluye la denominación de las tecnologías anteriores y su empleo coadyuva al desarrollo de la cultura digital en el aula debido a que: (a) facilitan el desarrollo de las habilidades, saberes y competencias digitales, (b) potencian la creatividad y motivación de los alumnos y (c) son fundamentales para fortalecer la labor de los docentes.

Pensamiento matemático

El pensamiento matemático, como refiere Cantoral,*et al.* (2011, p. 19), suele interpretarse de diferentes formas, “por un lado, se le entiende como una reflexión espontánea que los matemáticos realizan sobre la naturaleza de su conocimiento y sobre la naturaleza del proceso de descubrimiento e invención en matemáticas”, esta concepción se refiere al pensamiento de las personas que se dedican a la investigación o estudio de las matemáticas. “Por otra, se entiende al pensamiento matemático como parte de un ambiente científico en el cual los conceptos y técnicas matemáticas surgen y se desarrollan en la resolución de tareas”, en esta noción, cabe la actividad matemática que se desarrolla en las aulas como parte de los procesos de enseñanza y aprendizaje; “una tercera visión considera que el pensamiento matemático se desarrolla en todos los seres humanos en el enfrentamiento cotidiano a múltiples tareas”.

El pensamiento matemático no es exclusivo de las personas dedicadas a investigar o estudiar de manera formal las matemáticas, este se puede desarrollar en todas las personas que realizan cualquier tipo de actividad matemática, esto es, los estudiantes que resuelven problemas, ejercicios o proyectos y quienes están implicados en alguna actividad en la que se empleen explícita o implícitamente las matemáticas. Y es debido a su importancia

que se ha integrado a los planes de estudio de educación básica, media superior y de las licenciaturas en Educación.

[...] se necesita el pensamiento matemático para favorecer el entendimiento de un mundo donde la matemática, la tecnología, la ingeniería, la estadística, la probabilidad han tomado un papel preponderante y exigen tantos conocimientos matemáticos como espacios para organizarlos y reflexionarlos, al tiempo que se reflexiona en los procesos de pensamiento asociados (SEP, 2022a, p. 6).

Existen diferentes tipos de pensamiento matemático: cuantitativo, aritmético, probabilístico, geométrico, estadístico, algebraico, relacional, combinatorio, proporcional, espacial, aleatorio, lógico, estructural, funcional, variacional, entre otros.

Pensamiento algebraico. Tipo de pensamiento complejo que involucra la comprensión de las relaciones funcionales, la generalización de patrones y de relaciones numéricas, incluye el uso de estructuras y símbolos para formalizar generalizaciones (SEP, 2022a, p. 25).

Los diferentes tipos de pensamiento, así como sus procesos, procedimientos, habilidades y destrezas conforman el pensamiento matemático, por lo que es importante recuperar una definición que incluya la mejor descripción de este.

El pensamiento matemático es un recurso sociocognitivo que involucra diversas actividades desde la ejecución de operaciones y el desarrollo de procedimientos y algoritmos hasta los procesos mentales abstractos que se dan cuando el sujeto participa del quehacer matemático, al resolver problemas, usar o crear modelos, y le dan la posibilidad de elaborar tanto conjeturas como argumentos; organizar, sustentar y comunicar ideas (SEP, 2022a, p. 23).

Así, el pensamiento matemático es un conjunto de procesos mentales complejos que involucra: procesos de razonamiento, procedimientos, interacción y lenguaje matemático, y solución de problemas y modelación. Con

estas categorías se pretende que los estudiantes establezcan relaciones entre las matemáticas con otras áreas del conocimiento, aplicarlas para tomar mejores decisiones y valorarlas por su belleza y utilidad en la vida cotidiana.

En el curso Álgebra. Su aprendizaje y su enseñanza (SEP, 2022f, p. 5), se integró una noción que puede apoyar la comprensión del pensamiento matemático:

El pensamiento matemático hace referencia a todas las prácticas que se realizan en una cultura relacionada con las matemáticas, como las actividades de contar, medir, representar, inferir y modelar; que realiza una comunidad y por tanto hacen parte de las representaciones culturales de la misma. Estas son entonces prácticas sociales, por lo tanto, el pensamiento matemático no se refiere exclusivamente a “las matemáticas como saber disciplinario”, sino que incluye las prácticas sociales con matemáticas (Chevallard, 1997).

Esta noción amplía e integra las tres visiones aportadas por Cantoral (2011), la visión científica, escolar y social; por tanto, los cursos vinculados al pensamiento matemático en la formación del futuro docente de los planes de estudio 2022, están favoreciendo una visión amplia del pensamiento matemático y cómo desarrollarlo.

Descripción del método

Se determinó que el análisis se centra en los planes de estudio de educación básica, Aprendizajes Clave para la Formación Integral 2017 y Planes de Estudio de la Educación Básica 2022, porque son los elementos curriculares que tendrían que dominar los futuros estudiantes. Además, para conocer cómo están vinculados a los planes de estudio de los futuros licenciados en educación y cómo están integradas las TAC para el desarrollo del pensamiento matemático. Se analizaron también los planes de estudio 2017 y 2022 de las licenciaturas en Educación Preescolar, Primaria Indígena con Enfoque Intercultural Bilingüe y Primaria, porque en estos quien escribe se desempeñó como docente durante y es en los que se tiene más información de su contenido e implementación.

Las categorías de análisis para los planes y programas de estudio son: pensamiento matemático y herramientas tecnológicas, considerando como ejes: el propósito de los cursos para determinar la importancia que tiene el desarrollo del pensamiento matemático en el curso; el perfil profesional en el que se integran dominios y desempeños vinculados al empleo de las herramientas tecnológicas; los contenidos del curso que se encuentran directamente vinculados al desarrollo del pensamiento matemático; los recursos de apoyo para el desarrollo del pensamiento matemático con apoyo de las herramientas tecnológicas y, por último, se establece la congruencia entre el perfil profesional y la propuesta específica del curso en torno a su empleo.

Cabe mencionar que los ejes son un referente para el análisis, no obstante, debido a la naturaleza de los planes y programas de estudio de educación básica y licenciaturas en educación, estos no contienen los mismos elementos curriculares, por lo que los ejes se utilizan de manera general, enfatizando la vinculación directa con las categorías: el pensamiento y las herramientas tecnológicas.

Planes y programas de estudio de educación básica y licenciaturas en educación

Los planes y programas de estudio de la educación básica 2017 están integrados por campos formativos en los que se incluyen las asignaturas. Es así que existen tres campos formativos: Lenguaje y Comunicación, Pensamiento Matemático, y Exploración y Comprensión del Mundo Natural y Social; el pensamiento matemático está incluido en el campo formativo del mismo nombre. En los planes de estudio de la educación básica 2022, los campos formativos son: Saberes y pensamiento científico, Ética, naturaleza y sociedad, Lenguajes, De lo humano a lo comunitario; el pensamiento matemático tiene lugar en el campo Saberes y pensamiento científico. Por otra parte, en los planes y programas de estudio 2018 de las licenciaturas en Educación, el pensamiento matemático está integrado en los cursos de matemáticas pertenecientes al trayecto formativo Formación para la enseñanza y el aprendizaje y en los planes de estudio 2022 pertenece al trayecto Formación pedagógica, didáctica e interdisciplinar.

Plan de estudios de Educación Básica 2017

El pensamiento matemático ha sido parte fundamental de los planes y programas de estudio de educación básica, fue un campo formativo en el que se integraron los ejes y temas de matemáticas. En los tres niveles de educación básica los ejes son: Número, álgebra y variación, Forma, espacio y medida y Análisis de datos; en cada nivel se profundiza y amplía el estudio de los temas matemáticos, por ejemplo, el eje Número, álgebra y variación tiene, desde preescolar hasta secundaria los siguientes temas: Número, Adición y sustracción, Multiplicación y división, Proporcionalidad, Ecuaciones, Funciones, Patrones, figuras geométricas y expresiones equivalentes.

Es así, que aunque no se aborde de manera directa el pensamiento matemático como objeto de estudio, se deduce que todos los contenidos y aprendizajes esperados van dirigidos a este propósito, como puede observarse en el siguiente fragmento.

Además de la adquisición de un cuerpo de conocimientos lógicamente estructurados, la actividad matemática tiene la finalidad de propiciar procesos para desarrollar otras capacidades cognitivas, como clasificar, analizar, inferir, generalizar y abstraer, así como fortalecer el pensamiento lógico, el razonamiento inductivo, el deductivo y el analógico (SEP, 2017, p. 299).

Las capacidades cognitivas referidas son constitutivas del pensamiento matemático al igual que los distintos tipos de pensamiento matemático como el lógico, el inductivo, el deductivo y el analógico, e incluye otras habilidades y formas de pensamiento matemático como el cuantitativo, algebraico, proporcional, espacial, geométrico, estadístico, entre otros. Y, aunque no hay un apartado o contenido en el que se trate de conceptualizar qué es el pensamiento matemático y tampoco se alude a cómo desarrollarlo, se deja al docente este reto y se aboga por que sean los mismos contenidos los que den pauta a este desarrollo. En los planes de estudio de educación básica no hay una sugerencia directa de cómo emplear las herramientas tecnológicas para el desarrollo del pensamiento matemático, pero es indudable

que el maestro ya las empleó en las etapas de confinamiento y posconfinamiento y continúa empleándolas en esta tarea.

Plan de estudios de Educación Básica 2022

En el plan de estudios 2022, los campos formativos del plan anterior se modificaron, como es el caso del Pensamiento Matemático que se integra al campo Saberes y pensamiento científico. La integración del currículo por campos formativos¹ generales como el de Saberes y pensamiento científico, tiene entre sus propósitos la intención de desarrollar progresivamente el pensamiento lógico matemático a través de temas o problemas concretos de la vida.

En este marco, el pensamiento científico representa un modo de razonamiento que implica relaciones coherentes de conocimientos fundados en el desarrollo de habilidades para indagar, interpretar, modelizar, argumentar y explicar el entorno (SEP, 2022b, p. 152).

En la descripción del campo formativo en cuestión no se especifican los contenidos que lo integran, pero se deduce que el pensamiento matemático es parte de él porque comparte el desarrollo de habilidades como la interpretación, modelización y argumentación, además de aportar a la formación una ciudadanía crítica.

La tecnología en este plan de estudios está en menor medida referida, y en algunos fragmentos se alude a ella como parte de los medios, recursos de aprendizaje o como material de apoyo sobre los contenidos, estos últimos son “recursos en línea que los docentes pueden consultar sobre los contenidos y principios didácticos que plantean los programas de estudio” (SEP, 2022b, p. 164).

¹ Un campo formativo no es la suma de los contenidos que lo conforman y desde ahí otorga sentido a la realidad, más bien, es el trasfondo ante el que resalta lo que existe en él, en este caso la pluralidad de saberes y conocimientos con los cuales acercarse a la realidad que se quiere estudiar (SEP, 2022, p. 144).

Plan y programas de estudio de la Licenciatura en Educación Preescolar 2018

El plan y programas de estudio 2018 de la licenciatura en Educación Preescolar integra en la malla curricular tres cursos vinculados al campo formativo Pensamiento Matemático, estos cursos forman parte de la línea denominada con el mismo nombre y son: Pensamiento cuantitativo, Forma, espacio y medida y Probabilidad y estadística. Al igual que con los cursos que integran los planes y programas de estudio de educación básica, no hay una referencia directa al desarrollo del pensamiento matemático, aunque en el programa del curso Pensamiento cuantitativo, se refiere:

La expectativa mayor de este curso es que los estudiantes normalistas de la licenciatura en Educación Preescolar comprendan a profundidad el desarrollo de las nociones, conceptos y procedimientos involucrados en los números naturales y sus operaciones, de manera que esto les permita disfrutar el estudio de las matemáticas que se abordan en este curso y que usen estos conocimientos para promover el desarrollo del pensamiento cuantitativo en el nivel de educación preescolar (SEP, 2018a, p. 5).

En cuanto al desarrollo del pensamiento cuantitativo, en este programa se plantean dos estrategias didácticas: la resolución de problemas y el juego. “Se partirá de problemas que den lugar a procesos de cuantificación” (SEP, 2018a, p. 6). Estas estrategias también son sugeridas para el desarrollo del pensamiento geométrico en el curso Forma, espacio y medida, correspondiente al segundo semestre de esta licenciatura, “a través de la resolución de problemas y la consolidación de habilidades de visualización, usando actividades y prácticas (como los juegos)” (SEP, 2018b, p. 7). En el tercer semestre, el curso Probabilidad y estadística, alude al desarrollo del pensamiento estadístico apoyado con el uso de plataformas educativas como Khan Academy y aplicaciones para “ejercitar el razonamiento probabilístico y estadístico, resolver problemas” (SEP, 2018c, p. 14), también hace hincapié en el uso de las TIC, TAC y TEP.

Plan y programas de estudio de la Licenciatura en Educación Primaria Indígena con Enfoque Intercultural Bilingüe 2018

Por otra parte, los espacios curriculares de la licenciatura en Educación Primaria Indígena que forman parte de la línea formativa Pensamiento matemático, son: (a) Aritmética. Números naturales, (b) Aritmética. Números decimales y fraccionarios, (c) Álgebra, (d) Geometría y, (e) Probabilidad y estadística. En el primer semestre, el curso Aritmética. Números naturales, plantea el desarrollo del sentido numérico (SEP, 2018d), en el segundo semestre, en el curso Aritmética. Números decimales y fracciones, se pretende desarrollar el sentido numérico con el propósito de que los estudiantes “conozcan, comprendan y se expliquen diversas relaciones entre los números, sus propiedades y sus operaciones en la resolución de problemas” (SEP, 2018e, p. 5), además refiere que el docente debe:

Ser muy empático con los estudiantes estableciendo un diálogo permanente para crear un clima que favorezca la argumentación en forma oral y por escrito de sus estrategias de resolución, como parte fundamental del proceso de construcción de su pensamiento matemático.

Resalta la argumentación de sus estrategias de resolución de problemas como parte fundamental de la construcción del pensamiento matemático, esta ha sido designada por Font, Planas y Godino (2009, p. 9) como uno de los procesos matemáticos.

En el tercer semestre, en el curso Álgebra, se plantea el desarrollo de competencias algebraicas, de pensamiento lógico matemático y el pensamiento algebraico, en este curso también se sugiere el uso de las TIC, TAP y TEP para “ejercitar el razonamiento matemático”. El curso Geometría ubicado en el cuarto semestre, enfatiza el desarrollo del pensamiento geométrico y la generación de “conocimientos didácticos que permitan el desarrollo del pensamiento geométrico de los alumnos en las escuelas de práctica” (SEP, 2020, p.8), se sugiere emplear las TIC, TAP y TEP para “ejercitar el razonamiento geométrico”. En el quinto semestre, se integra el curso Probabilidad y estadística en el que se resalta el desarrollo del pensamiento

estadístico. “El curso se organiza en tres unidades de aprendizaje articuladas, que dan sentido al proceso de desarrollo del pensamiento estadístico y su aplicación en los contextos de práctica profesional” (SEP, 2022, p. 9).

Entre las preguntas que se proponen para favorecer el debate en torno a la resolución de problemas o ejercicios, resalta la siguiente, ¿cuál es la razón de ser de estos ejercicios para el desarrollo del pensamiento matemático de los alumnos? Es una pregunta que explicita el propósito general de los programas, es decir, el desarrollo del pensamiento matemático; el que aún puede pasar desapercibido tanto en los docentes como estudiantes, en el caso de los programas de curso se observa que cada uno enfatiza el desarrollo de algún tipo de pensamiento matemático: cuantitativo, lógico, algebraico, geométrico y estadístico; y para el desarrollo se resaltan las estrategias de resolución de problemas y el juego; como proceso se destaca la argumentación y para el desarrollo de las actividades y ejercitar el razonamiento se sugiere el uso de las TIC, TAP y TEP.

Plan de estudios 2022, Licenciatura en Educación Preescolar

En el plan de estudios 2022 de la licenciatura en Educación Preescolar, se integran a la malla curricular tres espacios curriculares que favorecen el desarrollo del pensamiento matemático: Construcción y didáctica del pensamiento matemático en preescolar, Didáctica del espacio, forma y medida en preescolar y Didáctica del pensamiento numérico en preescolar, este último aún está en construcción por lo que no se encuentra en la página de la Dirección General de Educación Superior para el Magisterio (DGESUM). Cabe resaltar que en este plan de estudios se integra el curso Construcción y didáctica del pensamiento matemático en preescolar, que por el título se supondría que aborde las cuestiones relativas a la construcción o desarrollo de este tipo de pensamiento, y al realizar un análisis del mismo, este tiene una perspectiva de construcción desde el enfoque social. De manera que el propósito general del curso es:

Que el estudiantado normalista comprenda la importancia de la construcción del pensamiento matemático en preescolar, así como su didáctica, desde

las implicaciones ontológicas, epistemológicas, sociales y psicopedagógicas, a través de diferentes procesos que vivencian los cambios de paradigma realizados en la didáctica de sus propios conceptos, con la finalidad de diseñar propuestas de intervención educativa innovadoras para el nivel educativo de educación preescolar en contextos diversos e inclusivos, que contribuyan en el desarrollo de su pensamiento crítico y reflexivo (SEB, 2022c, p. 5).

Los contenidos del curso están dirigidos a: (a) reconocer la importancia de las matemáticas en la sociedad, (b) conocer cómo los niños de preescolar se apropian de conceptos matemáticos mediante la revisión de las teorías del aprendizaje, (c) contextualizar, conocer y comparar las diversas aportaciones a la didáctica de la matemática desde un enfoque histórico-epistémico y (d) conocer los contenidos del plan de estudios de educación básica relacionados con el pensamiento matemático en el nivel preescolar.

A diferencia de los cursos del anterior plan de estudios, en este curso falta hacer hincapié en el enfoque didáctico de las matemáticas con los contenidos. Se espera que sea el docente del curso quien realice la vinculación teoría con práctica y además aporte elementos didácticos para que el futuro docente desarrolle el de sus alumnos de preescolar. Los contenidos aportan el marco epistémico, pero falta apoyar al docente y estudiantes en cómo desarrollarlo. Entre las actividades que se proponen se encuentran algunas que pueden apoyar el desarrollo del pensamiento matemático: “resolver algunos problemas aritméticos, explicar los procedimientos y estrategias que se utilizan” (SEB, 2022c, p. 30).

En relación con el uso de las herramientas tecnológicas, este curso está vinculado con los cursos de Tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje y la enseñanza y Entornos virtuales de aprendizaje para la educación híbrida: su pedagogía y didáctica; sin embargo, esta vinculación está referida al empleo de las TIC como una herramienta de apoyo para la búsqueda de información o comunicación y la entrega de tareas. En contraste con el perfil profesional que enfatiza como el dominio “Desarrolla una cultura digital para generar procesos de aprendizaje significativo, colaborativo, ético e incluyente en diferentes escenarios y contextos coherentes con el plan y programas de estudios vigentes”; en este se observa el cambio de perspectiva con respecto al uso de la tecnología, ahora como herramienta que fa-

vorece el desarrollo de la cultura digital y, por tanto, se alude a las TAC; no obstante, en el apartado orientaciones para el aprendizaje y la enseñanza, nuevamente se desdibuja este dominio al señalar el empleo de las video clases en el caso de que se viva otra emergencia sanitaria.

El programa del curso Didáctica del espacio, forma y medida en preescolar, tiene como propósito general coadyuvar al desarrollo del pensamiento matemático en preescolar, tal como se establece en el mismo:

Que el estudiantado normalista diseñe y aplique propuestas de intervención desde una mirada social, cooperativa, incluyente y contextualizada, utilizando como referente las teorías, investigaciones, experiencias comunitarias y los planes de estudio vigentes sobre espacio, forma y medida, con el objeto de coadyuvar en el desarrollo de Pensamiento Matemático en las niñas y niños de preescolar (SEP, 2022d, p. 5).

Los contenidos que se plantean para el logro del propósito y dirigidos al desarrollo del pensamiento geométrico son: La Teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial, El desarrollo del pensamiento geométrico de las niñas y niños de preescolar, Recursos y materiales didácticos para el aprendizaje de la geometría; los contenidos se abordan a partir del análisis de las fuentes de consulta debido a que se busca aportar explicaciones teóricas que permitan a los futuros docentes comprender cómo se forma el pensamiento geométrico de los niños preescolares. En relación con los recursos y materiales didácticos, se enfatiza en el juego, los materiales manipulables como el tangram, geoplano, bloques de bienes, regletas; las técnicas de origami, teselaciones; el empleo de *software*.

El curso está vinculado con los cursos Tecnologías digitales para el aprendizaje y la enseñanza y Entornos virtuales de aprendizaje para la educación híbrida: su pedagogía y didáctica; las razones por las que se establece esta vinculación son la información disponible en internet y la comunicación que existe entre los miembros de redes o simplemente para informar de las tareas. Las razones anteriores dejan al margen el dominio del perfil profesional, “desarrolla una cultura digital para generar procesos de aprendizaje significativo, colaborativo, ético e incluyente en diversos escenarios y contextos coherentes con el plan y programas de estudio vigentes” (SEP,

2022d, p. 12) y en su desempeño “promueve en las niñas y niños la utilización de las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD) para la investigación, a partir de sus intereses y con apoyo de sus madres padres o personas tutoras, considerando el contexto” (SEP, 2022d, p. 12).

Plan de estudios 2022, Licenciatura en Educación Primaria

El plan de estudios de la licenciatura en Educación Primaria está integrado por tres cursos vinculados al Pensamiento matemático: Aritmética. Su aprendizaje y su enseñanza, Álgebra. Su aprendizaje y su enseñanza, Geometría. Su aprendizaje y su enseñanza; estos cursos pertenecen al trayecto Formación pedagógica, didáctica e Interdisciplinar.

En el programa del curso Aritmética. Su aprendizaje y su enseñanza, los contenidos están orientados por dos propósitos: el primero, se pretende que los estudiantes amplíen sus conocimientos matemáticos y el segundo, que conozcan las formas de enseñanza de los profesores observando los procesos que realizan los alumnos en su aprendizaje. En el perfil profesional se incluye el dominio y desempeño, vinculado con las TICCAD:

Desarrolla una cultura digital para generar procesos de aprendizaje significativo, colaborativo e incluyente en diferentes escenarios y contextos.

Crea materiales didácticos físicos y virtuales, considerando la diversidad de su grupo y los recursos con los que cuenta la comunidad, para favorecer el aprendizaje en diversas áreas del conocimiento y vida social de las y los niños de educación primaria (SEP, 2022e, p. 8).

El contenido que se encuentra vinculado al desarrollo del pensamiento matemático usando las TICCAD es: Uso de los recursos digitales y didácticos como medio para la construcción del concepto de número. Entre las estrategias de enseñanza que se emplean para el desarrollo del sentido numérico se encuentran: las situaciones didácticas y la resolución de problemas, como recursos pedagógicos se proponen: el estudio de caso y el proyecto. En relación con el uso de las herramientas tecnológicas, se sugiere incorporar las

TICCAD para el tratamiento de los contenidos que así lo requieran. En este curso, se sugiere realizar la actividad adicional en la página Khan Academy para ejercitar la clasificación entre números racionales e irracionales. De igual forma, emplear el applet en, <https://www.geogebra.org/m/d9B9qPZT> para apoyar la construcción del concepto de fracción y su empleo en la enseñanza de estas en el aula de educación primaria. Este curso es el primero que explicita el uso de las tecnologías para la construcción de conceptos y de manera implícita el desarrollo del pensamiento matemático, con recursos digitales específicos como Kan Academy o Geogebra, además de describir las actividades que se pueden aplicar con los futuros docentes.

El curso Algebra. Su aprendizaje y su enseñanza, tiene como propósito:

Desarrollar el pensamiento algebraico y su didáctica a través de la intervención de procesos de generalización y simbolización al abordar objetos algebraicos inmersos en el pensamiento estructural, funcional y variacional al identificar patrones, reconocer reglas y generalizar desde el álgebra temprana (*Early algebra*) con la finalidad de desarrollar distintos componentes del conocimiento didáctico matemático que les permita realizar prácticas idóneas en las que se favorezca un pensamiento algebraico en las y los alumnos de primaria (SEB, 2022f, p. 7).

Este curso está centrado en la búsqueda y comprensión de elementos propios del pensamiento algebraico que deben ser desarrollados en los alumnos de educación básica a partir del enfoque denominado *early algebra*, por parte del futuro docente, quien se apropiará de elementos didácticos para tal fin.

El perfil profesional enfatiza el desarrollo de una cultura digital utilizando de manera crítica los recursos y herramientas de las culturas digitales. Los contenidos vinculados al desarrollo del pensamiento matemático son: desarrollo de habilidades matemáticas encaminadas al pensamiento algebraico, estrategias didácticas para desarrollar el pensamiento estructural, patrones geométricos, los problemas matemáticos de proporcionalidad como situaciones de variación y cambio, la generalización en la resolución de problemas de proporcionalidad, la modelización matemática como herramienta didáctica del desarrollo del pensamiento variacional.

El empleo de las TICCAD para favorecer la generalización en la resolución de problemas de comparación de razones se plantea con el empleo de los interactivos “razón unitaria” y “explorador de igualdades intro” con el simulador PHET: interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/filtrer?subjects=math&type=html,prototype>. La app de Geogebra se sugiere como apoyo a las actividades que involucran el estudio del comportamiento gráfico de funciones de la forma $y = mx + b$. Las actividades usando las herramientas tecnológicas se realizan con apoyo de hojas de trabajo diseñadas para favorecer la exploración de igualdades, razones y proporciones, proporción directa, en las que se agregan preguntas de reflexión en torno a estas herramientas digitales, ¿cómo te ayudó el recurso digital para dar respuesta las tareas?, ¿cómo te ayudó el uso de este interactivo para comprender las relaciones entre velocidad, distancia y tiempo en una situación de carrera de automóviles?, ¿cómo favoreció el recurso digital la obtención de la fórmula? (SEP, 2022f, p. 56).

En el tercer semestre se integra el curso Geometría. Su aprendizaje y su enseñanza, correspondiente al trayecto formativo: Formación pedagógica, didáctica e interdisciplinaria. El propósito general es:

Que las y los estudiantes normalistas consoliden saberes en torno a la geometría plana y espacial que les permitan implementar estrategias didácticas en educación primaria que fomenten el desarrollo de habilidades del pensamiento lógico, científico y crítico necesarias para realizar una intervención pedagógica y didáctica pertinente en diferentes contextos (SEP, 2023, p. 5).

Este propósito favorece la ampliación y profundización el conocimiento geométrico, a partir del cual el futuro docente pueda implementar estrategias didácticas para desarrollar el pensamiento geométrico de los alumnos de educación primaria. El dominio y desempeño del perfil profesional vinculado al desarrollo del pensamiento geométrico empleando las herramientas digitales es:

Desarrolla una cultura digital para generar procesos de aprendizaje significativo, colaborativo e incluyente en diferentes escenarios y contextos.

Crea materiales didácticos, físicos y virtuales, considerando la diversi-

dad de su grupo y los recursos con los que cuenta la comunidad para favorecer el aprendizaje en diversas áreas del conocimiento y vida social de los niños de primaria.

Aplica estrategias basadas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, que permitan a los niños la reflexión en torno a sus aprendizajes.

Los contenidos que se encuentran vinculados al desarrollo del pensamiento geométricos son: tareas para el desarrollo del pensamiento geométrico, habilidades para desarrollar el pensamiento geométrico, la resolución de problemas en la enseñanza de la geometría. Se sugiere la incorporación de las TICCAD para el tratamiento de los contenidos, empleando las aplicaciones y plataformas, como es el caso del *software* Geogebra para la construcción y análisis de polígonos o actividades de longitud, perímetro y área, el tutorial para la construcción del geoplano, diseño de secuencias didácticas para un grado específico de educación primaria, manipulando un geoplano virtual disponible en: <https://apps.mathlearningcenter.org/geoboard/>, se incluye la actividad del juego con recursos tecnológicos, en el que el estudiante evidenciará creatividad y dominio en el uso de la tecnología para el diseño del juego, videos elaborados por los estudiantes para el tratamiento didáctico de los contenidos de volumen o capacidad en la escuela primaria.

En los programas de curso se encuentra un apartado denominado experiencia docente para, en la que se describen los conocimientos, habilidades y actitudes requeridos para designar a los docentes responsables de los cursos, entre estos rasgos destaca el “uso de herramientas y *softwares* educativos relacionados con la geometría” (SEP, 2023, p. 70). Ya que es imprescindible que el docente favorezca el empleo de las herramientas digitales en el desarrollo del pensamiento geométrico y no sólo como medio para la búsqueda de información o entrega de tareas.

Resultados

Las herramientas tecnológicas se emplearon por largo tiempo como recurso de apoyo, sin embargo, a medida que avanzó el desarrollo de *software*,

aplicaciones y plataformas *online*, se tuvieron mejores y mayores recursos para diversificar su uso; en el caso de las matemáticas, estas son diversas, de tal manera que su uso como medio para la enseñanza y el aprendizaje es imprescindible. Y se emplean no sólo para mostrar imágenes o información para explicar en la clase, como al usar Power Point y Prezzi y menos aún para almacenar información con Google Drive o asignar y evaluar trabajos académicos con Teams. Con respecto a lo anterior, Coll (2007), refiere:

[...] la penetración de las TIC en los centros educativos y en las aulas es aún limitada, y su capacidad efectiva para transformar las dinámicas de trabajo de profesores y estudiantes en los centros y los procesos de enseñanza y aprendizaje en las aulas está por lo general, y con las excepciones de rigor, muy por debajo del potencial transformador e innovador que habitualmente se atribuye a las TIC.

Los planes y programas de estudio de educación básica tienen el campo formativo pensamiento matemático integrado a su modelo educativo, no obstante, el desarrollo de este sólo se puede deducir por los contenidos que integran los programas de los cursos, debido a que no describen explícitamente a los docentes y futuros docentes cómo desarrollarlo y en los planes de estudio existe una ausencia al vincular los contenidos con el empleo de las herramientas tecnológicas, es así que se pierde la oportunidad de aprovechar el potencial que tienen estas para tal desarrollo.

En los planes y programas de estudio 2018, de las licenciaturas en Educación que se analizaron en este capítulo, los programas sugieren el empleo de las TIC, TAC y TEP para apoyar el desarrollo del pensamiento matemático, tales como Khan Academy o Geogebra sin especificar cómo emplearlas, por lo que los docentes continúan empleándolas sólo como fuentes de información y comunicación.

El avance más significativo en el empleo de las TAC se estableció en los programas de estudio de las licenciaturas en Educación 2022, en los que además de sugerir su uso para apoyar el tratamiento de los contenidos, se incluyen actividades específicas con su uso, tanto para apoyar la búsqueda y comprensión de información como medio para el aprendizaje. Tal vez para algunos docentes pueda constituir agregados que no son necesarios porque

ya emplean las TAC o TICCAD de forma cotidiana, sin embargo, lo es para los formadores de docentes que pueden tener el dominio disciplinar, pero no el didáctico ni el tecnológico.

Los programas señalan como rasgos de la experiencia docente el uso de herramientas y *software* educativos, sin embargo, el hecho de que lo empleen no quiere decir que lo hagan para desarrollar en este caso el pensamiento matemático, tendría el docente que dominar los conocimientos disciplinares, la didáctica y la tecnología.

Constituye un avance significativo que los programas de curso de la licenciatura en Educación Primaria 2022, integren actividades específicas para el trabajo de los contenidos matemáticos sean estos aritméticos, algebraicos o geométricos, además de incluir hojas de trabajo en los que también se plantean preguntas que favorecen la reflexión en torno a cómo las tecnologías apoyan la comprensión de las nociones matemáticas, esto es, se profundiza en su uso como medio para el aprendizaje.

Conclusiones

El desarrollo de una cultura digital resaltada en los programas de estudio de las licenciaturas en Educación 2022, requiere de emplear las tecnologías de forma consciente, crítica y creativa para favorecer el desarrollo, en este caso, del pensamiento matemático, el que requiere a su vez de otros tipos de pensamiento a desarrollar, además de conocimientos y habilidades. Y para los que también en estos planes y programas ya se integraron actividades que favorecen este desarrollo, en apoyo a los docentes formadores y en formación. En los programas de curso de la licenciatura en Educación Primaria 2022, ya se muestra el avance de este empleo al hacer hincapié en eso de las TICCAD a partir de actividades que aportan mayor comprensión en su aplicación, el cómo favorecer y con qué recursos el desarrollo de pensamiento matemático con planteamientos concretos constituye un logro en los programas de estudio.

Así, en los planes y programas de estudio para la formación de licenciados en educación existe un avance gradual en la integración de las herramientas tecnológicas como apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje

de las matemáticas, constituyéndose como un medio para la comprensión de los objetos matemáticos, el análisis de procesos, el desarrollo de habilidades que en conjunto integran el pensamiento matemático. El potencial que tienen estas herramientas puede generarse a partir de que los diseñadores propongan situaciones didácticas como parte de las actividades para ser implementadas en el aula en lugar de únicamente sugerir su uso.

Referencias

- Brousseau, G. (1886). *Fundamentos y Métodos de la Didáctica de las Matemáticas*. https://www.academia.edu/7460372/Fundamentos_Brousseau
- Coll, C. (2007). TIC y prácticas educativas: realidades y expectativas. http://psyed.edu.es/archivos/grintie/CC_TIC_07.pdf
- Cantoral, R., et al. (2011). *Desarrollo del pensamiento matemático*. México: Trillas.
- Font, V., Planas, N. y J. Godino (2009). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y aprendizaje*, 33 (2). https://www.ugr.es/~jgodino/eos/modelo_anadida_25junio09.pdf
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2017). *Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Matemáticas*. https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES_CLAVE_PARA_LA_EDUCACION_INTEGRAL.pdf
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2018a). *Pensamiento Cuantitativo. Plan de estudios 2018. Licenciatura en educación preescolar*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2018b). *Forma, espacio y medida. Plan de estudios 2018. Licenciatura en educación preescolar*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2018c). *Probabilidad y estadística. Plan de estudios 2128. Licenciatura en educación preescolar*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2018d). *Aritmética. Números naturales. Plan de estudios 2018. Licenciatura en educación primaria indígena con enfoque intercultural bilingüe*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2018d). *Aritmética. Números decimales y fracciones. Plan de estudios 2018. Licenciatura en educación primaria indígena con enfoque intercultural bilingüe*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2022a). *Pensamiento matemático. Recurso sociocognitivo*. http://desarrolloprofesionaldocente.sems.gob.mx/convocatoria4_2022/files/Recurso%20sociocognitivo%20Pensamiento%20Matem%C3%A1tico.pdf
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2022b). *Plan de estudios de la educación básica 2022*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2022c). *Construcción y didáctica del pensamiento matemático en preescolar*. México: SEP.

- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2022d). *Didáctica del espacio, forma y medida en preescolar*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2022e). *Aritmética. Su enseñanza y aprendizaje*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2022f). *Álgebra. Su aprendizaje y su enseñanza*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2023). *Geometría. Su aprendizaje y su enseñanza*. México: SEP.