

Vol. 25, 2023/e01

Práctica docente y metacognición en bachillerato para favorecer el aprendizaje de las matemáticas

Teaching Practice and Metacognition in High School to Promote Learning in Mathematics

Milagros de Jesús Cázares Balderas (*) <https://orcid.org/0000-0002-7533-2902>
David Alfonso Páez (*) <https://orcid.org/0000-0002-4499-4452>

(*) Universidad Autónoma de Aguascalientes, México
(Recibido: 19 de mayo de 2019; Aceptado para su publicación: 23 de noviembre de 2020)

Cómo citar: Cázares, M. de J. y Páez, D. A. (2023). Práctica docente y metacognición en bachillerato para favorecer el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 25, e01, 1-14. <https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e01.4227>

Resumen

El objetivo de este artículo es identificar la noción que tiene el profesor de matemáticas sobre la metacognición y cómo promoverla en el aula de bachillerato para favorecer el aprendizaje en los estudiantes. Se entrevistó a dos profesores que imparten matemáticas en instituciones mexicanas de Educación Media Superior (bachillerato), para lo cual se diseñó una guía que tomó como referente el Modelo Educativo Obligatorio, conocimientos conceptuales y experiencia docente. Los resultados muestran que los participantes tienen conocimiento básico sobre metacognición y promueven la planeación, monitoreo y evaluación ante un problema dado, aunque no las reconocen como estrategias metacognitivas ni las relacionan con el aprendizaje autorregulado. Se requieren estudios que profundicen sobre el impacto de la práctica docente en el desarrollo e implementación de estrategias metacognitivas y la autorregulación del aprendizaje en matemáticas.

Palabras clave: profesor de matemáticas, metacognición, estrategias de aprendizaje, resolución de problemas

Abstract

The objective of this article is to identify mathematics teachers' notions of metacognition and how it can be promoted in high school classrooms to support student learning. Two mathematics teachers working in Mexican upper secondary education (a high school) were interviewed following a guide designed around the obligatory educational model, conceptual knowledge, and teacher experience. The results show that participants have some basic knowledge of metacognition and promote planning, monitoring, and evaluation for a given problem, but fail to recognize these activities as metacognitive strategies or associate them with self-regulated learning. Further research is needed to gain deeper insight into the impact of teaching practice on the development and implementation of metacognitive strategies and self-regulation of learning in mathematics.

Keywords: mathematics teachers, metacognition, learning strategies, problem solving

I. Introducción

El tema de la metacognición en matemáticas ha sido objeto de estudio en las últimas cinco décadas (Desoete y de Craene, 2019), y está centrado en cómo y por qué los estudiantes regulan su conocimiento ante la solución de problemas matemáticos (Preiss et al., 2018). Desde el enfoque de la metacognición, se apunta que la resolución de problemas matemáticos permite desarrollar procesos cognitivos de nivel superior y estrategias de solución; además, posibilita la autonomía en el aprendizaje (Schoenfeld, 2012; Rigo et al., 2010). Asimismo, un problema es “el conjunto de actividades organizadas y orientadas, con una o múltiples estrategias de solución, donde es posible utilizar diversas representaciones, lo cual permite a los estudiantes involucrarse con la actividad matemática” (Chávez y Martínez, 2018, p. 215).

A partir de ello, investigadores como Apaydin y Hossary (2017) y Ricoy y Couto (2018) plantean la necesidad de estudiar qué sabe el profesor sobre metacognición y cómo a partir de su práctica se genera la autorregulación del aprendizaje. Dignath-van Ewijk y van der Werf (2012) afirman que las concepciones que el docente de matemáticas tiene sobre metacognición se reflejan en sus acciones.

Una forma de potencializar la metacognición en matemáticas es cuando el profesor busca que el estudiante sea un sujeto reflexivo de lo que hace y de lo que aprende, y que sea capaz de trasladar su conocimiento a otros problemas matemáticos y a su vida cotidiana (Basso y Abrahão, 2018). En México, éste es un objetivo didáctico que plantea el Modelo de Educación Obligatoria (MEO) para el profesor que imparte matemáticas en la Educación Media Superior (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2017); sin embargo, para tal logro, ¿qué conocimientos requiere o debe tener el docente de este nivel educativo y con qué herramientas didácticas cuenta para favorecer estrategias metacognitivas en sus estudiantes?

La revisión de literatura muestra que los estudios están centrados, principalmente, en discutir el papel del profesor de educación básica en y para la promoción de estrategias metacognitivas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Özsoy, 2011). Basso y Abrahão (2018) plantean la necesidad de estudiar la práctica docente en niveles educativos posteriores, donde la matemática se vuelve más compleja de comprender para los estudiantes; además, como menciona Preiss et al. (2018), el alumno de cualquier nivel educativo requiere autorregular su aprendizaje con la finalidad de ser un sujeto que controle y construya su conocimiento. En este sentido, el presente artículo tiene el interés de contribuir al impacto que tiene la práctica docente en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Educación Media Superior; en especial, como objetivo, dar cuenta de las nociones que el profesor de ese nivel educativo (bachillerato) tiene sobre metacognición, su relevancia en el aprendizaje de las matemáticas y cómo él, según su experiencia, genera en los estudiantes estrategias metacognitivas para un aprendizaje autorregulado en matemáticas.

1.1 Estrategias metacognitivas en la clase de matemáticas

El concepto de metacognición hace referencia a procesos y estrategias cognitivas para resolver un problema matemático, por ejemplo: planear o seleccionar el procedimiento de solución, monitorear, controlar la operación cognitiva para resolverlo, así como dirigir y evaluar el producto (Desoete y de Craene, 2019). De acuerdo con su definición, la metacognición se caracteriza por la *toma* y el *control* que tiene el estudiante ante un problema dado (García et al., 2015), es decir:

Por un lado, el alumno tiene conocimiento de sus procesos cognitivos, del problema matemático dado y del procedimiento de solución (Martínez, 2017). Al respecto, Klimenko y Alvares (2009, p. 18) afirman que, en ocasiones, “un estudiante al abordar un problema comprende que éste pertenece a un tema desconocido para él... que la manera en la cual está expuesto dificulta su comprensión... y que realizar un gráfico le ayudará a visualizarlo y entenderlo mejor”. Para Schoenfeld (2012), este tipo de conocimiento se refiere a las creencias que tiene el sujeto sobre sí mismo, el problema y los procedimientos de solución.

Por otro, el control es la supervisión activa de la organización y regularización de ese conocimiento que tiene el estudiante, mediante tres estrategias metacognitivas: planear un procedimiento de solución, monitorear y evaluar ese plan y su resultado. Se espera que al solucionar un problema el estudiante sea

capaz de desarrollar un plan de acción, seleccione el procedimiento más viable, monitoree su implementación y controle sus acciones, evalúe esa implementación y determine si cumplió el plan, así como valorar lo que utilizó y lo que aprendió (Wulandari y Minarni, 2018).

El interés actual sobre metacognición en matemáticas ha dado origen al desarrollo de pedagogías que centran su atención en el aprendizaje como un proceso donde el estudiante sea capaz de autorregularse (Martínez, 2017; Wulandari y Minarni, 2018) y como una estrategia de aprendizaje que puede ser enseñada y modelada por el profesor (Díaz et al., 2017). En relación con esto último, Ellis et al. (2014) y Fourés (2011) afirman que a través de la práctica docente se pueden promover y potencializar tres estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las matemáticas: planeación, monitoreo y evaluación. A continuación se describe cada una de ellas:

- La planeación está relacionada con determinar el procedimiento de solución a un problema matemático y anticipar las actividades a realizar (Fourés, 2011). Una manera de promoverla en el aula es mediante preguntas que lleven al alumno a reflexionar y establecer el o los procedimientos que requiere para resolver el problema, dar cuenta de si la instrucción es clara e identificar los datos clave del problema para determinar el procedimiento de solución (Ellis et al., 2014).
- El monitoreo consiste en supervisar y rectificar la implementación del procedimiento (Jaramillo y Simbaña, 2014). Para lograr esta estrategia, el docente puede incentivar en el alumno el interés por estar al tanto del procedimiento hasta llegar a la solución del problema con la finalidad de identificar posibles errores en su ejecución, tener que hacer ajustes al grado de cambiar o validar el procedimiento y su implementación (Osses y Jaramillo, 2008).
- La evaluación se refiere a valorar el procedimiento de solución, contrastar los resultados y definir si han sido eficaces y correctos (Fourés, 2011). Para desarrollar la evaluación en clases, el profesor debe incentivar al estudiante a que verifique y argumente si el procedimiento y la solución del problema son los correctos, determinar si el plan diseñado y la forma de ejecutarlo son los adecuados, así como orientarlo a generalizar lo aprendido e identificar otros problemas similares que se puedan resolver con el mismo plan (Özsoy y Ataman, 2009).

Autores como Rigo et al. (2010) afirman que existe una diversidad de estudios centrados en describir la metacognición en los alumnos, pero pocos analizan el papel del maestro y su adherencia, como un factor, a la metacognición y autorregulación del aprendizaje en matemáticas. Además, dichos autores consideran que existe una menor cantidad de estudios sobre concepciones que el profesor tiene sobre este tema, especialmente, en bachillerato.

1.2 Enseñar metacognición desde la normativa oficial

En México se tiene la normativa MEO (SEP, 2017), cuya finalidad es promover “conocimientos, habilidades, actitudes y valores que les permiten a los estudiantes aprender a lo largo de la vida” (p.11), además, orienta las prácticas de los actores involucrados en el quehacer educativo nacional, por ejemplo, los docentes de bachillerato. El MEO plantea que el estudiante debe ser un sujeto consciente de su proceso de aprendizaje en términos de controlar cómo y qué aprende; para ello, la normativa busca que el alumno desarrolle y mejore sus procesos metacognitivos de modo que lo lleven a ser autónomo en su propio aprendizaje.

Para lograr la metacognición, el MEO le demanda al profesor de matemáticas generar espacios donde el estudiante reflexione sobre su aprendizaje y las posibles dificultades que se le presentan, con el objetivo de evitarlas o corregirlas; es decir, llevar al alumno a que sea consciente, controle su aprendizaje y construya conocimiento. Al respecto, el MEO plantea que “la escuela d[é] cabida a la autorregulación... para promover el desarrollo de conocimientos (SEP, 2017, p. 98).

Lo anterior implica que el profesor de matemáticas de bachillerato tenga conocimiento sobre qué es y cómo lograr en sus estudiantes la reflexión y la autorregulación de su aprendizaje. De acuerdo con el MEO, la reflexión se da en términos de metacognición y se refiere a la toma y control de las posibles dificultades.

La reflexión es vista como un proceso en el que el alumno “piensa en pensar para desarrollar una estrategia” que lo lleva a cuestionarse sobre qué necesita e identifica cuáles son los conocimientos con los que cuenta, de modo que conozca cómo y para qué aprende (Wulandari y Minarni, 2018, p. 32). Por su parte, la autorregulación es la capacidad de control que el estudiante tiene “sobre sus pensamientos, acciones, emociones y motivación a través de estrategias personales para alcanzar los objetivos que ha establecido” (Panadero y Tapia, 2014, p. 450). En este sentido, la autorregulación genera que el alumno sea un sujeto activo en su aprendizaje, autónomo y que controle sus acciones –por ejemplo: planear, monitorear y mantener la atención– para resolver un problema dado (Basso y Abrahão, 2018).

II. Método

El presente estudio se caracteriza como cualitativo con alcance descriptivo (Stake, 1994). Se toma como método el estudio de casos para dar cuenta, a través de ejemplos representativos, de cómo la práctica docente promueve, ya sea de manera deliberada o no, estrategias metacognitivas en la clase de matemáticas. Desde este método se busca describir y comprender lo que tienen como único los profesores que participan en el estudio, pero también en común en torno a su práctica relacionada con la metacognición.

La investigación se desarrolló en México y participaron dos profesores de bachillerato que laboran en la misma institución educativa e imparten, en grupos diferentes, la asignatura Geometría y Trigonometría. Se decidió realizar el estudio con estos profesores debido a que, en contraste con otros, manifestaron en diferentes momentos del estudio un gran interés por lograr un aprendizaje autónomo en sus estudiantes; además, cumplían con los criterios de selección: participar de manera deliberada en la investigación, tener un perfil afín a la asignatura, ser maestro de matemáticas en alguna institución de bachillerato público general, estar frente a grupo y tener conocimiento sobre la normativa MEO (SEP, 2017). De acuerdo con estas condiciones, los dos profesores –a quienes se identificó como Bruno y Esteban– tienen formación en matemáticas, cuentan con al menos ocho años de experiencia docente en bachillerato y están certificados y evaluados en competencias docentes para la Educación Media Superior.

Como parte de los criterios de selección de los participantes, se consideró que el docente en bachillerato es responsable de “facilita[r] el proceso educativo al diseñar actividades significativas que promueven el desarrollo de las competencias (conocimientos, habilidades y actitudes), [además, debe] potenciar el papel de los educandos como gestores autónomos de su propio aprendizaje” (Subsecretaría de Educación Media Superior, 2017, pp. 5-6). En este sentido, sin importar su formación inicial, años de experiencia o cantidad de alumnos, el maestro debe cumplir con su responsabilidad y exigencia a su quehacer educativo.

La obtención de datos se hizo mediante la técnica de entrevista. Para ello, se diseñó una Guía de entrevista semiestructurada (Abero et al., 2015) para los dos profesores, la cual tomó como referente el MEO, así como los posibles conocimientos conceptuales y experiencia docente sobre metacognición y cómo la promueven en las clases de matemáticas. La Guía de entrevista fue validada mediante la técnica de triangulación (Wulandari y Minarni, 2018), se sometió primero a una revisión por dos expertos en educación matemática y después fue piloteada con dos docentes ajenos al estudio, pero que cumplen con las mismas características académicas que Bruno y Esteban; en particular, tienen formación en matemáticas, imparten la asignatura de matemáticas en bachillerato y conocen el MEO.

La entrevista estuvo centrada en el significado de metacognición, estrategias de planeación, monitoreo y evaluación, así como los alcances de la práctica docente para favorecer en los estudiantes tales estrategias (ver Tabla 1 y Anexo). Bruno y Esteban fueron entrevistados por separado con la finalidad de no influir entre sí. La entrevista fue grabada y, en promedio, tuvo una duración de 60 minutos.

Tabla 1. Referentes de la Guía de entrevista para los profesores-participantes

Referente	Objetivo como referente
Conocimiento sobre el Modelo de Educación Obligatoria	Explorar lo que el maestro sabe acerca de las exigencias planteadas en la normativa y relacionadas con metacognición, reflexión y aprendizaje autorregulado.
Conocimiento conceptual	Explorar lo que el docente sabe sobre metacognición y aprendizaje autorregulado.
Experiencia docente	Explorar lo que el profesor realiza en su práctica, según su experiencia docente, en torno a la promoción de estrategias metacognitivas.

La información recabada en la entrevista fue analizada a partir de categorías inductivas (Miles et al., 2014). Para ello, las grabaciones fueron transcritas y las respuestas de los profesores se agruparon en tres categorías (ver Tabla 2), las cuales hacen referencia al: 1) significado de metacognición y exigencias que el MEO plantea para favorecer la metacognición en los estudiantes, 2) acciones didácticas del profesor para potencializar la metacognición en clases, y 3) tipos de estrategias ante un problema matemático.

Tabla 2. Categorías inductivas para el análisis de la información recabada en la entrevista

Categoría	Indicadores
1. Metacognición según el Modelo de Educación Obligatoria.	Demandas o exigencias al docente.
2. Metacognición según el profesor.	Similitudes/diferencias entre reflexión, autorregulación y aprender a aprender. Acciones del maestro para promover la metacognición.
3. Estrategias metacognitivas en matemáticas.	Planear: organización y análisis del problema. Monitorear: elección de la estrategia, operaciones ejecutadas. Evaluación: explicación y justificación, juicios de valor.

El análisis permitió identificar coincidencias y diferencias en torno a lo que para los docentes es metacognición, su relación con los conceptos de *reflexión*, *autorregulación* y *aprender a aprender*, cómo interpretan las exigencias del MEO y cuáles son los alcances de su práctica para que ocurra la metacognición en sus clases. Los resultados se muestran a continuación, los cuales están dados tomando como referencia las tres categorías y sus respectivos indicadores.

III. Resultados

3.1 Metacognición según el MEO

Para los docentes la metacognición está relacionada con la reflexión, autorregulación y aprender a aprender; en este sentido, se identifican dos aspectos de la metacognición: a) aplicación y sentido del contenido matemático a situaciones de la vida cotidiana del estudiante; b) importancia de que el alumno reconozca su participación activa y sea consciente de su responsabilidad para aprender. Lo anterior se refleja en las respuestas que Bruno y Esteban dan acerca de la reflexión sobre el aprendizaje y aprender a aprender:

... que todo lo que se aprende tenga una aplicación en la vida... El MEO dice que si le vamos a enseñar el Teorema de Pitágoras, que el alumno sepa en dónde se aplica. (Bruno)

El alumno tiene que aprender y conocer las formas en las que aprende. Las formas en que logra o se le facilita construir el conocimiento. (Esteban)

Desde la perspectiva de Bruno, cuando la normativa hace mención a reflexionar en clase se refiere a que el alumno, a partir de ejercicios contextualizados, utilice sus conocimientos previos para darse cuenta de si los contenidos matemáticos que se trabajan en la clase son aplicables en otros contextos. Además, Bruno enfatiza la necesidad de diseñar técnicas didácticas que lleven al estudiante a tal reflexión: "Diseñar y aplicar técnicas de enseñanza donde él pueda... dialogar con otros compañeros o el docente, pensar,

resolver, reflexionar acerca de lo sucedido y de esa manera construya su aprendizaje”.

Por su parte, Esteban señala que se pueden utilizar diferentes actividades para que el alumno reconozca – reflexione– la forma con la que se le facilita el aprendizaje. Para él, las acciones del docente de matemáticas en bachillerato deben estar encaminadas a que “el alumno sea el centro y la parte más activa del conocimiento”. Asimismo, reconoce que el objetivo de la normativa es incentivar en el estudiante la habilidad para que conozca las formas y lo que necesita para aprender:

Una de las competencias [de acuerdo con el MEO] es que el estudiante tenga autoconocimiento... [y] debe conocer las formas en las cuales se le facilita aprender. Conocer y aprender técnicas de estudio, ver cuál es la que más le favorece y... desarrollar sus habilidades, para seguir incrementando conocimientos.

3.2 La metacognición para el maestro de matemáticas en bachillerato

Reflexión, autorregulación y aprender a aprender: similitudes o diferencias. Se presentan resultados que dan cuenta de cómo los profesores de bachillerato identifican ciertas características de la metacognición, tomando como referencia la explicación de autorregulación, aprender a aprender y reflexión sobre el propio aprendizaje (Tabla 3).

Tabla 3. Metacognición como reflexión, aprender a aprender y autorregulación

Profesor	Significado de metacognición	
	Autorregulación	Reflexión y Aprender a aprender
Esteban	Que el alumno conozca qué es lo que quiere aprender, para qué le va a servir y saber cómo aprende.	Se refieren a lo mismo... Si yo reflexiono sobre los modos en que aprendo estoy aprendiendo a aprender.
Bruno	Que el alumno llegue al conocimiento y que use sus propios métodos y técnicas [para aprender]. Es estar consciente de lo que está aprendiendo.	[Reflexión]: si lo que se aprendió está bien aprendido. [Aprender a aprender]: saber o conocer lo que aprendió.

Desde la perspectiva de ambos profesores, la autorregulación, aprender a aprender y reflexión tienen relación entre sí y con la metacognición. Para Esteban, al reflexionar el alumno aprende a aprender y así conoce lo que le sirve y necesita para aprender; por ejemplo, qué técnicas de estudio le son más eficientes, cuánto tiempo dispone, qué información necesita para resolver un problema dado. Por su parte, Bruno identifica que “una lleva a la otra”, en otras palabras, para que ocurra la autorregulación se requiere que el alumno reflexione y reconozca las opciones para resolver el problema, que se dé cuenta de los errores que comete, determine qué procedimientos son más viables que otros para la solución de éste.

A partir de lo anterior, se apunta que existen coincidencias entre los dos profesores en el tipo de estrategias relacionadas con la metacognición. En Bruno se puede reconocer la planeación como la generalización del conocimiento matemático y la funcionalidad de los aprendizajes; al respecto, Bruno plantea el siguiente ejemplo:

En una sesión salimos al patio para medir la altura de un edificio. Los alumnos me preguntaban cómo lo haríamos con una escuadra, un popote y tomando de referencia su sombra y su estatura. Les di las siguientes indicaciones... El punto fue que algunos alumnos sí siguieron instrucciones, y así sacaron la medida aproximada del edificio y vieron que se utilizaron varios temas que habíamos visto, como Pitágoras.

Además, para Bruno, el monitoreo aparece como alternativas de solución con respecto a un problema matemático:

En el tema de las funciones trigonométricas, empezamos a recordar el plano cartesiano y yo les iba preguntando, porque sí lo saben [ubicación de los cuadrantes] pero no lo tienen bien procesado.

Es como un rompecabezas en donde el maestro tiene que ayudarles a ordenar. Y ellos decían: “Sé que uno es X y el otro Y”. Luego tú vas haciéndoles preguntas, no necesariamente les dices: “Existe el plano cartesiano, con cuatro coordenadas, pues no”. Ya no dejaste que el alumno viera si lo que sabía estaba bien o mal... mejor le preguntas: “¿Cuál crees que sea el primer cuadrante?”, y ellos pueden decir: “Yo digo que el positivo, porque de ahí se empieza a graficar”.

Por su parte, para este profesor, la evaluación se da sobre los métodos o procedimientos que utiliza el alumno y que le permiten obtener una respuesta correcta:

... uno siempre espera que los muchachos propongan, por ejemplo, yo les pregunto: “¿Cómo lo resolverían?”. Si ya no lo resolvieron en cierto tiempo, les digo: “Miren muchachos está esto”, y ya después empiezan a aplicar. Cuando hay combinación de temas, ellos ya proponen, si ven que el camino es muy difícil o largo me preguntan y les digo “pues está la ley de cosenos y de senos”, ya ellos van viendo y deciden el camino por dónde irse.

Como se puede notar en los fragmentos anteriores, resalta la idea de Bruno respecto a incentivar en el alumno la autonomía para recurrir a conocimientos previos y motivar para que sea él quien realice las tareas matemáticas.

Para Esteban la reflexión sobre el aprendizaje se logra cuando el estudiante identifica lo que sabe y lo que no, cuando reconoce si necesita ayuda y en qué. Con relación a esto, menciona lo siguiente:

Hay veces que yo soy el que guía la clase, y otras les digo: “Hagan, hagan y pregunten”. [En ese tipo de actividades] se dan cuenta de lo que pueden hacer ellos solos, o hacen preguntas sobre los pasos, y ya que lo tienen resuelto quieren participar... [para explicar], y el resto del grupo se da cuenta de otras formas de solución.

Para este profesor resolver un problema está ligado con realizar el procedimiento directamente:

Yo les digo [a los estudiantes]: “Háganlo y mañana lo vemos”. Al día siguiente checas y guías para ver cómo lo pensaron e hicieron. Entonces el muchacho que esté activo en la clase, aunque esté dejando que los demás opinen, está, de alguna manera, reflexionado en cómo se debió hacer.

Desde la configuración de Esteban, cuando un alumno resuelve un problema puede activar varias estrategias metacognitivas, analiza las características del problema y delimita qué valor tiene para resolverlo, designando así el grado de atención y esfuerzo; además, si en este momento el docente guía al estudiante, se tendrá mayor impacto en el interés y valor asignado al problema.

Metacognición a partir de la práctica docente. Se presentan aquí las nociones que los participantes tienen con relación a cómo lograr la metacognición en la clase de matemáticas. Bruno señala que ante un error al resolver un problema los alumnos deben saber los conceptos; es decir, de manera teórica conocer a qué se refieren. Bruno apunta que esto le sirve al estudiante para dominar la aplicación de los contenidos vistos en clases, así como una distribución adecuada del tiempo para resolver el problema. Para lograrlo, señala que les pide a los alumnos:

Investigar conceptos, ya cuando los vemos en un problema, les digo saquen su glosario y vean: aquí dice que si es esto se hace así... Les digo que deben saber el concepto para comprender y hacer bien los procesos.

El recordar a los estudiantes lo que deben saber y lo que ya dominan les permite desarrollar un plan a partir de las definiciones para aplicarlos en los procedimientos. Además, Bruno considera que favorece en los estudiantes la metacognición cuando les plantea diferentes opciones para que comprendan el problema y aprendan. Al respecto, él menciona lo siguiente:

A los alumnos se les queda el conocimiento, si uno como maestro sabe intervenir y hacer las preguntas adecuadas. Hay problemas que se prestan para llegar al resultado con el conocimiento que ellos ya tienen. Pero uno les dice: “es que también está otro tema con el que haces menos procedimientos para llegar al mismo resultado”. Y sí, muchos alumnos dicen: “es que yo le entendí y ya comprendí el primero”. El punto es que decidan cuál procedimiento comprenden y cuál es mejor para ellos.

Desde la noción de Esteban, la autorregulación cognitiva está vinculada con dos tipos de evaluación: autoevaluación y la coevaluación. Esteban considera que en sus clases genera espacios para que ocurran ambas evaluaciones. La primera hace referencia a que los alumnos consensan entre ellos sobre lo que está bien o no de un problema matemático, y en ese proceso autorregulan lo que saben y se dan cuenta de los posibles errores que cometieron. Por su parte, la coevaluación la relaciona con la capacidad que tiene el estudiante para identificar el o los diferentes procedimientos para resolver un problema.

3.3 Estrategias metacognitivas en matemáticas

Para Bruno y Esteban las estrategias de planear, monitorear y evaluar le permiten al alumno reflexionar y controlar su aprendizaje en matemáticas. A continuación, se muestran los resultados en relación con estas estrategias metacognitivas.

Delimitar el plan de acción ante un problema matemático. De acuerdo con los dos profesores, la planeación juega un papel fundamental para determinar el procedimiento de solución de un problema. Para Esteban la planeación se vincula con la apropiación de los contenidos que se abordan en clases, de modo que el alumno personalice la forma en que va a utilizar lo aprendido en matemáticas para resolver problemas; por su parte, Bruno identifica que se requiere que el estudiante diseñe planes de acción que lo orienten a delimitar qué hacer para resolver un problema.

La planeación permite que el alumno se vuelva autónomo, en términos de que él defina cómo resolver el problema; en otras palabras, se le debe dar la responsabilidad sobre los procedimientos de solución. Sin embargo, Bruno reduce esta autonomía como producto de tener un premio (por ejemplo, una calificación alta), al señalar lo siguiente: “El maestro trata de hacer lo menos posible para que sea el alumno quien lo haga, y no le quede de otra más que hacerlo, [aunque sea] para tener un premio, que en este caso es la calificación”. Bruno apunta lo que puede hacer el docente de bachillerato para propiciar que el estudiante planee:

Realizar preguntas guías o dirigidas, además de presentar el contexto del problema matemático, por ejemplo, en un triángulo rectángulo, cómo se puede solucionar, qué hago para sacar la medida de un lado y ellos ya responden: “¡Ah!, pues nada más hay dos [formas], está Pitágoras y razones trigonométricas”.

Lo anterior muestra que, para Bruno, hacer este tipo de preguntas le permite al alumno proponer pasos para solucionar un problema y “se vaya apropiando de lo que le va a servir, o sea, de lo que va a utilizar”, además de que aplique y recuerde lo que sabe. Para ejemplificar lo anterior, señala:

En [el teorema de] Pitágoras se utilizan triángulos rectángulos que tienen dos catetos, y las medidas siempre van hacer menores a la hipotenusa. Entonces hay alumnos que me dicen: “Ya lo hice, y me salió tal cantidad”. Y yo les decía: “¿Cómo un cateto va a ser mayor que la hipotenusa?”. En esos casos, los propios alumnos son los que me responden: “¡Ah!, la definición de la hipotenusa me dice que es el lado más largo de un triángulo rectángulo.

Lo que menciona Bruno se refiere a lo que Basso y Abrahão (2018) consideran como una forma interesante de presentar y resolver problemas matemáticos, lo cual cobra relevancia para el estudiante de bachillerato, ya que lo lleva a implementar sus conocimientos previos. Desde esta perspectiva, el hacer preguntas o plantear situaciones problemáticas promueve el uso de distintos recursos cognitivos, tales como: recordar, aplicar definiciones y procedimientos al resolver problemas.

En cambio, Esteban determina que la planeación se logra cuando el alumno integra, reflexiona y reconoce la aplicación de las matemáticas en otros temas, y esto sucede cuando se le presenta una situación de aplicación de conocimientos. Desde esta perspectiva, a través de la planeación, “se busca que el alumno vaya incrementando habilidades y conocimientos para que a la hora que tenga la necesidad de aplicarlos logre integrar todo, pues reflexiona y lo procesa de otra manera para poderlo aplicar, digamos que lo personaliza”.

Monitorear: revisar y argumentar los procedimientos de solución. Los dos profesores relacionan la estrategia de monitoreo con revisar, argumentar y justificar el procedimiento de solución ante un problema matemático. Para Esteban es importante que los alumnos conozcan lo que están haciendo y lo “razonen correctamente, con la finalidad de que se den cuenta si están logrando generar los conocimientos necesarios” para aprender matemáticas. Además, uno de los momentos que permite al maestro percatarse si los alumnos monitorean su aprendizaje es a través de las respuestas que dan ante las preguntas que les plantea sobre situaciones hipotéticas. Esteban afirma que el cuestionar a los estudiantes –por ejemplo, en el tema de triángulos rectángulos, “qué pasaría si se suman los catetos”, los lleva a argumentar y darse cuenta de lo que dicen en torno al tema.

Esteban, además, plantea el monitoreo como una “pequeña autoevaluación”, donde el alumno tiene la posibilidad de darse cuenta si la manera o el plan de solución que diseñó es correcto y pueda argumentar sobre los pasos que sigue para resolver un problema matemático. Al respecto, menciona lo siguiente:

La tarea del maestro es plantear situaciones para que el alumno reflexione y [decida] si está o no seguro de cómo está procesando la información, si lo está haciendo correctamente. Tú le dices o confirmas la respuesta, él se autoevalúa y dice “¡ah, ok [está bien]!, sí estaba pensándolo correctamente”, o le dices qué pasaría si haces esto, y ya el muchacho automáticamente saca la respuesta, sin que tú se la des.

Para ambos profesores, el que los alumnos propongan cómo resolver un problema es un ejemplo de monitoreo, pues después de que el maestro explica ciertos conceptos o formas de resolverlo, ellos empiezan a aplicar y usan los métodos que les resultan menos complejos. Lo anterior concuerda con Fernández-Gago et al. (2018), al considerar que el docente de matemáticas debe orientar a sus estudiantes para tener más o mejor estructurado algún conocimiento matemático específico, usar diferentes estrategias metacognitivas para resolver problemas, así como permitirles usar conocimiento específico y sus propias estrategias para resolver problemas.

Evaluar los procedimientos de solución. Para Esteban la evaluación, al igual que la autorregulación, está relacionada con los tipos de evaluación formativa. Él señala que es necesario que por unidad temática se aplique una forma de evaluación y menciona que “en el semestre tiene que haber existido un momento de autoevaluación y de coevaluación”.

Para Esteban la evaluación metacognitiva, como la valoración sobre la aplicación del plan y ejecución del proceso para solucionar un problema, se refiere y se cumple cuando el estudiante realiza la auto y co-evaluación. En este sentido, Esteban hace referencia a la aplicación de listas de cotejo y rúbricas que permiten que el alumno conteste: “¿Cuáles son los procesos que debió seguir para solucionar este problema?, ¿hizo esta parte, sí o no?, para que el estudiante se dé cuenta en qué está fallando”. En la co-evaluación, el maestro les pide a sus alumnos que se revisen mutuamente y que cada uno haga lo siguiente:

... marque los errores, le diga [a sus compañeros] donde se equivocó y qué parte del proceso está equivocada, obviamente guiado por el maestro, que revise el proceso a ver si llevaron una serie de pasos, que identifique qué está pidiendo el problema, si identifica los datos que está ofreciendo el problema, el proceso y la solución.

La evaluación, en términos de Esteban, se promueve cuando al final de la revisión de un contenido matemático el docente aplica actividades que hagan referencia a evaluar los procesos que siguió el alumno para resolver problemas relacionados con ese contenido.

Desde la perspectiva de Bruno, la evaluación la promueve a través de una actividad que denomina “confrontación”, la cual tiene la finalidad de discutir con los estudiantes los procedimientos de solución a un problema para que se den cuenta de los posibles errores que cometieron y los argumenten, con el objetivo de evitarlos en problemas similares. La actividad también sirve para que los estudiantes propongan y reflexionen sobre otros tipos de procedimientos de solución. Bruno señala lo siguiente con respecto al contexto e indicaciones para realizar esta actividad:

Yo no les explico nada, les doy tiempo... Después de ese tiempo, recibo las libretas y les pregunto quién quiere pasar a resolverlo y que diga cómo le hizo. Entonces van viendo cuáles fueron sus errores, por qué los cometieron y por qué no los van a volver a cometer... Ahí es donde [el maestro] utiliza la confrontación [porque me dicen]: “Oiga maestro, pero yo hice este otro método y me salió el mismo resultado, ¿está bien?”. Sí, uno no les dice: “Eso no lo vimos”. El punto es que [el alumno] haga uso de todos los medios para llegar al resultado.

La intervención de Bruno muestra que el docente brinda oportunidades a sus estudiantes para que revisen sus procedimientos y respuestas, y de ser necesario hagan ajustes. El profesor cuestiona y evalúa el nivel de autorregulación y comprensión de los procedimientos matemáticos en los alumnos; sin embargo, como menciona Apaydín y Hossary (2017), es fundamental que enfatice en los estudiantes la importancia de conocer y practicar las estrategias de aprendizaje que les son útiles, ya que eso les permite dominarlas e implementarlas en problemas similares y en otros contextos matemáticos.

IV. Discusión y conclusiones

Los resultados muestran que los docentes que participaron en el estudio tienen una noción sobre la metacognición y cómo se puede generar en la clase de matemáticas. De igual manera, para los profesores es claro el significado de planear, monitorear y evaluar, pero tal significado difiere con lo reportado en la literatura en torno a las estrategias metacognitivas.

Bruno y Esteban dan cuenta de su rol como maestros. Para ellos su práctica docente es importante y contribuye en el proceso de aprendizaje de los estudiantes; además, se reconocen como facilitadores que están comprometidos con la mejora de su práctica al enseñar matemáticas en bachillerato; sin embargo, los resultados muestran que ambos profesores no identifican herramientas o sugerencias para lograr la autorregulación en el salón de clases. A partir de los resultados obtenidos se considera oportuno que el MEO, como guía del quehacer docente en las aulas, además de puntualizar las exigencias al docente también brinde información teórica y didáctica sobre cómo lograr que los estudiantes usen estrategias metacognitivas al aprender matemáticas y tengan interés por ellas.

De acuerdo con Schoenfeld (1985), se puede lograr la metacognición en los estudiantes a partir de plantearles preguntas en torno a planear, monitorear y evaluar en la resolución de problemas matemáticos: a) ¿Qué haces exactamente?, con el propósito de que el alumno pueda describir el proceso con mayor precisión; b) ¿Por qué lo estás haciendo así?, para lograr que el alumno describa cómo lo que está ejecutando se relaciona con la solución del problema y, por último, c) ¿Cómo te ayuda?, es decir, que el alumno pueda explicar qué hará con el resultado, una vez que lo tenga. Si bien en los casos reportados en este artículo los maestros no hacen referencia directamente a estas preguntas sugeridas por Schoenfeld, hay indicios en su discurso sobre cómo ellos promueven las estrategias en sus estudiantes de bachillerato.

El objetivo del estudio, de acuerdo con su método, es mostrar ejemplos particulares de la realidad que se tiene en salón de clases tomando como perspectiva lo que los profesores de bachillerato saben sobre metacognición en matemáticas. En relación con esto, los resultados apuntan que se requieren investigaciones centradas en analizar lo que ocurre en entornos no intervenidos o contextos vulnerables (Páez et al., 2020), como lo es la clase de matemáticas de bachillerato, y a partir de ello describir: a) las acciones del docente que se puedan identificar como generadoras de metacognición, y b) cuáles son las estrategias de tipo metacognitivo que el docente, a partir de su actuar, desarrolla en sus alumnos al interior de la clase de matemáticas.

Referencias

- Abero, L., Berardi, L., Capocasale, A. García, S. y Rojas, R. (2015). *Investigación educativa. Abriendo puertas al conocimiento*. CLACSO.
- Apaydin, M. y Hossary, M. (2017). Achieving metacognition through cognitive strategy instruction. *International Journal of Educational Management*, 31(6), 696-717. <https://doi.org/10.1108/IJEM-05-2016-0130>
- Basso, F. y Abrahão, M. H. (2018). Teaching activities that develop learning self-regulation. *Educação & Realidade*, 43(2), 495-512. <https://dx.doi.org/10.1590/2175-623665212>
- Chávez, Y. y Martínez, F. (2018). Evaluar para aprender: hacer más compleja la tarea a los alumnos. *Educación Matemática*, 30(3), 211-246. <http://doi.org/10.24844/EM3003.09>
- Desoete, A. y de Craene, B. (2019). Metacognition and mathematics education: An overview. *ZDM, Mathematics Education*, 51(4), 565-575. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01060-w>
- Díaz, A., Pérez, M. V., González-Pineda, J. A. y Núñez, J. C. (2017). Impacto de un entrenamiento en aprendizaje autorregulado en estudiantes universitarios. *Perfiles Educativos*, 39(157), 87-104. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2017.157.58442>
- Dignath-van Ewijk, C. y van der Werf, G. (2012). What teachers think about self-regulated learning: Investigating teacher beliefs and teacher behavior of enhancing students' self-regulation. *Education Research International*, (Número especial). 1-10. <https://doi.org/10.1155/2012/741713>
- Ellis, A. K., Denton, D. W. y Bond, J. B. (2014). An analysis of research on metacognitive teaching strategies. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 4015-4024. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.883>
- Fernández-Gago, J., Carrillo, J. y Conde, S. M. (2018). Un estudio de caso para analizar cómo ayudan los profesores en resolución de problemas matemáticos. *Educación Matemática*, 30(3), 247-276. <https://doi.org/10.24844/EM3003.10>
- Fourés, C. I. (2011). Reflexión docente y metacognición. Una mirada sobre la formación de formadores. *Zona Próxima*, (14), 150-159. <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/viewFile/68/1316>
- García, T., Cueli, M., Rodríguez, C., Krawec, J. y González-Castro, P. (2015). Conocimiento y habilidades metacognitivas en estudiantes con un enfoque profundo de aprendizaje. Evidencias en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Psicodidáctica*, 20(2), 209-226. <https://ojs.ehu.eus/index.php/psicodidactica/article/view/13060>
- Jaramillo, L. y Simbaña, V. (2014). La metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (16), 299-313.
- Klimenko, O. y Alvares, J. L. (2009). Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas. *Educación y Educadores*, 12(2), 11-28. <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/1483>
- Martínez, X. (2017). Pedagogías metacognitivas y la construcción de un foro dialógico. *Innovación Educativa*, 17(74), 8-10. <https://www.ipn.mx/assets/files/innovacion/docs/Innovacion-Educativa-74/pedagogias-metacognitivas.pdf>
- Miles, M., Huberman, A. y Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: a methods sourcebook*. Sage.

- Osses, S. y Jaramillo, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos*, 34(1), 187-197. <http://revistas.uach.cl/index.php/estped/article/view/3300>
- Özsoy, G. (2011). An investigation of the relationship between metacognition and mathematics achievement. *Asia Pacific Education Review*, 12(2), 227-235. <http://doi.org/10.1007/s12564-010-9129-6>
- Özsoy, G. y Ataman, A. (2009). The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem solving achievement. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 67-82. <https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/278>
- Páez, D. A., Eudave, D., Cañedo, T. de J. y Macías, A. C. (2020). Teachers' reflections on mathematics teaching practices in a vulnerable context. *Multi-Science Journal*, 3(2), 12-19. <https://doi.org/10.33837/msj.v3i2.1204>
- Panadero, E. y Tapia, J. (2014). ¿Cómo autorregulan nuestros alumnos? Revisión del modelo cíclico de Zimmerman sobre autorregulación del aprendizaje. *Anales de Psicología*, 30(2), 450-462. <http://doi.org/10.6018/analesps.30.2.167221>
- Preiss, D. D., Grau, V., Torres, D. y Calcagni, E. (2018). Metacognition, self-regulation, and autonomy support in the Chilean mathematics classroom: An observational study. *New Directions for Child and Adolescent Development*, (162), 115-136. <http://doi.org/10.1002/cad.20260>
- Ricoy, M. C. y Couto, M. J. (2018). Desmotivación del alumnado de secundaria en la materia de matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(3), 69-79. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.3.1650>
- Rigo, M., Páez, D. A. y Gómez, B. (2010). Prácticas metacognitivas que el profesor de nivel básico promueve en sus clases ordinarias de matemáticas. Un marco interpretativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 405-416. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/210808>
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (2012). How we think. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 7(10). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/10565>
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Nuevo Modelo Educativo*. <https://www.gob.mx/sep/documentos/nuevo-modelo-educativo-99339>
- Stake, R. (1994). *Case Studies*. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. 236-247. Sage.
- Subsecretaría de Educación Media Superior. (2017). *Documento Base del Bachillerato General*. https://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/pdf/DOC_BASE_22_08_2017.pdf
- Wulandari, S. B. y Minarni, A. (2018). Analysis of students metacognition ability in mathematical problem solving on problem based learning in SMA Negeri 1 Binjai. *Journal of Research & Method in Education*, 8(1), 32-40.

Anexo. Guía de entrevista

Esta entrevista tiene la finalidad de obtener información acerca de su experiencia como profesor de bachillerato.

APARTADO I: Conocimiento normativo

En el Modelo para la Educación Obligatoria (MEO), en el que se apoya el bachillerato donde labora, se mencionan los siguientes puntos:

- “[Un] elemento clave de la educación a lo largo de la vida es reflexionar sobre los modos en que ocurre el propio aprendizaje; y algunas de sus facultades, como la memoria o la atención, para su reajuste y mejora”.
- Como parte de los principios pedagógicos, “la escuela da cabida a la autorregulación cognitiva... para promover el desarrollo de conocimientos”.

En relación con ello:

1. ¿A qué se refiere el modelo cuando dice que el estudiante debe reflexionar sobre el modo en que ocurre su aprendizaje y sobre sus dificultades, y cuál es la finalidad de ello?
2. ¿Qué características tiene ese tipo de reflexión y bajo qué condiciones espera el modelo que ésta se lleve a cabo en matemáticas?
3. ¿Qué acciones o estrategias del profesor de matemáticas espera el modelo para que la reflexión y la autorregulación cognitiva se den en los estudiantes?
4. De acuerdo con este modelo educativo, ¿cómo a partir de la autorregulación cognitiva se puede promover el desarrollo de conocimiento matemático en los estudiantes?
5. ¿Qué herramientas o sugerencias didácticas le proporciona este modelo al profesor de matemáticas para lograr esa reflexión y autorregulación cognitiva en sus estudiantes?

El Plan de Estudios de la Institución señala que “la enseñanza se centra en el aprendizaje del estudiante. Esto implica que el estudiante aprenda a aprender”. En relación con ello:

6. ¿A qué se refiere el plan de estudios cuando menciona que la enseñanza implica que el estudiante aprenda a aprender?
7. ¿Cuál es el objetivo de que el estudiante aprenda a aprender, por ejemplo, en matemáticas?
8. ¿Qué le demanda el plan de estudios al profesor de matemáticas para que tal aprendizaje se dé en el estudiante?
9. ¿Qué herramientas o sugerencias didácticas le proporciona el plan de estudios al profesor de matemáticas para lograr ese aprendizaje?

APARTADO II: Conocimiento conceptual

1. El MEO hace referencia al concepto de “autorregulación cognitiva”. Para usted, ¿a qué se refiere este concepto?
2. ¿Qué características tiene la autorregulación cognitiva en el contexto de la enseñanza de las matemáticas?

3. ¿Qué acciones o estrategias del alumno reflejan que se está autorregulando?
4. ¿Qué finalidad tiene el que los alumnos aprendan a aprender?

En el MEO y el Plan de Estudios de la institución se mencionan estos conceptos: a) reflexión sobre el propio aprendizaje, b) autorregulación cognitiva, c) aprender a aprender y d) control del aprendizaje. Con respecto a ello:

5. ¿Considera que existe(n) alguna diferencia(s) o similitud(es) entre los anteriores conceptos? Justifique su respuesta
6. ¿Qué condiciones se requieren para lograr en el alumno aprender a aprender, la autorregulación cognitiva, reflexión sobre el aprendizaje y control del aprendizaje?

APARTADO III: Conocimiento procedimental

1. ¿Qué hace usted ante los errores, conceptuales o procedimentales, que cometen sus alumnos durante la clase de matemáticas?
2. En su clase, ¿se da espacio para que los alumnos argumenten, justifiquen o expliquen los procedimientos o las respuestas a las que llegan ante un problema dado?, ¿por qué? ¿cómo ocurre?
3. ¿Al plantear algún problema matemático se les dice a los estudiantes cómo resolverlo o ellos tienen que hacer su propia propuesta? ¿Cuál es la finalidad?
4. ¿Cómo hacer para que los estudiantes se den cuenta de que lo aprendido en clase se aplica en otros problemas matemáticos similares?
5. ¿En sus clases hay momentos en los cuales se busca que el alumno revise (evalúe), ya sea de manera individual, en equipo o en plenaria, las aportaciones que él ofrece o los procedimientos y respuestas ante un problema dado? ¿Qué finalidad tiene eso?