

Estrategias metacognitivas que subyacen en la clase de matemáticas en bachillerato

David Alfonso Páez y Milagros de Jesús Cázares Balderas

Resumen

De acuerdo con las exigencias en la Educación Media Superior, el profesor de bachillerato tiene la responsabilidad de desarrollar estrategias metacognitivas en los estudiantes para lograr un aprendizaje autónomo. El presente artículo tiene como objetivo identificar las estrategias metacognitivas que el profesor de matemáticas logra en sus alumnos de bachillerato al trabajar diversas tareas. Para ello, el estudio es cualitativo y, como parte de su metodología, se observaron a tres docentes enseñando temas de matemáticas en segundo semestre de bachillerato de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Los resultados muestran que en clases se promueven tres estrategias: planeación, monitoreo y evaluación. Con mayor frecuencia la planeación y, en menor, la evaluación; sólo en dos tareas aparecen las tres estrategias. Es fundamental que el docente tenga la intención de generar espacios para desarrollar la metacognición, de modo que lleve a los estudiantes a ser autónomos y reflexivos en lo que hacen.

Palabras clave: práctica docente, matemáticas, metacognición, aprendizaje autónomo.

Introducción

Una de las expectativas y responsabilidades de la Educación Media Superior (EMS) es lograr que los estudiantes de bachillerato sean sujetos activos y regulen sus aprendizajes particularmente en matemáticas. En clases, se espera que el profesor promueva la autonomía de los aprendizajes, en términos de que el estudiante reflexione y regule sus acciones cognitivas para comprender y solucionar tareas (SEP, 2017a). Tal autonomía se puede lograr mediante estrategias metacognitivas para que el alumno sea consciente de los procedimientos matemáticos que debe implementar, asimismo el qué, cómo y para qué llevarlos a cabo. Diversos estudios dan cuenta de la práctica docente para el desarrollo de estas estrategias, pero aún se requiere profundizar en el contexto de la educación mate-

mática (Desoete y De Craene, 2019) y en contextos no intervenidos (Basso y Abrahão, 2018), principalmente en la EMS. Las aproximaciones metodológicas y las poblaciones estudiadas en matemáticas han privilegiado la educación básica en torno a este tema (Ávila, 2016); por el contrario, en los niveles de la EMS y superior se ha priorizado el estudio sobre el saber matemático y la formación docente (Ávila, 2016; Jiménez y Gutiérrez, 2017).

Antecedentes

Una línea de investigación que llama la atención en las últimas dos décadas es la centrada en el papel del profesor para el desarrollo de la metacognición y su relación con el aprendizaje autorregulado en la solución de tareas matemáticas. En esta línea, diversos

estudios confirman que la metacognición puede ser enseñada de manera intencionada o no intencionada (Peeters *et al.*, 2014), teniendo diferentes niveles de impacto en el aprendizaje de los estudiantes. En la enseñanza metacognitiva (intencionada), el alumno toma conciencia y reflexiona sobre cómo aprende, de modo que supera desafíos o dificultades que se le presentan en diversas tareas sin que se frustre (Joseph, 2010). Por su parte, el estudiante puede aprender estrategias metacognitivas al enseñarle matemáticas y sin que el profesor tenga la intención; en otras palabras, planear, monitorear y evaluar sus acciones y productos en la clase, aun cuando su maestro no se lo solicite (Wulandari *et al.*, 2018), por ejemplo, en bachillerato, cuando el estudiante tiene que argumentar o demostrar si el procedimiento que usó para resolver un determinado problema matemático es correcto y si funciona en otros problemas similares con la finalidad de generalizar este procedimiento de solución (Rigo *et al.*, 2010).

Exigencia del modelo educativo para el desarrollo de la metacognición en EMS

El nuevo Modelo Educativo para la Educación Obligatoria (MEPEO) señala que el estudiante de bachillerato debe ser un sujeto autónomo con iniciativa e interés para aprender y reflexionar sobre su aprendizaje, que analice lo que dice o hace y aprenda de ello (SEP, 2017b). Para esto, el profesor tiene un papel importante, según el Sistema Nacional de Bachillerato (SNB), en lo particular, los artículos 3° y 4° del Acuerdo 447 (SEMS, 2008), refiere que el docente debe tener competencias didácticas, pedagógicas y disciplinares que faciliten el aprendizaje de las matemáticas y que apoyen la formación integral del alumno, de las cuales dos se relacionan con promover la metacognición: a) dominar y estructurar los saberes para facilitar experiencias de aprendizaje significativo y b) construir ambientes para el aprendizaje autónomo y colaborativo. Asimismo, el profesor de bachillerato, con su actuar, refleja su compromiso hacia el desarrollo de la metacognición en los estudiantes; refiriéndose a ésta como el “conjunto de acciones que el docente, de manera consciente o inconsciente, realiza con el ánimo de hacer posible el aprendizaje de las matemáticas” (Jiménez y Gutiérrez, 2017, p. 115). Lo anterior

«El estudiante puede aprender estrategias metacognitivas -planear, monitorear y evaluar sus acciones y productos- durante la clase de matemáticas, sin la intención explícita del docente»

muestra la relevancia de la práctica del profesor de matemáticas para lograr en los estudiantes de bachillerato el aprendizaje y el desarrollo de estrategias metacognitivas que favorezcan su autonomía.

En el aprendizaje de las matemáticas, al igual que en otras asignaturas, ocurren tres estrategias metacognitivas: planear, monitorear y evaluar, que le permiten al estudiante controlar y reflexionar sobre lo que hace (Peeters *et al.*, 2014; Rigo *et al.*, 2010). Éstas son definidas como la capacidad o el conjunto de acciones que tiene el alumno para guiar sus operaciones y procesos mentales, y saber cómo utilizarlos o, si se requiere, cambiarlos de manera eficiente para la solución de tareas (Zimmerman y Moylan, 2009). A continuación, se define cada estrategia:

- *Planeación.* Implica que el estudiante analice la tarea, que identifique los datos clave o la descomponga en indicaciones, las cuales puedan ser atendidas y resueltas a partir de los conocimientos previos que éste posee para determinar el procedimiento de solución. El análisis de la tarea involucra dos elementos, uno donde el docente de bachillerato puede incidir para establecer metas y elaborar un plan de acción, y otro en que el alumno selecciona y elige estrategias cognitivas como la memorización o la reflexión, etcétera, relacionadas con el manejo de recursos didácticos y matemáticos (Quintana-Terés, 2014).
- *Monitoreo.* Se refiere a que el estudiante controle sus acciones y procedimientos matemáticos durante la solución de una determinada tarea matemática. Para ello, el alumno debe mantener la concentración y el interés en y durante la solución de la tarea (Panadero y Tapia, 2014). Para lograr el monitoreo en la clase de matemáticas, el maestro puede incentivar en el estudiante el interés por estar al tanto de su aprendizaje a través de plantearle preguntas que lo lleven a verificar, rectificar

y revisar el procedimiento que ha determinado para resolver una tarea dada.

- *Evaluación.* Ésta se relaciona con la respuesta y el producto final de una tarea matemática e implica que el alumno reconozca qué tanto las dos estrategias previas, la planeación y el monitoreo, influyeron en los resultados que obtuvo (Panadero y Tapia, 2014). Para ello, el profesor puede intervenir y guiar al alumno hacia la reflexión y revisión del procedimiento utilizado para resolver la tarea, si lo ejecutó de manera correcta, si evaluó la eficacia del plan diseñado, si verificó el resultado que obtuvo (Ellis *et al.*, 2014); además, puede solicitarle que argumente o justifique la razón de utilizar un determinado procedimiento con el objetivo de argumentar y describir las acciones que realizó para seleccionarlo e implementarlo, así como preguntarle sobre cómo percibió su rendimiento en la solución de la tarea.

Método

La investigación aquí propuesta es de corte cualitativo y se desarrolló con tres profesores del Centro de Educación Media de la Universidad Autónoma de Aguascalientes que estaban a cargo de la asignatura de matemáticas: *Geometría y Trigonometría*, impartida a estudiantes del segundo semestre en el ciclo escolar 2018-2019. Como parte de la metodología, los docentes fueron videograbados al enseñar tres contenidos de su programa de estudio: círculo trigonométrico y funciones trigonométricas para cualquier valor de ángulo; ángulos positivos y negativos, cuadrantales, coterminales y simétricos; gráficas de funciones trigonométricas y clasificación de triángulos oblicuángulos. La observación se llevó a cabo de acuerdo con el plan de trabajo de cada participante. En total, se tiene un registro de 48 sesiones de clase observadas con

una duración aproximada de 50 minutos cada una. El análisis de los datos recopilados se hizo mediante categorías deductivas, las cuales se obtuvieron de Rigo *et al.* (2010).

Resultados

En las clases de los tres profesores se identificaron tareas relacionadas con dos momentos: exposición del contenido o teoría (EdelC) y resolución de problemas (RdeP) (véase Tabla 1). En relación con el primer momento, las tareas estaban encaminadas a la definición y explicación de conceptos, construcción de gráficas y exposición de procedimientos, por ejemplo, el círculo unitario o cálculo de ángulos y funciones trigonométricas. En cambio, en el segundo momento las tareas hacían referencia a la solución de problemas relacionados con ángulos, funciones trigonométricas y triángulos oblicuángulos. Las tareas de ambos momentos se desarrollaron en plenaria o de manera individual, teniendo una mayor participación del profesor en tareas de tipo EdelC y el estudiante en las de RdeP. En conjunto, las tareas identificadas se complementan entre sí y su finalidad es lograr que los alumnos aprendan o construyan conocimiento relacionado con ángulos y funciones trigonométricas, así como poner en práctica lo que cada maestro les enseñó durante las clases observadas.



«En el aprendizaje de las matemáticas ocurren tres estrategias metacognitivas: planear, monitorear y evaluar, que le permiten al estudiante controlar y reflexionar sobre lo que hace»

Tabla 1. Tareas identificadas en las clases observadas

Contenido matemático	Número de tareas		
	<i>Profesor uno</i>	<i>Profesor dos</i>	<i>Profesor tres</i>
a) Círculo trigonométrico y funciones trigonométricas para cualquier valor de ángulo.	13	17	19
b) Ángulos positivos, negativos, cuadrantales, coterminales y simétricos.	9	21	7
c) Gráficas de funciones trigonométricas y clasificación de triángulos oblicuángulos.	8	7	8
Total	30	45	34

Fuente: Tabla elaborada por los autores.

Aunque las tareas identificadas están encaminadas, ya sea de manera individual o en conjunto, a promover un aprendizaje de las matemáticas, sólo en algunas de ellas aparecen aspectos relacionados con la práctica de los tres profesores que favorecen el uso de estrategias metacognitivas en los estu-

diantes. En la Tabla 2 se identifica el compendio de tareas matemáticas (EdelC y RdeP) que generan espacios o ambientes donde los profesores promueven alguna o las tres estrategias metacognitivas reportadas en la literatura: planear, monitorear y evaluar.

Tabla 2. Tareas matemáticas en las que se promueven estrategias metacognitivas

Tarea	Tipo de tarea		Estrategia metacognitiva		
	EdelC	RdeP	Planear	Monitorear	Evaluar
Profesor uno:					
1. Determinar los valores de las funciones trigonométricas para cualquier valor de ángulo.		√	√		
2. Definir ángulos coterminales positivos y negativos en el plano cartesiano.	√		√	√	
3. Definir ángulos coterminales a partir de ángulos de referencia.	√		√		
4. Identificar ángulos coterminales.		√	√	√	√
5. Identificar ángulos simétricos.		√	√		
Profesor dos:					
1. Identificar ángulos coterminales.	√		√		
2. Definir el valor de las funciones trigonométricas para ángulos cuadrantales.	√		√		
3. Determinar las funciones trigonométricas en el círculo trigonométrico.	√		√	√	

Tarea	Tipo de tarea		Estrategia metacognitiva		
	EdelC	RdeP	Planear	Monitorear	Evaluar
Profesor tres:					
1. Calcular ángulos coterminales.		√	√	√	
2. Identificar las funciones trigonométricas en el círculo trigonométrico.		√	√	√	
3. Identificar ángulos cuadrantales.		√		√	√
4. Calcular los valores de los triángulos oblicuángulos al dividirlos en triángulos rectángulos.		√	√	√	√
5. Graficar seno, coseno y tangente.		√	√	√	

Fuente: Tabla elaborada por los autores.

Del total de tareas de los tres profesores, sólo se identifican de tres a cinco tareas que involucran la promoción de alguna de las estrategias metacognitivas en los alumnos. Asimismo, en las clases del profesor dos es donde se identifican menos tareas en comparación con sus colegas, en las que se favorece la metacognición, además estas tareas son de tipo expositivas. Por su parte, en el caso de los profesores uno y tres se refleja que los procesos metacognitivos son mayormente favorecidos a partir de momentos donde los alumnos solucionan problemas. Sólo en dos tareas, y que son de resolución de problemas, es donde se promueven las tres estrategias al mismo tiempo, las cuales se complementan entre sí: planeación, monitoreo y evaluación (véase la tarea cuatro de los profesores uno y tres, Tabla 2). En el resto de las tareas estas estrategias aparecen de manera separada o en bina. En el tema de gráficas de funciones trigonométricas sólo se presenta una tarea en la que se promueve la metacognición, por medio de las estrategias planear y monitoreo, y es con el profesor tres. Otro aspecto a resaltar referente a las tareas matemáticas es que éstas ocurren más en el contenido de ángulos positivos, negativos, cuadrantales, coterminales y simétricos, lo cual refleja un mayor espacio para que los estudiantes reflexionen y cuestionen lo que hacen, en comparación con los otros dos contenidos matemáticos.

Conclusión

Se identifica que los tres docentes generan estrategias metacognitivas, sin tener la intención, al menos de manera explícita, que surgen por la situación didáctica que se presenta al momento de explicar un concepto o de resolver un problema matemático. La estrategia que impulsan los docentes en mayor medida es la planeación, que ocurre en las tareas de resolución de problemas, la cual se identificó con mayor frecuencia en la práctica del profesor uno. Para potencializar la planeación, los maestros dosifican los contenidos y explican con mayor detalle cada uno de los pasos que son necesarios para solucionar la tarea; en caso de que exista o que los estudiantes cometan un error, los profesores retoman su papel de guías para mostrar el procedimiento correcto. En relación con el monitoreo, la práctica de los tres docentes se basa en exponer los contenidos, explicarlos una y otra vez, así como resolver problemas matemáticos, lo cual muestra bases del modelo tradicional donde la figura central es el maestro, quien es el responsable de solucionar los problemas. En menor medida se marcan errores a partir de la participación de los alumnos, de modo que se genera una dependencia hacia el docente para resolver algunos problemas, comprender conceptos y validar

«Es fundamental que el docente de matemáticas, de manera consciente y con intención didáctica, logre en los estudiantes de bachillerato estrategias metacognitivas en mayor medida, de modo que sean sujetos reflexivos y autónomos de su proceso de aprendizaje»

el procedimiento utilizado. La evaluación es la estrategia que se registró en menor medida y se da principalmente para verificar si los alumnos aciertan a los problemas. Los resultados muestran que es fundamental que el docente de matemáticas, de manera consciente y con intención didáctica, logre

en los estudiantes de bachillerato estrategias metacognitivas en mayor medida para que sean sujetos reflexivos y autónomos de su proceso de aprendizaje; para ello, el profesor debe tener los conocimientos conceptuales y didácticos necesarios.

Fuentes de consulta

- Ávila, A. (2016). La investigación en educación matemática en México: Una mirada a 40 años de trabajo. *Educación matemática*, 28(3), 31-59. <https://doi.org/10.24844/EM2803.02>.
- Basso, F. y Abrahão, M. (2018). Teaching activities that develop learning self-regulation. *Educação y Realidade*, 43(2), 495-512. <https://dx.doi.org/10.1590/2175-623665212>.
- Desoete, A. y De Craene. (2019). Metacognition and mathematics education: an overview. *ZDM*, 51(4). <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01060-w>.
- Ellis, A., Denton, D. y Bond, J. (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>.
- Jiménez, A. y Gutiérrez, A. (2017). Realidades escolares en las clases de matemáticas. *Educación matemática*, 29(3), 109-129. <https://dx.doi.org/10.24844/em2903.04>.
- Joseph, N. (2010). Metacognition needed: Teaching middle and high school students to develop strategic learning skills. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 54(2), 99-10.
- 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. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.167221>.
- Peeters, J., De Backer, F., Reina, V. R., Kindekens, A., Buffel, T. y Lombaerts, K. (2014). The role of teachers' self-regulatory capacities in the implementation of self-regulated learning practices. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 1963-1970. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.504>.
- Quintana-Terés, M. (2014). *El aprendizaje autorregulado en estudiantes de educación superior* [Tesis doctoral, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, ITESO]. Repositorio Institucional del ITESO. <http://hdl.handle.net/11117/1488>.
- 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: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(3), 405-416.
- Secretaría de Educación Pública. (2017a). *Nuevo Modelo Educativo*. SEP.
- SEP (2017b). *Planes de Estudio de Referencia del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*. SEP.
- Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS). (2008). *Acuerdo 447. Competencias docentes*. SEP.
- Wulandari, D., Sinaga, 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 and Method in Education*, 8(1), 32-40. <https://doi.org/10.9790/7388-0801023240>.
- Zimmerman, B. y Moylan, A. (2009). Self-regulation: where metacognition and motivation intersect. En D. Hacker, J. Dunlosky, y A. Graesser (Eds.). *Handbook of Metacognition in Education*, 299-315. Routledge.