



ISSN: 2448 - 6574

Evaluación y retroalimentación formativa en la mejora de la educación matemática

Adriana Gómez Reyes
orodelsilencio@yahoo.com.mx

Ángel Homero Flores Samaniego
ahfs@unam.mx

UNAM

Área temática: Evaluación del aprendizaje y del desempeño escolar.

Resumen

Se presenta un estudio descriptivo sobre el papel de la evaluación y de la retroalimentación formativa en un modelo de intervención didáctica centrado en el aprendizaje de la matemática en el Nivel Medio Superior. El modelo se ha venido desarrollando desde 2006 en el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM y ha sido probado en varias instituciones de educación superior con resultados alentadores. Se hará una reflexión sobre las implicaciones para la docencia si se le apoya en una didáctica centrada en el aprendizaje y se presentarán algunos resultados de investigaciones en el aula y el uso que se hace de los instrumentos de evaluación durante el proceso.

Palabras Clave: Evaluación en el aula, Retroalimentación formativa, Didáctica centrada en el aprendizaje, Educación Matemática.

Planteamiento del problema

En México, en el Nivel Medio Superior (NMS), la educación matemática, es decir, el acervo de conocimiento matemático que posee una persona y el uso que hace de él, se ha venido deteriorando con el devenir del tiempo. Dan fe de esto los resultados en pruebas estandarizadas como las que aplica el Gobierno de México. Según el resultado de la aplicación de la prueba Planea en 2017, 66.2% de los estudiantes de NMS están en el Nivel I; esto es,

Debates en Evaluación y Currículum/Congreso Internacional de Educación: Evaluación 2018
/Año 4, No. 4/ Septiembre de 2018 a Agosto de 2019.



ISSN: 2448 - 6574

“tienen dificultades para realizar operaciones con fracciones y operaciones que combinen incógnitas o variables (representadas con letras), así como para establecer y analizar relaciones entre dos variables.”

(<http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2017/ResultadosNacionalesPlaneaMS2017.PDF>

]). También da fe de este deterioro la evolución de los programas de matemática de las instituciones de NMS del país: en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM, por ejemplo, se duplicó el número de horas asignadas a aritmética, llegando casi a 40% del primer semestre, en detrimento de otras asignaturas como geometría y geometría analítica, y en consecuencia del conocimiento del estudiante al egreso. (CCH, 2016)

Los esfuerzos por mejorar el aprendizaje de los estudiantes en México se vienen dando, de manera más o menos sistemática, desde los años 70 del siglo pasado mediante acciones del gobierno y de instituciones de educación superior como el Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV. Se han adoptado teorías constructivistas sobre el aprendizaje cuya influencia se observa en los programas de matemática de todos los niveles y en los libros de texto y en los materiales de apoyo a la docencia; teorías que van desde los planteamientos de Piaget, hasta las tesis de Brousseau en su teoría de las Situaciones Didácticas. Se han instrumentado un gran número de programas de formación y actualización de profesores, patrocinados por la Secretaría de Educación Pública y por varias IES, y alrededor de tres reformas educativas que, según el gobierno en turno, son mejores que las anteriores. Sin embargo, los resultados no mejoran y sólo se llega a tener un 2.5% de estudiantes en el Nivel más alto de la prueba Planea. Y no hablemos del desempeño en matemática de los estudiantes mexicanos en pruebas como PISA o TERCE, o su desempeño matemático en niveles superiores como ingeniería o en ciencias.

La educación matemática de nuestros estudiantes no mejorará a pesar de todos los esfuerzos que se hagan, si no se cambia la concepción de matemática como una serie de instrucciones que el estudiante debe seguir para aprenderla o para tener el resultado correcto; esta concepción no ha cambiado desde hace por lo menos un siglo, sólo se le ha disfrazado un poco, vistiéndola a la matemática de herramienta de resolución de problemas cotidianos, “cerca” a la realidad del estudiante quien, no obstante, debe seguir una serie de algoritmos e instrucciones para obtener la respuesta correcta y llevarse el estímulo de una buena calificación.



ISSN: 2448 - 6574

Según nuestra perspectiva, la raíz del problema se encuentra en dos factores:

- Una concepción errónea de la matemática, de la obtención del conocimiento matemático y del proceso de validación de dicho conocimiento en un ambiente escolar.
- Una didáctica de la matemática con un énfasis muy marcado en la enseñanza de la materia y en la mejora de las estrategias de enseñanza como único vehículo para fomentar el aprendizaje de los estudiantes.

El propósito del presente trabajo es hacer una reflexión sobre las características de una didáctica centrada en el aprendizaje y sus implicaciones en la evaluación, en la retroalimentación y, a través de ellas, en el quehacer docente; para esto se analizará la puesta en escena del modelo de intervención didáctica, *Aprender Matemática, Haciendo Matemática* (AMHM), en el que se privilegia el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la modelación matemática, la validación de resultados mediante argumentos válidos y el fomento de valores como el respeto, la tolerancia y la cooperación. (Flores, 2017). Se pondrá especial énfasis en la importancia que adquiere la evaluación en el aula y la traducción de sus resultados en intervenciones de retroalimentación.

Justificación

El modelo de trabajo que encontramos usualmente en el aula se centra en la enseñanza, toda la preocupación del profesor está en lo que enseña y cómo lo enseña. Hace lo mismo para todos los estudiantes esperando que aprendan todos igual. Cuando el proceso no funciona, el profesor se esfuerza en buscar nuevas formas de enseñanza. En cuanto a la evaluación es el profesor el único con el conocimiento y la autoridad suficientes para decir quien aprendió y quien no.

Cuando el trabajo en el aula se centra en el aprendizaje, las actividades y el esfuerzo se enfocan a lo que el estudiante hace, cada estudiante puede hacer cosas diferentes con la misma actividad, según sus conocimientos previos, sus intereses y sus capacidades. La evaluación no puede quedar exclusivamente en manos del docente, los estudiantes también tendrían qué decir y tomar decisiones, pues ellos son los que saben qué aprendieron y el esfuerzo que hicieron.

A un modelo de enseñanza centrado en el estudiante, como lo define Johnson (1998), se le atribuyen múltiples ventajas, incluyendo que los estudiantes que van adquiriendo más



ISSN: 2448 - 6574

competencias (disciplinares, colaborativas y de comunicación), están más motivados a aprender y a colaborar con sus compañeros. Con el modelo AMHM, llegamos más allá, al considerar que el trabajo en el aula debe centrarse en las acciones y no en las personas, en el aprendizaje más que en los estudiantes.

El papel del profesor en un modelo centrado en el aprendizaje es más bien de mediador, de planificador, de organizador. En su posición de experto, el profesor es quien propone las actividades a realizar por los estudiantes, las actividades de aprendizaje; también es quien propicia un ambiente adecuado para el aprendizaje. El ambiente que se logra en el aula no depende sólo del profesor, pero con su experiencia (y una formación adecuada) tiene una posición que le permite negociar en caso de conflictos, limar asperezas o alentar el ambiente de aprendizaje que se requiere.

Es importante para buscar una mejora en el aprendizaje de la matemática, definir qué es y como se aprende. En nuestra concepción, la matemática es más que la repetición de algoritmos, lo más importante es el análisis, el razonamiento y la resolución de problemas, y la forma de aprenderlo será haciendo análisis, razonando y resolviendo problemas. Como seres sociales, la forma de desarrollar un razonamiento matemático, es a partir de la discusión y la argumentación con sus pares.

Centrar el modelo de trabajo en el aprendizaje, permite a los estudiantes hacer y, con esto, lograr el análisis, el razonamiento y la resolución de problemas que los llevarán al aprendizaje del conocimiento propuesto en el currículo.

Fundamentación teórica

El modelo de intervención didáctica AMHM (Flores, 2007) tiene como principio el aprender haciendo, al estilo de los aprendices de oficios tradicionales como los zapateros, o los plomeros. Hay que considerar que el estudiante es una persona autónoma e inteligente que merece respeto y tolerancia (al igual que el profesor). La intención es fomentar en el estudiante el pensamiento matemático y habilidades de resolución de problemas, así como el desarrollo de una actitud positiva hacia la matemática y de valores humanos (Figura 1).



Figura 1. Ambiente de aprendizaje. Adaptación de Flores y Gómez (2009)

El estudiante es un ser humano que necesita sentirse en confianza para relacionarse y trabajar con las otras personas en el aula.

El conocimiento está mediado por el ambiente en que se desarrolla, (Vigotsky, 1978; Kuhn, 1970; Kitcher, 1984) y por las acciones Dewey (1989), por lo que debemos centrarnos en el ambiente en el que trabajamos y en lo que hacen nuestros estudiantes. Partiendo de esta idea, se busca la generación de un *Ambiente* en el salón de clases donde se fomente el aprendizaje, donde tanto los estudiantes como el profesor formen un equipo, una *comunidad de aprendizaje*, que trabaje con un fin común, el aprendizaje de los estudiantes (Flores, 2007). Los estudiantes deben ser participantes activos de este trabajo, e incluso tomar decisiones. La evaluación debe considerar este ambiente.

La evaluación busca mejorar el aprendizaje y para ello reúne y analiza la información concerniente al desempeño del estudiante, a la efectividad de las actividades y a la idoneidad del ambiente. Dicha evaluación requiere de una variedad de instrumentos como pueden ser listas de cotejo, matrices de resultados, rúbricas y otros (Flores y Gómez, 2009 Tonin y Curry, 2018).

Esta información y su análisis regresa al aula como *Intervenciones de Retroalimentación* (IR), definidas por Kluger y DeNisi como “*actions taken by (an) external agent (s) to provide*

*information regarding some aspect(s) of one's task performance*¹ (1996, pág. 255). En nuestro marco teórico, nos referimos al trabajo realizado al interior del aula, por lo que la participación de agente externos pierde sentido; así que entenderemos las Intervenciones de Retroalimentación como las acciones tomadas por el profesor para proveer de información a los participantes del proceso que se lleva a cabo en el aula, a partir de las conclusiones a las que llega con la evaluación.

Retomando lo anterior, diremos que una retroalimentación formativa se da en la forma de IR diseñadas por el mismo profesor en el proceso con base en la evaluación formativa.



Figura 2. Relación entre conceptos principales (Gómez, en proceso)

A manera de resumen se puede ver en la Figura 2 los conceptos principales alrededor de la Retroalimentación Formativa. Así, las actividades de aprendizaje tienen como primer objetivo el aprendizaje mismo, pero permiten a los estudiantes generar información para la Evaluación, que generara a su vez Intervenciones de Retroalimentación.

Objetivos

El objetivo del trabajo es reconocer las características propias de la evaluación y la retroalimentación para un modelo como AMHM, un modelo en el que se privilegia el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la modelación matemática, la validación de resultados mediante argumentos válidos y el fomento de valores como el respeto, la tolerancia y la

¹ Acciones hechas por agentes externos que proveen información sobre el desempeño personal



ISSN: 2448 - 6574

cooperación. Para esto revisaremos algunas aplicaciones del modelo, de las que se tiene evidencia por su intensidad de investigación; el uso que se hizo de la evaluación y sus implicaciones en las intervenciones de retroalimentación.

Metodología

El presente trabajo, de tipo descriptivo, se basa en algunas investigaciones realizadas por un grupo de docentes-investigadores que utilizan el modelo AMHM como marco teórico de referencia y desarrollan los experimentos de enseñanza en sus propios grupos. Estas investigaciones tienen en común la aplicación de una serie de actividades acordes con el modelo AMHM presentadas a los estudiantes en hojas de trabajo, quienes realizan las actividades en equipos pequeños (de dos a cuatro personas), no hay restricciones en cuanto a la consulta de materiales o de discutirlo con otros equipos. El profesor está pendiente de cada equipo, propiciando la discusión, apoyando o guiando cuando hay algún tropiezo, y llevando ideas de un equipo a otro.

Para la evaluación se escogen algunas actividades específicas que se aplican casi de la misma manera, con la única diferencia de que el profesor limita su participación a observar los avances de cada equipo sin dar ideas, para ver el desempeño de los estudiantes. La evaluación se realiza principalmente con listas de cotejo para cada actividad de evaluación y rúbricas para concentrar la información del tema o del experimento. En algunas ocasiones se usaron también bitácoras COL y matrices de resultados.

Resultados

La evaluación debe tener en cuenta todos los factores implicados en el modelo AMHM (Flores y Gómez, 2009): Modelo centrado en el aprendizaje, trabajo en equipo, profesor como coordinador de las actividades, desarrollo de competencias matemáticas (Pensamiento matemático, resolución de problemas y uso de tecnología) y desarrollo de cualidades personales (actitud positiva hacia las matemáticas, valores humanos).

Así la evaluación está muy lejos de ser sólo la asignación de una calificación, y se vuelve la oportunidad para que los estudiantes muestren las evidencias relevantes sobre su propio desempeño de los, el desempeño del profesor y sobre el medio ambiente en el aula (Flores y Gómez, 2009). Tendiendo a lo que Morán (2007), Roble (2014), Sandler (1989) llaman

evaluación formativa, en el sentido de aquello que se concibe y es usado para mejorar la competencia del estudiante, es decir, mucho más allá de la evaluación como medio de control. La evaluación como la concebimos en el modelo AMHM va más allá de la evaluación formativa al considerar esta evaluación como parte de todo el proceso, no como momentos aparte, y al considerar la capacidad de los estudiantes de participar en la evaluación e incluso de tomar decisiones.

No se trata de medir si el estudiante logró los aprendizajes, se trata de darle la oportunidad de demostrar, y demostrarse, lo que ha aprendido y de hacer una reflexión sobre las debilidades y las fortalezas del proceso completo, con el fin de optimizarlo (Flores, 2017).

De la misma manera en que los estudiantes deben ser protagonistas en el desarrollo de las actividades, también deben ser partícipes de la evaluación. La discusión de cómo deben resolverse las actividades, de la equivalencia de distintos métodos de resolución, la justificación de las respuestas, debe hacerse con los estudiantes, tomando en cuenta sus opiniones y las propuestas de solución que ellos tienen y que pueden no estar consideradas en la planeación original. Estas discusiones nutrirán la retroalimentación, y aun cuando la planeación de las IR está a cargo del profesor, la participación de los estudiantes es importante. Las intervenciones serán principalmente nuevas actividades para las siguientes sesiones, y dando pie a nuevas discusiones.

Aun cuando la planeación de las IR está a cargo del maestro, el estudiante es considerado al tomarse en cuenta su participación en la evaluación que generó la IR y en la aplicación de esta.

Tema	Instrumentos usados	Resultados	Comentarios relacionados a la evaluación y retroalimentación
Semejanza de triángulos	Lista de cotejo Matriz de resultados Rúbrica	Los grupos logran un grado aceptable del entendimiento de triángulos semejantes Se recomienda el uso de instrumentos metacognitivos como la bitácora COL	Hace un análisis del uso de cada instrumento. Se muestran la lista de cotejo y la matriz, se discuten estos y la rúbrica. Hace un análisis más detallado que los otros artículos sobre el uso de los instrumentos de evaluación. Menciona el uso de la

			información para la retroalimentación.
Uso de la variable	Lista de cotejo V de Gowin	El uso de un razonamiento inductivo es de utilidad en la comprensión del concepto de literal. No es concluyente, se requieren más variedad de instrumentos.	Solo muestra el uso de la lista de cotejo
Cónicas	V de Gowin Rúbrica Lista de cotejo	Es posible trabajar las cónicas a través de la modelación matemática.	Solo muestra el uso de la V de Gowin. Pero se muestran y discuten los resultados directamente en las hojas de trabajo.
Variación directamente proporcional	Lista de cotejo Matriz de resultados Rúbrica	No presentan problemas para realizar las operaciones básicas, pero si para visualizar los procesos como situaciones dinámicas.	Menciona la retroalimentación. Se muestra la lista de cotejo, la matriz y la rúbrica.

Tabla 1. Investigaciones sobre AMHM. Elaboración propia a partir de Flores et al (2011); Flores y Chávez (2013); Flores y Gómez (2013); Flores, Gómez y Chávez (2016).

Algunas de las investigaciones referidas en la metodología se resumen en la Tabla 1. Todos los artículos plantean entre sus preguntas de investigación la efectividad de los instrumentos de evaluación, tanto como instrumentos de investigación como en la mejora del proceso de aprendizaje.

Conclusiones

El uso de instrumentos como listas de cotejo, V de Gowin, Matriz de resultados, muestra los alcances logrados por los estudiantes, la discusión de éstos (e incluso de las hojas de trabajo) nutre de la información necesaria, tanto para la investigación como para la retroalimentación. La rúbrica tiene una función integradora que facilita la revisión de los avances generales, a manera de cierre.

Los mismos resultados de las investigaciones dan muestra de la necesidad de variedad en los instrumentos utilizados, como también lo dicen otros autores (Torin y Cory, 2018) y se



ISSN: 2448 - 6574

recomienda específicamente el uso de la Bitácora COL, la cual tiene un fuerte componente metacognitivo (Flores y Gómez, 2009). En experiencias independientes de los trabajos aquí revisados, los estudiantes han dado testimonio en las Bitácoras que la discusión con sus compañeros y con el profesor, les resulta enriquecedora.

La retroalimentación está poco comentada en los artículos pues su objetivo era la investigación de problemas de aprendizaje, pero, aun así, se nota su importancia en el desarrollo del modelo al incidir en las discusiones posteriores y en la modificación de las actividades para su aplicación en nuevas ediciones del mismo curso (retroalimentación a mediano plazo).

Un modelo como AMHM, requiere de una participación activa de los estudiantes en la evaluación que no se logra con instrumentos como los exámenes, pero que resulta muy rica con instrumentos más útiles para la discusión como las rúbricas o las matrices de resultados. La retroalimentación también resulta fortalecida con esta participación apoyando la mejora no sólo del desempeño de los estudiantes sino del desempeño del docente y de las actividades de aprendizaje.

Se recomienda diseñar la rúbrica directamente con los estudiantes, pues de este modo, al discutir los alcances de cada nivel, tienen una idea clara de lo que deben lograr en el curso.

Referencias bibliográficas

Dewey, J., (1989). *Cómo pensamos: nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo*, Paidós, Barcelona, España.

Flores, H. (2007). Aprender Matemática Haciendo Matemática: modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *Acta Scientiae*. 9(1). 28-40.

Flores, A. H. (2017). Didáctica Matemática Centrada en el Aprendizaje: El papel de la evaluación y la investigación en el aula. CIEMAT. Barinas, Venezuela.

Flores, A. H., Chávez, G. X., Gómez, A. y Mejía, M.A., (2011). Instrumentos de Evaluación como Medidores de Desempeño en el Entendimiento de Semejanza de Triángulos. *ACTA SCIENTIAE. Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 13(2), 9-20. ISSN 1517-4492.

Flores, A. H. y Chávez, G. X., (2013). Generalización en el estudio de funciones lineales. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. 26, 1057-1064.



ISSN: 2448 - 6574

Flores, A. H. y Gómez, A. (2009). Aprender Matemática, Haciendo Matemática: la evaluación en el aula. *Educación Matemática*. 21(2) 117-142.

Flores, A. H. y Gómez, A., (2013). La modelación matemática y la enseñanza de las cónicas. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. 26, 1177-1184.

Flores, A. H., Gómez, A. y Chávez, G. X., (2016). Modelación Matemática en el Desarrollo de Funciones Lineales y variación Directamente Proporcional. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. 29, 634-642. ISSN 2448-6469.

Gómez, A. (2007). La evaluación en actividades de aprendizaje con uso de tecnología. Tesis de maestría con especialidad en Matemática Educativa. CICATA, Legaria. IPN. México.

Gómez, A. (en proceso). Retroalimentación formativa en el aula de matemática. Proyecto de doctorado con especialidad en Matemática Educativa- CICATA, Legaria. IPN. México.

Johnson, M. (1998). *Learner-Centered Education as a Model and a Platform for Training Graduate Teaching Assistants in Professional Skills*. Frontiers in Education Clearing House. Obtenido en <http://fie-conference.org/fie98/papers/johnson.pdf>

Kitcher, P. (1984). *The Nature of Mathematical Knowledge*. Oxford University Press.

Kluger y DeNiss, A. (1996). The Effects of Feedback Intervention of Performance: A Historical Review, a Meta-Analysis, and a Preliminary Feedback Intervention Theory. *Psychological Bulletin*. 119(2). 254-284.

Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolution*. Chicago University Press.

Morán, P. (2007). Hacia una evaluación cualitativa o formativa de la docencia. *Congreso Nacional de Evaluación Educativa. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Facultad de Ciencias de la Educación*. Recuperado en http://posgradoeducacionuatx.org/congreso/?page_id=98

Roble, A. (2014). Formative assessments in connected classrooms Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education. 6. Vancouver, Canada: PME.

Sandler, D. R. (1989). *Formative assessment and the design of instructional systems*. *Instructional Science*. 18 119–144.

Debates en Evaluación y Currículum/Congreso Internacional de Educación: Evaluación 2018 /Año 4, No. 4/ Septiembre de 2018 a Agosto de 2019.



ISSN: 2448 - 6574

Tonin, A. M. y Cury, H. N. (2018) Concepções e práticas de avaliação de professoras de um curso de Licenciatura em Matemática. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. 52. Abril 2018. 73-90. ISSN: 1815-0640.

Vigotsky, L. S. (1978). *Mind in Society, The development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.