

2.3. Socialización de experiencias

2.3.1. Diseño de medios didácticos para el aprendizaje activo en matemáticas

Camilo Andrés Ramírez Sánchez

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, Colombia

Resumen

En esta charla se presentan los resultados de un proyecto de innovación vinculado a la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano (IUPG) que se desarrolló durante los años 2015 y 2016, el cual fue desarrollada por un grupo de profesores de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas. El objetivo fue diseñar e implementar una cartilla dinámica en los cursos presenciales y virtuales de la asignatura de Matemáticas, que sirviera como herramienta estudio y trabajo en la asignatura. La propuesta responde a una problemática en la que se percibe un desinterés por parte del estudiante en el desarrollo de las competencias matemáticas y un desfase entre las matemáticas que se enseñan y el uso de estas en el diario vivir o aplicaciones en la práctica profesional. Se presentan apartes de algunos capítulos de la cartilla y se discuten algunos alcances y limitaciones de este dispositivo.

Introducción

El proyecto “*Diseño de medios didácticos para el aprendizaje activo en matemáticas*” se inscribe a la facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas (FICB), al grupo de investigación de FICB-IUPG en la línea de investigación en educación y tecnología. Tiene sus orígenes en problemáticas evidenciadas en el desempeño de los estudiantes que han cursado la asignatura Matemáticas relacionadas con: deserción, dificultad en el proceso de aprendizaje, pérdida y baja motivación para la adquisición de conceptos matemáticos. Lo anterior llevó a reflexionar sobre la necesidad de implementar nuevas herramientas que propicien una nueva metodología en clase y fomenten el aprendizaje autónomo.

Actualmente la institución imparte un curso de Matemática I a todos los estudiantes, tanto de manera presencial como virtual, en el cual se fundamenta en el reconocimiento de las

matemáticas como herramienta en la vida cotidiana y se entiende como un espacio para que el estudiante confronte, revise y modifique *lo que cree* que sabe, *lo que cree* que significa estudiar y *lo que cree* que significa aprender. El logro fundamental de esta asignatura es brindar experiencias que permitan el aprendizaje comprensivo de conceptos matemáticos, el aprendizaje de mecanismos y estrategias para aprender matemáticas y el establecer habilidades básicas de matemáticas.

Análisis previo para el diseño del dispositivo didáctico

En la etapa del diseño centramos la reflexión en la dificultad en el proceso de aprendizaje y la baja motivación de los estudiantes, estas problemáticas han incidido negativamente en la clase de matemática promoviendo la deserción y el desinterés, las cuales siguen creciendo en el desarrollo de las asignaturas de la facultad en semestres posteriores. Según Chevallard, este tipo de problema didáctico se refiere a la *pérdida de sentido de la matemática* y a la *pedagogía dominante* (Chevallard, 2004, 2011, 2013; Barquero, Bosch y Gascón, 2014) el cual se caracteriza, entre otras, por la eliminación de la razón de ser las organizaciones matemáticas (OM) presentándolas como obras acabadas y la imposición de objetivos formulados en términos de contenidos del saber a enseñar (Barquero et al., 2011). Chevallard (2004, 2011, 2013) denomina este problema de investigación como la *monumentación del saber e inventario de saberes*. En cierto sentido, este fenómeno didáctico se puede comparar con la visita a un museo; el grupo de visitantes observa las obras (mirar, pero no tocar) y el museo se encarga de cuidarlas y mantenerlas intactas (Parra y Otero, 2017).

En busca de fomentar interés y fortalecer el proceso de autoestudio por parte del estudiante, resulta necesario crear una conexión fuerte entre las matemáticas y sus usos, tanto en la vida cotidiana, como en la profesión laboral. Este problema se puede abordar desde la didáctica en donde diversas investigaciones proponen la *modelación matemática* como un puente que permite articular las matemáticas y las aplicaciones en la especialidad (Barquero, Bosch y Romo, 2018; Domínguez-García, García-Planas y Taberna, 2016; Hitt y Quiroz, 2017; Romo, 2014; Romo, Romo y Vélez, 2012).

El objetivo del proyecto se centra entonces en desarrollar un dispositivo didáctico que posibilite una integración de la modelación matemática en la clase, tanto presencial como virtual, de la asignatura de Matemática I. Se escoge una cartilla dinámica atendiendo al uso de herramientas tecnológicas en la educación universitaria, la cartilla permea la clase de

actividades de investigación matemáticas, las cuales pueden ser estudiadas también sin el acompañamiento del docente. Estas actividades permiten experimentar y modelizar las situaciones de manera dinámica dotando de sentido la importancia de usar herramientas matemáticas para resolverlas.

Herramientas tecnológicas en la enseñanza matemática.

En los últimos semestres se ha fortalecido la asignatura con el uso de diferentes estrategias tecnológicas pues estamos convencidos que el reto de la educación actual debe ser conseguir una enseñanza de las matemáticas cognitivamente eficiente. Las tecnologías y software educativos han permitido dar un gran paso en este reto (Meyer, 2010, Wolfram, 2010).

Las funciones que desempeñan los materiales manipulativos (tangibles o gráfico-textuales) en el aprendizaje de la matemática se fundamentan en teorías que dan un peso importante a las relaciones entre el lenguaje y el pensamiento y conceden gran relevancia a los medios de expresión en el estudio de las matemáticas (Godino, Batanero & Font, 2003).

Diversas investigaciones están demostrando que los estudiantes pueden aprender más matemáticas y de manera más profunda con el uso de una tecnología apropiada sin llegar a cometer el error de usarla como sustituto de intuiciones y comprensiones conceptuales. Los recursos tecnológicos se deben usar de manera amplia y responsable con el fin de enriquecer el aprendizaje matemático de los estudiantes (Godino, Batanero & Font, 2003).

Por lo anterior se fundamenta que el uso de la tecnología en el aula de clase juega un papel cuya importancia se ha incrementado en los últimos años; específicamente en el aprendizaje de las matemáticas, los instrumentos tecnológicos (como calculadoras graficadoras, tabletas, computadoras o software específicos de matemáticas) están permitiendo re evaluar el currículo en el que gran parte (o todo) el peso estaba en desarrollar competencias operativas y algorítmicas y se deja de lado el desarrollo de competencias comprensivas y conceptuales (Cantoral, Cordero, Farfan & Imaz, 1991).

El desarrollo del pensamiento matemático visto desde el punto de vista de competencias requiere enfocarse de manera diferente en el tratamiento procedimental y brindar a los estudiantes más espacios de acompañamiento en los procesos cognitivos y conceptuales. (López & Triana, 2013). El uso de la tecnología juega un papel importante en el aprendizaje de las matemáticas y en el aprendizaje procedimental de los conceptos matemáticos, existen

software matemático que permite desarrollar objetos dinámicos que potencien la construcción de conceptos matemáticos en el estudiante (Córdoba, Vingues, Cárdenas, Martínez, Obando, Posada, ..., Sepúlveda, 2002).

Diseño del dispositivo didáctico: Cartilla dinámica

Las justificaciones anteriores permiten escoger la cartilla dinámica como una herramienta tecnológica que apoye el proceso de enseñanza en la clase de matemáticas, el uso de esta deberá estar acompañado de un cambio de pensamiento tanto en el docente como en los estudiantes, pues, no se busca presentar una serie de organizaciones matemáticas en el currículo escolar, sino que por medio de actividades el estudiante evidencie la importancia de construir OM que le ayuden en el proceso de desarrollo de las actividades a las que se enfrenta a lo largo de toda la asignatura.

La cartilla se diseñó con el software *Wolfram Mathematica*, el cual permite crear modelos manipulables que sirvan como herramienta de modelación en el proceso de desarrollo de las diferentes situaciones. El producto se exporta como un archivo *cdf* (por sus siglas en inglés, *computable document format*) el cual puede ser ejecutado en cualquier sistema operativo.

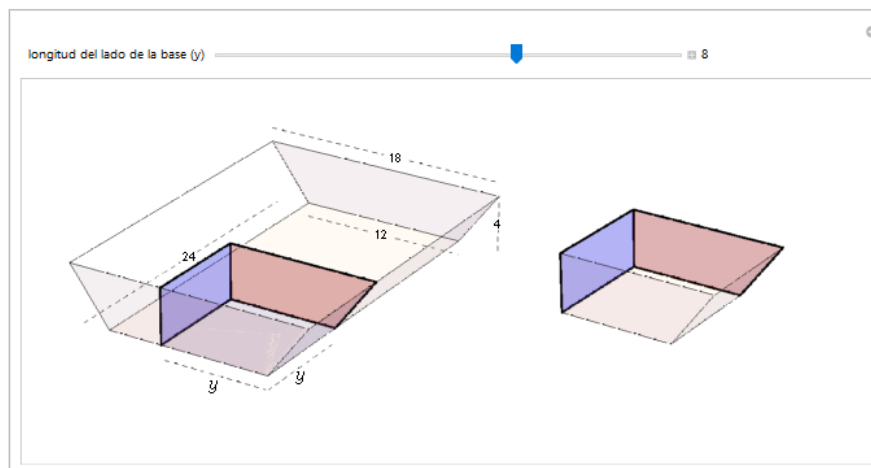
Debido a las restricciones institucionales, se decidió no cambiar el contenido de la asignatura, esto es, diseñar diferentes actividades que contribuyan al desarrollo de las OM y las competencias previamente establecidas.

A modo de ejemplo, en la imagen 1 se describe una actividad de la unidad 3 de la cartilla, denominada “ecuaciones e inecuaciones”: en esta, el estudiante puede manipular el tanque y las esclusas para visualizar lo que el problema le pide. El objetivo es plantear un sistema de ecuaciones no lineales que se reducen a una ecuación cuadrática, en la cual una de las soluciones es la respuesta a una de las preguntas planteadas.

Este tipo de recursos brinda al estudiante herramientas manipulables para enfrentar los problemas y actividades planteados en las unidades del libro, contribuyen a dotar de sentido las matemáticas que está viendo y a entender cómo utilizarlas en problemas aplicados.

Situación: Almacenamiento de agua, parte 3

El tanque también es utilizado para realizar pruebas con sustancias jabonosas o diversos tipos de soluciones. Para evitar que toda la superficie interna entre en contacto con la nueva sustancia, se aísla una sección del tanque instalando dos esclusas verticales, una rectangular (esclusa de superficie azul) y otra en forma de trapecio (esclusa de superficie roja), ambas de 4 m de altura y con una base de igual longitud, puede manipular el siguiente interactivo del tanque con las esclusas mencionadas.



Problema 1

Si se realiza una prueba con 378 m^3 de una sustancia jabonosa que al vertirse en el tanque queda un metro abajo del borde:



¿Cuáles deben ser las dimensiones de cada esclusa?
¿Cuál es el área de cada esclusa?

Imagen 1. Descripción de una actividad de la unidad 3. Elaboración propia

La cartilla está compuesta por 4 unidades, estas a su vez están divididas secciones y en cada sección se utiliza una situación problema con varias actividades. El diseño de los recursos manipulables ayuda al estudiante a entender la actividad e identificar variables, constantes, datos y demás herramientas que permita encontrar vías de solución a las preguntas planteadas.

Adicionalmente, se cuentan con mini recursos que explican algunos conceptos requeridos para abordar la actividad, por ejemplo, en la unidad 1 al presentar los números racionales, se tienen recursos para trabajar el área de regiones planas, la proporción o las operaciones de los números racionales, la imagen 2 muestra el acceso a los recursos: en esta actividad, el estudiante puede manipular dos esquinas del rectángulo para “trazar” virtualmente el margen pedido, los recursos de área y porcentaje están en la parte inferior y al dar clic en estos se desprenden ventanas informativas: en la del área aparecen las fórmulas básicas del área de algunas regiones planas, y en la de porcentaje la definición y algunos ejemplos.

La primera tarea que se propone es trazar un margen que encierre un área correspondiente al 72 % del pliego de cartulina y dividir el área encerrada en tres áreas iguales.
 Para trazar el margen, Sandra sabe que una de las formas más sencillas es dibujar un rectángulo cuya área encerrada sea el 72 % del pliego.
 Interactúe con el siguiente recurso para identificar una posible margen rectangular; note cómo la respuesta **no es única**

El área encerrada es => 60.9 %

82

52

ancho del pliego: 70 cm

largo del pliego: 100 cm

¿Cómo puede Sandra trazar este margen ?

Recuerde: el área de una figura plana depende de su forma, si desea identificarlas hacer clic en el enlace => [Área](#)

Si desea profundizar un poco sobre el concepto de porcentaje, hacer clic en el siguiente enlace => [Porcentaje](#)

Imagen 2. Descripción de una actividad de la unidad 1 y recursos. Elaboración propia

Lo anterior corresponde al diseño de la cartilla dinámica la cual se ha aplicado en algunos cursos tanto virtuales como presenciales de la institución.

Análisis de la implementación

Cambiar la cultura de la pedagogía dominante necesita un apoyo institucional de manera general en donde todos los factores de la comunidad educativa deben participar activamente, la IUPG está abierta a los cambios que influyan positivamente en la enseñanza universitaria y esta ideología se permea a los directivos y administradores de las diferentes asignaturas. Evidenciamos una fuerte resistencia al cambio en los usuarios directos del proyecto: los docentes que imparten la asignatura y los estudiantes.

Las primeras implementaciones de la cartilla no han mostrado los resultados esperados pues los estudiantes son renuentes a trabajar e investigar, están modelados bajo una doctrina de copiar o de memorizar fórmulas sin sentido, pensando que no serán útiles para su profesión. La cultura de nosotros los docentes, complementa la de los estudiantes, tampoco nos gusta los cambios y estamos acostumbrados a la pedagogía dominante junto con las problemáticas que esta conlleva.

Esta es una fuerte restricción y el cambio se debe fomentar poco a poco, dando a conocer los beneficios del cambio en la enseñanza y el aprendizaje, nuestra razón de ser son los estudiantes, y cuando ellos comienzan a cambiar su pensamiento, generan fuertes relaciones entre la matemática y sus usos; puede no recordar o memorizar una fórmula, pero se espera que logre identificar características que le permita modelizar situaciones, buscar y utilizar herramientas matemáticas para dar una respuesta eficiente a la situación.

Por otro lado, los cursos impartidos por los docentes que desarrollamos la cartilla han tenido varias experiencias positivas: en un comienzo los estudiantes presentan resistencia a abordar las temáticas matemáticas por medio de situaciones, pero poco a poco, con la influencia del docente, se dan cuenta que resulta mucho más eficiente de esta manera; una vez el estudiante se sumerge en la situación y la entiende, se da cuenta que necesita algunas herramientas (que conoce o no) para solucionarlas, ellos mismos evidencian la necesidad de buscarlas y utilizarlas, creando así un puente entre las matemáticas y la realidad, los estudiantes dejan de ver las matemáticas como algo sin sentido y comienzan a verlas como una construcción de conocimientos. La manipulación del recurso es una herramienta eficaz para que el estudiante “viva” la situación y se apersona de esta. En este sentido, el uso de esta herramienta permite cambiar la pedagogía dominante de la escuela y dotar de significado los conceptos comprendidos en el currículo de la asignatura, además que permite cambiar la clásica clase teórica por el trabajo con situaciones problema, contribuyendo al desarrollo de habilidades básicas del pensamiento.

Conclusiones

La implementación de la cartilla en la asignatura de matemáticas ha contribuido a una alternativa positiva en la enseñanza tradicional de las matemáticas. Si bien se han identificado restricciones puntuales en el pensamiento de docentes y estudiantes y su oposición, poco a poco se fomenta el cambio y se evidencia los beneficios del nuevo pensamiento.

El interés en la asignatura ha crecido y la deserción disminuido paulatinamente, si los estudiantes dotan de sentido las matemáticas enseñadas y su aplicación, ven la necesidad de estudiarlas y estrategias como las planteadas en este proyecto fomentan el cambio de pedagogía y apoyan el trabajo del docente en clase.

Referencias

- Barquero, B., Bosch, M., & Gascón, J. (2014). Incidencia del «aplicacionismo» en la integración de la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las ciencias experimentales. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(1), 83–100. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.933>.
- Barquero, B., Bosch, M., & Romo, A. (2018). Mathematical modelling in teacher education: dealing with institutional constraints. *ZDM Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0907-z>.
- Cantoral, R., Cordero, Farfan R. Imaz E (1991). *Una revisión de la Investigación Educativa. En Cálculo y Análisis*. Universidad Autónoma del Estado de México UAEM. Segundo Simposio Internacional sobre Investigación en Educación Matemática.
- Córdoba, J. Vingues, G. Cárdenas, C. Martínez, F. Obando, G. Posada, F. Jiménez, A. Sepúlveda, J (2002). *Herramientas computacionales en el desarrollo de procesos de interpretación y argumentación en clase de matemáticas*. Ministerio de Educación, Memorias del congreso internacional: Tecnologías computacionales en el currículo de Matemáticas. Bogotá, Colombia.
- Chevallard, Y. (2004) *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire*. <http://yves.chevallard.free.fr>.
- Chevallard, Y. (2011). *Improvisaciones cruzadas sobre lo didáctico, lo antropológico y el oficio de investigador en TAD*. Recuperado de http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=201.
- Chevallard, Y. (2013). Enseñar Matemáticas en la Sociedad de Mañana: Alegato a Favor de un Contraparadigma Emergente. *Journal of Research in Mathematics Education REDIMAT*, 2(2), 61–1. <https://doi.org/10.4471/redimat.2013.26>.
- Domínguez-García, S., García-Planas, M. I., & Taberna, J. (2016). Mathematical modelling in engineering: an alternative way to teach Linear Algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(7), 1076–1086. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.115373>.

- Godino, J. D. Batanero, C. Font, V.: *Fundamentos de la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas para Maestros*. Granada, Universidad de Granada, 2003.
- Hitt, F., & Quiroz, S. (2017). Aprendizaje de las matemáticas a través de la modelación matemática en un medio sociocultural ligado a la teoría de la actividad. *Revista Colombiana de Educación*, (73), 151.
<https://doi.org/10.17227/01203916.73rce151.175>.
- López, O. & Triana, S. (2013). Efecto de un activador computacional de autoeficacia sobre el logro de aprendizaje en estudiantes de diferente estilo cognitivo. *Revista Colombiana de Educación*, 64.
- Meyer, D. (2010). *Math class needs a makeover*. TED talks. Recuperado de: https://www.ted.com/talks/dan_meyer_math_curriculum_makeover.
- Parra, V., & Otero, M. R. (2017). *Estudiar límite y derivada en la escuela secundaria: una propuesta desde la teoría antropológica de lo didáctico*. Buenos Aires, Argentina., Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/320290040_Estudiar_limite_y_derivada_en_la_escuela_secundaria_una_propuesta_desde_la_teor%C3%ADa_antropol%C3%B3gica_de_lo_did%C3%A1ctico.
- Romo, A. (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. *Revista de Educación Matemática*, 26(3), pp. 314-338.
- Romo, A., Romo, R., & Vélez, H. (2012). De la ingeniería Biomédica al aula de Matemáticas. *Revista Electrónica de Computación, Informática, Biomédica Y Electrónica*, 1(1).
- Wolfram, C. (2010). *Teaching kids real math with computers*. TED talks. Recuperado de: https://www.ted.com/talks/conrad_wolfram_teaching_kids_real_math_with_computers.

[Volver al índice de autores](#)