

Tesis de Licenciatura en Educación Matemática, Facultad de Ciencias Exactas,
UNICEN. Argentina.

Propuesta didáctica para la enseñanza de las superficies cuádricas elipsoide y paraboloides en la Escuela Secundaria

Autora: Lic. Mónica Noemí Moreira

Directora: Dra. María Paz Gazzola Bascougnat (NIECYT-UNICEN-CONICET, Argentina)

Codirectora: Dra. María Rita Otero (NIECYT-UNICEN-CONICET, Argentina)

Jurado

Dra. María Paz Gazzola (NIECYT-UNICEN-CONICET, Argentina)

Dra. María Rita Otero (NIECYT-UNICEN-CONICET, Argentina)

Lic. Adriana Sequeira (UNICEN, Argentina)

Fecha defensa: 13 de Julio de 2023

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta didáctica para enseñar superficies cuádricas en el Ciclo Superior de la escuela secundaria fundada en la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard, 1999, 2009, 2013, 2019). Se formula, describe y estudia una pregunta que podría generar un Recorrido de Estudio e Investigación (REI) (Chevallard, 2009, 2013; Otero et al, 2013, Otero, 2021) que involucra a la Matemática, la Física y la Historia del Arte.

La pregunta generatriz formulada se relaciona con emblemáticas construcciones arquitectónicas cuyas estructuras distintivas representan elipsoides y paraboloides hiperbólicos (Sanchis Sampedro, 2013; Lehman, 1980). Las obras arquitectónicas seleccionadas son tres: la Capilla Lomas de Cuernavaca de México, el Oceanográfico de Valencia, ubicado en la Ciudad de las Artes y las Ciencias en Valencia-España y el Gran Teatro Nacional de China que se encuentra en la Ciudad de Pekín.

En una primera etapa, se caracterizan las superficies cuadráticas puestas en juego en estas tres obras de arquitectura y se analizan y describen las posibles finalidades y beneficios de utilizar estructuras de paraboloides hiperbólicos y elipsoides en su construcción. Posteriormente, se estudia la pregunta Q_0 : *¿Cuáles son y qué características tienen las superficies que representan la Capilla Loma de Cuernavaca, el Oceanográfico de Valencia y el Gran Teatro Nacional de China?*

Se identifican, describen y estudian posibles preguntas derivadas de Q_0 , y se proponen posibles tipos de tareas, técnicas y tecnologías vinculadas a ellas. Las preguntas

derivadas involucran el estudio de los saberes matemáticos mencionados, que, a la vez, se relacionan con técnicas constructivas empleadas en arquitectura y con conocimientos de física, tales como acústica, fuerzas y sus efectos.

En relación a la matemática, las organizaciones (OM) presentes en el estudio son: OM_1 : superficie cuádrica, OM_2 : elipsoide, OM_3 : paraboloides hiperbólico, de las cuales se desprende el estudio de otras, como secciones cónicas de una cuádrica, elipse, parábola e hipérbola, necesarias para comprender como se construyeron estas obras arquitectónicas.

En relación a la física (OF), OF_1 : acústica, vinculada a la construcción de la sala de ópera del Teatro Nacional de China (Schmich, 2008), donde la propagación del sonido puede crearse a partir del recinto que lo envuelve, que en este caso es de tipo elipsoidal; OF_2 : esfuerzo y flexión, relacionada con el paraboloides hiperbólico, debido a que las estructuras laminares construidas en hormigón armado deben soportar cargas muy pesadas, y se requiere analizar las fuerzas implicadas y la superficie más conveniente para conseguirlo.

Respecto a las organizaciones de historia del arte (OA), OA_1 : planta y elevación, vinculada al elipsoide, OA_2 : superficies no desarrollables, relacionada al paraboloides hiperbólico (Cárceles Garralón, 2007), que presentan las superficies anticlásticas que se construyen a partir de parábolas e hipérbolas.

El estudio profundo de la pregunta generatriz Q_0 ha permitido evidenciar su potencialidad para desarrollar una enseñanza de las cuádricas en la escuela secundaria basada

en preguntas y relacionada otras disciplinas escolares como la arquitectura o el arte y la física.

A futuro se espera adaptar el estudio realizado, diseñar un REI para enseñar elipse y parábola hiperbólica en una Escuela de Bellas Artes de San Clemente, Partido de la Costa, e implementarlo en un curso concreto. Además, se ampliará el estudio realizado considerando otras superficies cuadráticas utilizadas en la arquitectura.

REFERENCIAS

Andrés Martín, F. y Fadón Salazar, F. (2021). *Análisis gráfico de obras emblemáticas de Félix Candela*. XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Universidad de Cantabria, España.

Cárceles Garralón, F. (Mayo de 2007). *El paraboloido hiperbólico como generador inagotable de formas en las estructuras laminadas*. [archivo PDF]. Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control. I Jornada Nacional de Investigación en Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.

Chevallard, Y. (2019). *Introducing the anthropological theory of the didactic: an attempt at a principled approach*. [archivo PDF]. Hiroshima Journal of Mathematics Education 12: 71-114. Recuperado de: https://www.jasme.jp/hjme/download/05_Yves%20Chevallard.pdf

Chevallard, Y. (2013). La matemática en la escuela. Por una revolución epistemológica y didáctica. Libros del Zorzal: Buenos Aires, Argentina.

Chevallard, Y. (2013). Un Programme de Recherche: Bits And Pieces. Journal Du Seminaire TAD/IDD. Section 1. 18-01-2013. Recuperado de: <http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/journal-tad-idd-2012-2013-1.pdf>

Chevallard, Y. (2009). Didactique fondamentale : forum des questions. Recuperado de: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Didactique_fondamentale_-_Forum_des_questions.pdf

Chevallard, Y. (1999) El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19 (2), 221-266.

Lehman, C. (1980). *Geometría Analítica*. México, Editorial Limusa.

Otero, M. (2021). La formación de profesores recursos para la enseñanza por indagación y el cuestionamiento. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/357166775_La_Formacion_de_Profesores_Recursos_para_la_ensenanza_por_indagacion_y_el_cuestionamiento

Otero, M., Fanaro, M. Corica, A., Llanos, V., Sureda, P. y Parra, V. (2013). *La teoría antropológica de lo didáctico en el aula de matemática*, Buenos Aires, Editorial Dunken.

Pavez, A. (Julio de 2011). *Gran Teatro Nacional de China. La perla de Beijing*. Revista BIT 79, número (84).

Sanchis Sampedro, F.J. (2013). *La geometría de las superficies arquitectónicas análisis formal geométrico de la Ciutat de Les Arts i Les Ciències de Valencia*. [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Schmich, I. et. Al. (Junio de 2008). The acoustics of the Beijing National Grand Theatre of China. The Journal of the Acoustical Society of America.