

ALGUNAS EXPERIENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA ANALÍTICA VINCULADAS CON LA DISCIPLINA EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA

SOME ANALYTICAL GEOMETRY TEACHING EXPERIENCES LINKED TO GRAPHICAL EXPRESSION DISCIPLINE IN ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING AT THE TECHNICAL UNIVERSIDAD OF HAVANA

Miriam Caridad Crespo Estrada, Karen Sanabria Ortega
Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Cujae. (Cuba)
mrespo@ceamat.cujae.edu.cu, karen@arquitectura.cujae.edu.cu

Resumen

Uno de los propósitos de la enseñanza de la Matemática en la carrera de Arquitectura y Urbanismo en Cuba, es demostrar cada vez más su pertinencia en el Plan de Estudios. Esto se ha logrado en un proceso progresivo de integración de esta disciplina con las de la especialidad, donde la Matemática, dentro de otras cosas, procura establecer un vínculo natural con Expresión Gráfica, a partir del fortalecimiento de la relación percepción-análisis-interpretación-representación de los objetos de estudio comunes de la Geometría Analítica y la Geometría Descriptiva, temas de ambas disciplinas. El presente trabajo, muestra algunas experiencias en la enseñanza de la Geometría Analítica vinculadas con la carrera y en particular con la disciplina Expresión Gráfica, en la Universidad Tecnológica de La Habana.

Palabras clave: matemática, arquitectura, geometría para arquitectos

Abstract

One of the objectives of Mathematics teaching in Architecture and Urbanism university studies in Cuba is to demonstrate more and more, its relevance in the curriculum. It has been achieved in a progressive process of integration of this discipline with those of the specialty, where Mathematics, among other things, seeks to establish a natural link with Graphic Expression, based on the strengthening of the perception-analysis-interpretation-representation relationship between the common study objects of Analytical Geometry and Descriptive Geometry, subjects of both disciplines. The present study shows some experience in the teaching of Analytical Geometry linked to Architecture and Urbanism studies and in particular to the Graphic Expression discipline, at the Technical University of Havana.

Key words: mathematics, architecture, geometry for architects.

■ Introducción

En Cuba, la enseñanza de la Matemática en la carrera de Arquitectura ha evolucionado, desde versiones de sus programas un poco alejadas de las necesidades del futuro arquitecto, hasta ediciones más actuales que intentan alcanzar un mayor acercamiento a la Matemática que necesita un estudiante de este perfil. Esto ha estado en correspondencia con la instrumentación de manera gradual de estrategias diversas de formación en los sucesivos planes de Estudios de esta carrera, que se concretan en la actualidad en acciones de integración, no sólo entre disciplinas de la especialidad, sino también entre estas y las ciencias básicas como la Matemática.

En la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Cujae, la disciplina Matemática ha incorporado progresivamente esta práctica. La Geometría Analítica, ha sido uno de los temas donde las experiencias de integración con otras disciplinas de la carrera han tenido mayor impacto. Es reconocido en el ámbito académico la importancia de la enseñanza de este tema, no solo para la comprensión de otros conceptos matemáticos, sino también para el desarrollo del pensamiento espacial.

Para el arquitecto es de gran importancia lograr controlar el espacio en la mente. Esa estructuración y ese orden se desarrollan por medio de la geometría. (Pozo, 2002). La geometría es una de las ciencias más antiguas y en la Arquitectura ha estado presente desde el inicio. Constituye una poderosa herramienta para el desempeño del futuro arquitecto.

Si se desarrolla el proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la geometría como parte de un todo, el estudiante siente la necesidad de aprender, porque conoce qué función cumple y en qué medida esos conocimientos son importantes, tanto para llevar a cabo su trabajo a lo largo de la carrera, así como para resolver los problemas en su ocupación después de graduado. (Pozo, 2002)

En el de cursar de la historia, se han identificado muchas obras arquitectónicas que han surgido de ideas y croquis los cuales han necesitado posteriormente una definición geométrica precisa y una elaboración analítica de la estructura para su posterior ejecución basada en las matemáticas. A partir de los años 90 del siglo pasado, la escuela de Arquitectura cubana, ha utilizado diferentes variantes para lograr la integración entre dos de las ramas de la geometría (descriptiva y analítica).

La Geometría Descriptiva proporciona el conocimiento de los lenguajes gráficos, y los medios gráficos rigurosos para la redacción del discurso arquitectónico, contribuyendo al desarrollo de la capacidad de ver el espacio como parte del proceso de preparación para el ejercicio proyectual. Proporciona al alumno el conocimiento y dominio de la estructura y definición geométrica de todas las formas y superficies con las que, como arquitecto, tendrá que elaborar su arquitectura en el futuro. (Pozo, 2002).

Por otro lado, la Geometría Analítica estudia objetos materiales concretos, esquemas o representaciones gráficas y utiliza fundamentalmente el lenguaje simbólico, a través de ecuaciones de curvas y superficies, obtenidas a partir de la conceptualización de los lugares geométricos reconocidos y estudiados también en Geometría Descriptiva. El análisis de la generación de superficies y la construcción de sólidos y sus proyecciones contribuyen asimismo al desarrollo de la visión espacial y por tanto a la imaginación tridimensional.

Vincular la Geometría Descriptiva y la Analítica permite enriquecer las diferentes interpretaciones que se pueden realizar de los entes geométricos y, a su vez, llevar el pensamiento geométrico de lo concreto a lo abstracto y nuevamente a lo concreto. (Rodríguez, Rodríguez, 2007)

■ Evolución de la enseñanza de la Geometría Analítica vinculada con la Geometría Descriptiva en la formación de arquitectos en Cuba

El comienzo del pasado siglo marcó el inicio de la formación de arquitectos en Cuba, y en todos sus planes y programas de estudio ha estado presente en mayor o menor medida la Matemática, en particular la Geometría Analítica. Hasta 1990, sus programas se caracterizaron por ser un agregado de asuntos que seguían fundamentalmente la lógica de la ciencia y centraban la atención en el ordenamiento de contenidos, algunos no necesarios ni de interés para los estudiantes, y otros presentados tal cual fueron diseñados para primer año de ingeniería. En las clases, se enfatizó fundamentalmente en los métodos de cálculo y resolución de ejercicios, en detrimento de la aplicación y vinculación de los contenidos con las asignaturas de la especialidad. La organización de estos se caracterizó por la fragmentación y el alejamiento entre diferentes temas, percibidos de manera independiente unos de otros, frenando la generalización de conceptos, tan frecuente en Matemática y limitando las posibilidades de ejercitar operaciones del pensamiento. (Crespo, González, Sanabria, 2016)

Hace casi tres décadas se realizan reiterados intentos para transformar el panorama de la enseñanza y del aprendizaje de la Matemática en esta carrera, introduciendo cambios, que, dentro de un proceso de perfeccionamiento continuo, están dirigidos a lograr la Matemática necesaria para la formación del futuro arquitecto. La Geometría Analítica es uno de los temas que ha sido más susceptible a los cambios en cuanto a la forma de impartirlo y relacionarlo con otros temas estudiados en disciplinas de la especialidad como la Geometría Descriptiva.

La necesidad de vincular estos dos temas se identificó con mayor fuerza a partir del diseño e implementación del programa de Matemática para esta carrera del Plan de Estudios C (1990-1998), el cual incluyó en su programa, dentro de la asignatura Matemática I, algunos temas de Geometría Descriptiva, que también formaban parte de la disciplina Comunicación, hoy Expresión Gráfica para la Arquitectura y Urbanismo (EGAU). Estos conocimientos facilitaban la enseñanza de la Geometría Analítica y servían de base para su aprendizaje. Se logró además el establecimiento de una terminología y lenguaje común entre ambas geometrías.

El uso de un lenguaje geométrico común facilitó la comprensión de los contenidos de ambas disciplinas, ya que la Matemática ofrece la herramienta teórica necesaria y la disciplina de Comunicación reafirma lo dado por la Matemática y extiende su estudio a otros aspectos de la geometría propios de la arquitectura. (Rodríguez, Rodríguez, 2007).

Esto constituyó un valioso aporte al proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría para arquitectos, pero requirió de una mayor preparación de los profesores de Matemática en temas de Geometría Descriptiva, así como de los de Comunicación en temas de Geometría Analítica.

En esta etapa se ejecutaron diferentes experiencias, entre ellas se destacaron la implementación de un sistema didáctico para la enseñanza de la Matemática I de Arquitectura, dirigido por el doctor Guillermo Pérez Pantaleón y la realización de ejercicios integradores entre las asignaturas de Matemática y Comunicación, diseñados y coordinados por la Prof. Dra. Arq. Alexis Méndez González y posteriormente por la arquitecta Isabel Fernández Gutiérrez, entre otros, donde los estudiantes aplicaron los conocimientos matemáticos adquiridos en la Geometría Analítica, a la descomposición de obras arquitectónicas: gráfica y analíticamente. En ese período las acciones emprendidas fueron en su mayoría, experiencias aisladas, unilaterales y no en todos los casos como parte de un sistema planificado, ni consensuado a nivel de los años implicados (Crespo, Guerra, Sanabria, 2012).

No obstante, a los logros obtenidos, la resolución de ejercicios similares en asignaturas de ambas disciplinas, conllevó a la duplicidad de sistemas de conocimientos y habilidades en las mismas, una de las razones por la cual fue necesario ajustar el programa de Matemática del plan C. (Crespo, Guerra, Sanabria, 2012).

En el perfeccionamiento realizado en la enseñanza superior cubana, que conllevó al diseño del plan de estudios C perfeccionado, conocido como C', (1998-2007), los cambios más significativos relativos al diseño del programa de Matemática y su vínculo con Comunicación estuvieron asociados a la eliminación, en el programa de Matemática, de la mayoría de los contenidos y habilidades de la Geometría Descriptiva, que eran comunes con los de la disciplina Comunicación, obteniéndose así una ganancia de horas para incluir otros temas como proporciones y teoría de grafos, por su importancia en la carrera. No obstante, de la Geometría Descriptiva se dejó lo relativo a la definición y generación de superficies planas y curvas y los cuerpos limitados por ellas, para lograr un mayor acercamiento a la Geometría Analítica del Plano y del Espacio que estudia las rectas, las cónicas, los planos, las superficies cuádricas y los sólidos con sus proyecciones. En esta etapa se reeditaron los ejercicios integradores de cursos anteriores, se realizaron Seminarios Evaluativos de Matemática donde, a partir de maquetas de poliedros simples y regulares construidas por los estudiantes, se analizaban sus propiedades y las aplicaciones en obras arquitectónicas. Estas maquetas posteriormente se utilizaron como medios de enseñanza en escuelas primarias y círculos infantiles.

Con la aplicación del Plan de Estudios D de la carrera de Arquitectura (2007-), se implementa la disciplina Matemática para Arquitectos, (Crespo, 2007), la cual tiene identidad propia y es el resultado de las experiencias acumuladas por años en la integración entre la Matemática y otras disciplinas de la carrera, que ha evolucionado en correspondencia con la paulatina toma de conciencia del problema, tanto de los profesores de Matemática, como los de la especialidad. Esta disciplina, hoy en implementación, establece tres principios fundamentales para la selección de sus contenidos: los contenidos seleccionados por la lógica de la Profesión, los seleccionados por la lógica de la ciencia sistematizada como asignatura o disciplina científica en la práctica pedagógica y los seleccionados por la lógica del instrumento o la etapa de realización de una tarea profesional. (Corral, Núñez, 1990). En las indicaciones metodológicas para su implementación se destaca entre sus líneas directrices la geometría, la resolución de problemas de la especialidad y la integración de contenidos, tanto dentro de la propia Matemática como con las restantes asignaturas del Plan de Estudio donde esto sea posible. (Crespo, 2007).

La actual disciplina, elimina totalmente la duplicidad de sistemas de conocimientos de las geometrías analítica y descriptiva que forman parte de las asignaturas de Matemática y de EGAU, sin que esto implique la pérdida de la integración lograda anteriormente entre estos dos temas. Por el contrario, se han ido consolidando las acciones de integración entre ambas disciplinas y en consecuencia entre ambos temas.

El diseño de esta disciplina fue la consecuencia del perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la carrera de Arquitectura, que partió de la revisión de los Planes de estudios anteriores, planes temáticos de sus disciplinas y resultados de ejercicios integradores realizados en cursos anteriores. Este estudio permitió conocer y analizar en qué medida se han transformado y adecuado los programas de Matemática, específicos para la carrera, la identificación de las acciones de integración que han sido desarrolladas en los diferentes períodos y en cada caso, los aspectos positivos y las limitaciones relacionadas con la insuficiente vinculación de la Matemática con la especialidad. A partir de estos elementos se trazó una estrategia dirigida a fortalecer las relaciones interdisciplinarias entre la Matemática y otras disciplinas.

En particular, en el tema de Geometría Analítica, se identificaron deficiencias en su enseñanza relacionadas con la memorización de ecuaciones y la solución de problemas tipos y repetitivos. La automatización de procedimientos, en algunos casos ha conllevado a que se pierda la esencia de la geometría, y el concepto de lugar geométrico. Estos problemas detectados no son exclusivos de Cuba, también han sido identificados en otros contextos como lo describen Calvo, Capilla y Gómez-Collado (2008) y Villarreal, Carmona y Arango (2013). Para revertir esta situación, dentro de la aplicación de la estrategia definida se diseñan y desarrollan diversas estrategias de enseñanza, con el objetivo de minimizar los problemas revelados.

Para tratar de definir una estrategia propia de la disciplina Matemática para la enseñanza de la Geometría Analítica en la carrera de Arquitectura, se revisaron, entre otros, varios trabajos relacionados con la aplicación del modelo de Van Hiele, como una teoría de la enseñanza de la geometría, (Arango, Carmona y Villarreal, 2013). El modelo

holístico para el proceso de enseñanza-aprendizaje de geometría en arquitectos de la escuela cubana, (Rodríguez, Rodríguez, 2007), también constituyó uno de nuestros puntos de partida.

La estrategia definida para la enseñanza de la Geometría Analítica en la carrera de Arquitectura en la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Cujae, se basa fundamentalmente en tres principios:

- Lograr un vínculo natural con la disciplina EGAU.
- Aportar herramientas de representación e interpretación.
- Aplicar los conocimientos adquiridos de geometría a la descomposición gráfica y analítica de obras arquitectónicas.

En su implementación, se han proyectado y ejecutado experiencias de integración de la Matemática con la disciplina EGAU. Las buenas prácticas logradas, en el marco de una investigación en la acción, después de realizar los ajustes pertinentes en sus distintas ediciones, han contribuido notablemente a la elevación de la motivación de los estudiantes por la Matemática, así como a demostrar la pertinencia de los contenidos de su programa en la carrera, lo que actualmente se toma en cuenta para el diseño del nuevo Plan de Estudios

En la actualidad, durante el estudio de la Geometría Analítica se profundiza en el uso consecuente de conceptos y terminologías, propios de la Geometría Descriptiva utilizados en la disciplina EGAU, así como en la adquisición de habilidades en el dibujo a mano libre y/o con instrumentos de curvas, sólidos y sus proyecciones. Se reeditan ejercicios integradores realizados en programas anteriores, los que han sido enriquecidos con la incorporación de nuevos elementos, pero con el mismo propósito: que los estudiantes apliquen los conocimientos matemáticos adquiridos en la Geometría Analítica, a la descomposición de obras arquitectónicas: gráfica y analíticamente.

Recíprocamente, la disciplina EGAU utiliza los elementos de la Geometría Analítica estudiados en la disciplina básica, con el fin de entender las construcciones geométricas, la obtención de la forma real de caras planas y, en consecuencia, la representación de desarrollos y elaboración de maquetas. Se utilizan técnicas digitales para la interpretación, modelación tridimensional y representación en proyecciones ortogonales de geometrías complejas, generalmente asociadas a obras con valor arquitectónico, captadas digitalmente de la realidad a través de nubes de puntos y que requieren ser estudiadas con precisión para su conservación, reconstrucción o reproducción.

Se realizan trabajos de cursos y exámenes de premio de Matemática, para los alumnos de altos rendimientos, que vinculen contenidos de ambas disciplinas. Se ejecutan trabajos extracurriculares de matemática sobre temas que vinculan a las dos disciplinas, para presentar en Jornadas Científicas Estudiantiles. Para la presentación de resultados, se combinan técnicas de representación manuales y digitales, profundizando en el diseño gráfico plano, así como en la elaboración de portales webs y productos multimediáticos.

Con la estrategia seguida en la enseñanza de la Geometría Analítica, la Matemática consigue un vínculo natural con la disciplina EGAU, a partir del fortalecimiento de la relación percepción-análisis-interpretación-representación de los objetos de estudio comunes de la Geometría Analítica y de la Geometría Descriptiva, así como aporta herramientas de representación e interpretación que les facilita a los estudiantes modelar el espacio circundante.

La percepción se realiza a través de la observación directa o del levantamiento fotogramétrico realizado, con lo que el estudiante logra el reconocimiento de los elementos geométricos que lo componen y sus relaciones.

Para el análisis se examina las diferentes variantes en las que se identifica un objeto geométrico para clasificarlo y en consecuencia, seleccionar o construir el modelo más eficaz en función del objetivo que se pretenda. Para una correcta interpretación el estudiante tiene que llegar a la esencia de las relaciones analíticas y descriptivas entre el objeto y su representación geométrica o el modelo tridimensional que lo sintetice, ya sea gráfico o físico.

Para la representación, se parte de la disposición de los elementos que identifican al objeto y de la conformación mental de imágenes de su geometría, que son trasladadas posteriormente al sistema gráfico de representación más conveniente.

La realización de estas experiencias integradoras, ha requerido un trabajo metodológico conjunto en cuanto al uso de la terminología, orden y tratamiento de los contenidos, determinación de los nodos de articulación, definición de conocimientos y habilidades, aplicación de un sistema de evaluación coherente, análisis de la posición relativa de materias según intereses de la otra disciplina de la especialidad, así como del diseño de actividades docentes y científicas conjuntas como el proyecto actualmente ejecución Forma y Métrica de la Arquitectura cubana.

Las acciones realizadas han contribuido a dar cumplimiento a los objetivos y orientaciones metodológicas de la disciplina Matemática tales como:

- Lograr la articulación intra e interdisciplinaria de los contenidos de Matemática, lo que permitirá: valorar la correcta ubicación de la asignatura en el plan, enriquecer las clases con ejercicios y problemas de aplicación dentro de la propia Matemática y en temas de la especialidad y fomentar el interés de los estudiantes por la Matemática
- Desarrollar habilidades para la comunicación y comprensión oral, escrita y gráfica de propiedades y características geométricas de formas y cuerpos geométricos, lo que posibilita la defensa de sus criterios en el proceso de solución de un problema, el análisis geométrico en general y de los objetos urbano-arquitectónicos, ayudándole a organizar las ideas y contribuyendo a la toma de decisiones sobre la forma de organizar el espacio.

A continuación, mostramos algunos ejemplos de ejercicios y actividades desarrolladas en asignaturas de Matemática y EGAU

■ Ejemplos de ejercicios realizados en clase

1. Obtenga las ecuaciones de los planos proyectantes de la recta r , representéla gráficamente e interprétela según las tres tríadas de conceptos básicos (posición básica, relaciones de posición y modos de percibir), contenidos y habilidades estos definidos por EGAU (Gispert, 1987)

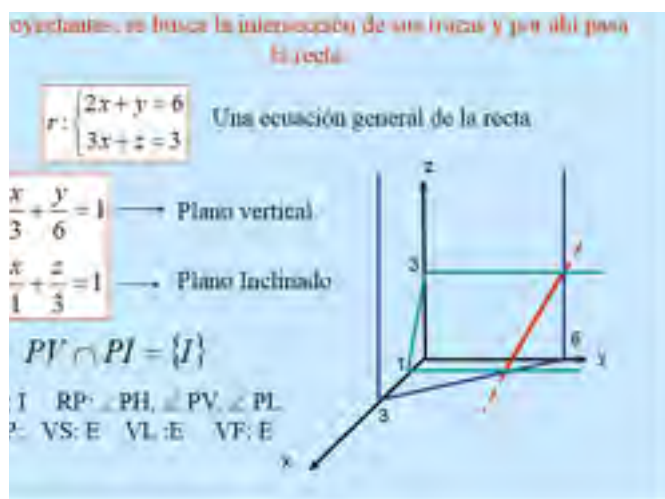


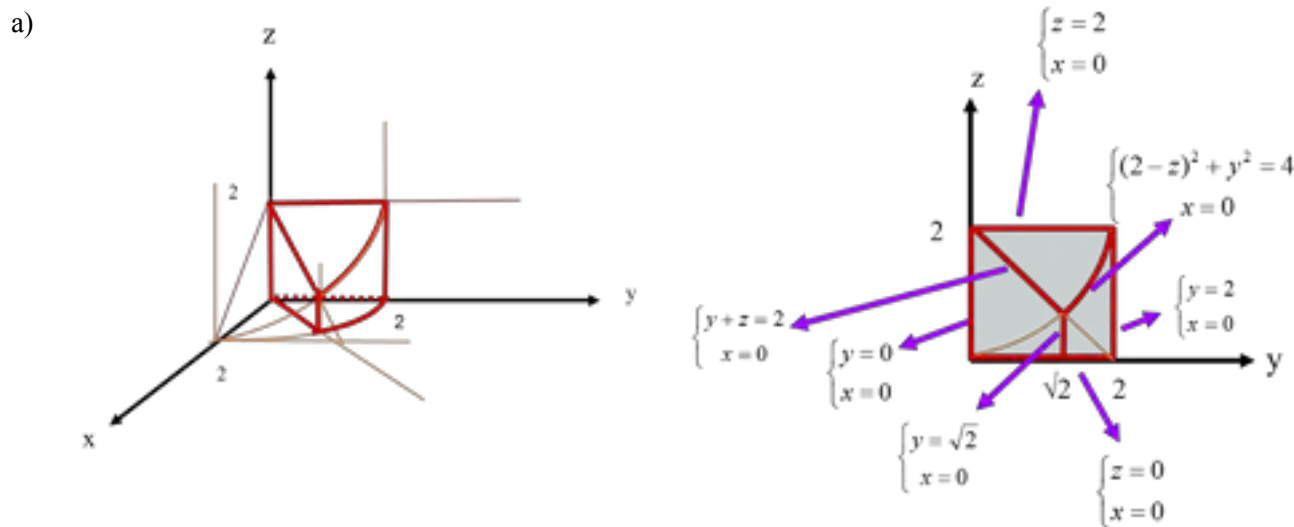
Fig. 1. Ejemplo de representación y obtención de las ecuaciones de dos planos proyectantes y la recta de intersección entre ambos, obtenida de forma analítica y descriptiva, a partir de su interpretación objetiva. (Donde PV: plano Vertical, PI: plano Inclinado, I: recta Inclinada, PB: posición básica respecto a los líquidos en reposo, RP: relación de posición, PH: plano Horizontal, PL: plano Lateral, VS: en Vista Superior, VL: en Vista Lateral, VF: en Vista de Frente, E: en escorzo, ∠: oblicua a). Fuente: elaboración propia.

2. Dado el siguiente sólido:

$$W = \left\{ (x, y, z) \in R^3 / x^2 + y^2 \leq 4, \quad x + z \leq 2, \quad 0 \leq x \leq y, \quad z \geq 0 \right\}$$

- Representélo gráficamente y obtenga su proyección ortogonal sobre el plano Lateral. Escriba las ecuaciones de las aristas respectivas en la proyección.
- Diga si la curva $C: \begin{cases} x^2 + y^2 = 4 \\ x + z = 2 \end{cases}$ es plana o alabeada.
- Interprete las caras del sólido a partir de las tres tríadas de conceptos básicos.

Respuestas:



- b) La curva C es plana porque todos sus puntos están contenidos en el plano $x + z = 2$

Tabla N°1. Representación Isométrica del sólido, representación objetiva de caras planas con el uso de las triadas de conceptos manejados desde EGAU, proyección ortogonal en el plano Lateral y ecuaciones de las curvas que lo limitan. (*) Generalmente son denotados los vértices, pero para mayor limpieza de la imagen fueron nombrados por la forma o la ubicación en el espacio.

Elemento de análisis (*)	Posición Básica	Relación de posición			Modo de Percibir		
		Con PV	PH	PL	En VS	VdF	VLI
Cara inferior	H	Perpendicular	Contenida	Perpendicular	Frontalmente	De canto	De canto
Cara trapezoidal	V	Oblicua	Perpendicular	Oblicua	De canto	En escorzo	En escorzo
Cara superior	I	Perpendicular	Oblicua	Oblicua	En escorzo	De canto	En escorzo
Cara cuadrada	V	Perpendicular	Perpendicular	Contenida	De canto	De canto	Frontalmente

Fuente: elaboración propia

■ Ejemplo de ejercicios realizados en seminario

En la construcción de una vivienda, se desea rematar un pórtico de acceso a un portal con un arco de circunferencia rebajado, que cubra una luz de 2.5 metros y una flecha de 0,6 metros Para ello se decide construir un dintel, (sombreado en la Fig.2), que requiere elaborar un cofre o molde que sirva para obtenerlo. Si Ud. cuenta con un cordel para trazar el arco que remata el pórtico:

- ¿Qué longitud debe tener el cordel que permite trazar dicho arco?
- ¿A qué altura del piso debe fijarse uno de los extremos del cordel para poder trazar el arco?

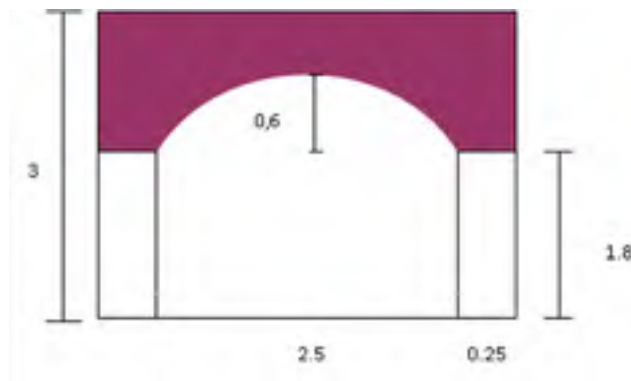


Fig. 2 Representa el pórtico de acceso a un portal

El arco de un puente ferroviario cuya luz es $L = 60$ m y la altura $h = 12$ m tiene forma parabólica. Determinar la altura h_1 de los soportes laterales del arco que se encuentra a 15 m de distancia de los extremos del puente.

■ Otros tipos de ejercicios más complejos realizados en EGAU

Realizar levantamiento fotogramétrico con cámaras convencionales, interpretar la nube de puntos a partir de la obtención de las ecuaciones de las curvas que se generan y completar la representación del modelo en sistema Axonométrico y en proyecciones ortogonales.



Fig. 3 Nube de puntos de levantamiento de la Iglesia del Santo Ángel Custodio, La Habana, y ecuaciones obtenidas de algunas de las curvas que definen el objeto arquitectónico. Trabajo dirigido por la Dra. Karen Sanabria y Arq. Carlos Guerra en 2012, como parte del Proyecto Forma y Métrica de la Arquitectura cubana (Sanabria, K. y otros, 2012)

■ Conclusiones

La actualización y el perfeccionamiento de las disciplinas en Educación Superior constituyen acciones estratégicas en la elevación continua de la calidad de la formación. En particular la adecuación de los planes de ciencias básicas en carreras técnicas, como es el caso de las Matemáticas en Arquitectura y una mayor interrelación y coordinación entre asignaturas básicas y de la especialidad, así como la realización de ejercicios conjuntos, debe y puede contribuir significativamente al aumento de la motivación y al protagonismo del aprendizaje autónomo del estudiante, y consecuentemente a una mayor eficacia de la formación desde la integración conceptual y didáctica.

Los resultados de experiencias mostradas han permitido profundizar en contenidos y habilidades de los programas de ambas disciplinas, comparar resultados analíticos y descriptivos y detectar errores y limitantes de ambos métodos, el analítico y el gráfico en el alcance de objetivos de la profesión. Ejercicios más complejos que requieren del dibujo simultáneo de diferentes funciones demuestran la validez de la parametrización de superficies.

Las actitudes de los alumnos, inicialmente reacias a las Matemáticas, por considerarse demasiado teóricas y difíciles, han pasado a ser más receptivas y a reconocer aplicaciones reales que pueden tener en la práctica de la profesión y su innegable valor, y que a pesar de la diversidad de aplicaciones informáticas existente en el mercado para el cálculo simbólico y la representación gráficas de funciones, todos ellos requieren de conocimientos teóricos multidisciplinares previos para la interpretación y justa valoración de los resultados.

■ Referencias bibliográficas

- Calvo, V., Capilla, E. y Gómez-Collado, M. C. (2008). Una propuesta de experiencia conjunta en la enseñanza del Dibujo Arquitectónico y las Matemáticas. *Actas del XII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica, 29-31 mayo. Madrid. España. pp. 155-165.*
- Corral, R. y Núñez, M. (1990). Aplicación de un método teórico a la elaboración del perfil profesional en la Educación Superior. *Revista Cubana Educación Superior, X*
- Crespo, M. (2007). *Programa de la Disciplina Matemática para Arquitectos (Plan D)*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana. Cuba
- Crespo, M., Guerra, C. y Sanabria, K. (2012). Matemática para arquitectos: convergencias conceptuales y experiencias pedagógicas integradas con Expresión Gráfica. *Revista Arquitectura y Urbanismo, vol. XXXIII, No 3, 113-121.*
- Crespo, M., González, M. A., Sanabria, K. (2016). La contribución de la matemática a la formación socio-humanista de los futuros arquitectos. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 29, 351-360.*
- Gispert, P.P. (1987) *Fundamentos de Representación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Pozo, J. M. (2002). *Geometría para la Arquitectura. Concepto y práctica*. T6 Ediciones S.L.
- Rodríguez, M. L. y Rodríguez, L. R. (2007). El modelo holístico para el proceso de enseñanza-aprendizaje de geometría en arquitectos de la escuela cubana. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, vol. 10, núm. 3, 421-461.*
- Sanabria, K. y otros (2012) *Forma y Métrica de la Arquitectura cubana*. Proyecto de investigación, Facultad de Arquitectura, Cujae. Ref. 510.
- Arango, C. M. Carmona, J. A. y Villarreal, J. E. (2013). La enseñanza aprendizaje de la geometría analítica: una propuesta de desarrollo del pensamiento a partir del modelo de Van Hiele y la metodología de aula taller. *Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, 1-8. Montevideo. Uruguay.*