

## ALGUNAS EXPERIENCIAS DE INTEGRACIÓN ENTRE LA DISCIPLINA MATEMÁTICA CON OTRAS DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA

Miriam C. Crespo Estrada, Karen Sanabria Ortega, María de los Ángeles González Peñalver  
Universidad Tecnológica de la Habana *José Antonio Echeverría*, Cujae (Cuba)  
mcrespo@cemat.cujae.edu.cu, karen@arquitectura.cujae.edu.cu,  
mangeles@cemat.cujae.edu.cu

### Resumen

La integración de las disciplinas ha constituido uno de los factores de éxito en la enseñanza de la Arquitectura y el Urbanismo en Cuba en las últimas décadas. Esta práctica, involucra a disciplinas no propias de la especialidad como la Matemática, la cual trabaja en la proyección y ejecución de experiencias integradoras con otras disciplinas de la carrera. El presente trabajo, muestra algunas experiencias de integración de la disciplina Matemática con Expresión Gráfica y con Diseño Arquitectónico y Urbano, reconoce distintos niveles alcanzados y relaciona aspectos a considerar para trazar una estrategia que permita lograr resultados superiores en este sentido.

**Palabras clave:** experiencias de integración, integración interdisciplinar, estrategias de integración, matemática, arquitectura

### Abstract

The integration of different disciplines has constituted a successful factor in architecture and urbanism teaching, in Cuba in the last decades. This practice involves disciplines that do not belong to the specialty, like Mathematic, and works in the projection and carrying out of integrating experiences with other disciplines in this field. This paper is aimed at showing some integrating experiences of mathematics with Graphics and Urban and Architecture Design disciplines. It also recognizes the different levels achieved and it relates the aspects to take into consideration in order to set up a strategy that allow the achievement of higher results in this sense.

**Key words:** integrating experiences, interdisciplinary integration, integration strategies, mathematics, architecture

### ■ Introducción

Qué enseñar de las ciencias básicas y cómo enseñar estas disciplinas que no forman parte del perfil profesional pero que si tributan a la formación del futuro egresado, han sido temas de reflexión a la hora de diseñar los Planes de Estudios en las Escuelas de Arquitectura de diferentes latitudes.

En la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, por sólo citar un ejemplo, consideran que las ciencias básicas hay que abordarlas desde otro punto de vista que propicie un mayor protagonismo del aprendizaje autónomo del estudiante. Opinan que la clave del éxito podría radicar en una mayor interrelación y coordinación entre las diferentes asignaturas y en el desarrollo de trabajos multidisciplinares. Docentes de esa institución de altos estudios desarrollan una propuesta de docencia interdisciplinar muy sugerente, que involucra a las asignaturas Dibujo Arquitectónico, Fundamentos Matemáticos en Arquitectura y Ampliación de Matemáticas que se imparten en los primeros cursos. (Calvo, Capilla y Gómez-Collado, 2008)

En Cuba, los intentos de integración entre las diferentes disciplinas de la carrera de Arquitectura, se han ido incrementando en las últimas décadas, los cuales se concretan en estrategias diversas de formación, no sólo entre disciplinas de la especialidad, sino también, entre estas y las ciencias básicas.

A partir de los años 90' del pasado siglo la disciplina Matemática ha incorporado progresivamente esta práctica, proyectando y ejecutando experiencias integradoras con otras disciplinas del Plan de Estudios, lo que sin dudas, ha contribuido notablemente a la elevación de la motivación de los estudiantes por la Matemática.

A continuación se muestran algunas experiencias de integración de la disciplina Matemática con otras de la carrera de Arquitectura y Urbanismo en la Universidad Tecnológica de la Habana, se reconocen distintos niveles alcanzados, así como se relacionan aspectos a considerar para trazar una estrategia que permita lograr resultados superiores en este sentido.

### ■ Algunas experiencias de integración entre la disciplina matemática con otras de la carrera de arquitectura y urbanismo en la universidad tecnológica de la habana

Con la intención de lograr un mayor compromiso en el enfoque integracionista de la formación y de la capacitación de los docentes en la especialización para Arquitectura en general, y para Matemática en particular, se ha desarrollado un trabajo metodológico conjunto con la participación de los docentes de las asignaturas involucradas en las acciones integradoras 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 otras disciplinas de la especialidad en las secuencias de actividades docentes y en la planificación de las mismas, así como del diseño de actividades docentes y científicas.

En la disciplina Matemática, si bien se han desarrollado experiencias de este tipo con otras disciplinas de la especialidad en diferentes temas, desde el 2007, el énfasis ha estado en los de Proporciones y Geometría Analítica, en los cuales ya hay una práctica acumulada en la implementación de ejercicios integradores con las disciplinas Expresión Gráfica y Diseño Arquitectónico. A partir del 2012 se logra extender a otros temas como el Álgebra Lineal, el Cálculo Diferencial e Integral y la Estadística y Probabilidades. Todas estas experiencias se han desarrollado hasta la actualidad con los estudiantes de primer y segundo año de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae.

En el tema “Proporciones”, está prevista una conferencia orientadora, en la cual se abordan los conceptos matemáticos que sustentan el mismo, sus modalidades y significados, así como se muestran aplicaciones en el diseño y producción de objetos urbano-arquitectónicos.

Paralelamente, se orienta la realización de un trabajo investigativo por equipos, el cual aborda diferentes temas, entre ellos: *la sección áurea, el modulator de Le Corbusier, la coordinación modular, la proporción y la forma de los objetos urbano-arquitectónicos, la proporción y los significados de los objetos urbano-arquitectónicos y la serie de Fibonacci*. En cada uno de ellos, se les exige contemplar los antecedentes históricos, la fundamentación matemática y su aplicación en el diseño arquitectónico. Este trabajo investigativo logra en los estudiantes de primer año un impacto favorable en la motivación por la matemática, ya que aprecian su aplicación en la carrera.

En todas las temáticas a investigar los estudiantes muestran cómo se manifiesta lo estudiado en obras nacionales e internacionales del patrimonio construido, así como realizan el análisis de las ventajas y desventajas, identificando aspectos positivos, negativos e interesantes del tema desarrollado. Los temas en los que los estudiantes desarrollan su investigación desde la Matemática, son tratados en asignaturas de las disciplinas Expresión Gráfica para la Arquitectura y el Urbanismo (EGAU), Diseño Arquitectónico y Urbano (DAU) y Teoría Historia y Crítica de la Arquitectura y Urbanismo (TCHAU), los profesores que imparten sus asignaturas apoyan a los estudiantes con la orientación oportuna y utilizan elementos estudiados en diferentes ejercicios, en los que se confeccionan maquetas, se diseñan configuraciones a partir de muestras elementales utilizando la coordinación modular y se realizan análisis de fachadas.

Estos trabajos investigativos son presentados, con el apoyo de pancartas, multimedias u otras formas de presentación, en un seminario donde se socializa el conocimiento y se propicia el debate colectivo. Los mejores trabajos son seleccionados para ser presentados, dentro de la categoría de trabajos curriculares, en la Jornada Científica Estudiantil que se realiza en la Universidad.

En el tratamiento del tema de Geometría Analítica en Matemática, 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. Recíprocamente, la disciplina EGAU también 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. En ambos casos, tanto en los procedimientos, como en la presentación de los resultados, se combinan técnicas de representación manuales y digitales, y se profundiza en el diseño gráfico plano.

En el desarrollo de este tema se han reeditado también ejercicios integradores realizados en programas anteriores por otros docentes como la arquitecta Isabel Fernández y el doctor. Guillermo Pérez Pantaleón, entre otros, donde los estudiantes aplican los conocimientos matemáticos adquiridos en la Geometría Analítica, a la descomposición de obras arquitectónicas: gráfica y analíticamente.

Se realizan además trabajos de cursos, trabajos extracurriculares y exámenes de premio en Matemática, para los alumnos de altos rendimientos, que vinculan contenidos de esta disciplina con los de EGAU.

En el tema de Álgebra Lineal, se realiza una actividad donde se trata la rotación y la reflexión, (transformaciones en el plano estudiadas en EGAU), como ejemplos de aplicaciones lineales y sobre la base de la teoría matemática que sustenta las mismas, se muestra la forma de obtener configuraciones a partir de un módulo, vinculándolo también con lo estudiado en el tema Proporciones.

En el Cálculo integral, se relaciona el tema con lo que se estudia en la disciplina Análisis y Diseño Estructural (ADE), se realizan ejercicios de cálculos de áreas, centroides y momentos en secciones transversales de vigas usadas con frecuencias en las construcciones.

En los temas de Estadística y Probabilidades se proponen problemas asociados a la calidad de la construcción utilizando datos reales.

A pesar de lo logrado, la concepción de la integración a la que se aspira requiere de una valoración más detallada acerca de la calidad y el alcance de la que ha tenido lugar hasta ahora, así como proyectar el trabajo conjunto a realizar por las disciplinas involucradas para lograr la verdadera integración. En tal sentido, partiendo de las experiencias ya instrumentadas, es necesario valorar los resultados y niveles alcanzados en la integración entre la disciplina Matemática con otras de la carrera, así como proponer pautas conceptuales generales hacia las cuales dirigir el trabajo para conquistar niveles superiores.

#### ■ Valoración de la integración de la matemática con otras disciplinas de la carrera de arquitectura en la universidad tecnológica de la habana, cujae.

En las tentativas de integración interdisciplinar en la carrera de Arquitectura, la disciplina Matemática ha trabajado en dos sentidos, de una parte, en el diseño de su programa en los distintos planes de estudios que apuntan a una Matemática más contextualizada y, de otra, en la proyección y ejecución de experiencias pedagógicas integradoras con otras disciplinas de la carrera.

La investigación se basó fundamentalmente en la revisión de los Planes de estudio, planes temáticos de las disciplinas y resultados de ejercicios integradores realizados en cursos anteriores por diversos profesores en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, hoy Universidad Tecnológica de la Habana. La metodología fundamental utilizada fue la cualitativa. Su aplicación nos permitió recolectar y valorar toda la información necesaria. Paralelamente se desarrolló una investigación en la acción. Con la utilización de un registro anecdótico fue posible recoger los aciertos y desaciertos de cada experiencia realizada, permitiendo valorar su implementación y a la vez perfeccionar ajustar en la práctica.

El estudio comprendió el análisis de tres aspectos fundamentales: la evolución de la enseñanza de la Matemática en la formación de arquitectos en Cuba, la caracterización de la integración de la Matemática fundamentalmente con EGAU y con DAU y la valoración de los resultados alcanzados.

El primero de ellos permitió conocer y analizar en qué medida se han transformado y adecuado los programas de Matemática, específicos para esta carrera.

El segundo facilitó la identificación de las acciones de integración que han sido desarrolladas, los períodos específicos en los que han tenido lugar las mismas y en cada caso, los aspectos positivos y limitaciones.

Finalmente, el análisis comparativo de los resultados anteriores, permitió, caracterizar y valorar la integración lograda en los diferentes períodos, esbozar pautas conceptuales generales para lograr niveles superiores de integración e identificar aquellos aspectos que se deben tener en cuenta para trazar una estrategia con este fin.

### ■ Evolución de la enseñanza de la Matemática en la formación de arquitectos en Cuba

A comienzos del siglo XX se inicia la formación de arquitectos en Cuba, y en todos los planes de estudios ha estado presente en mayor o menor medida la Matemática. 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 se presentaron tal cual como fueron diseñados para primer año de ingeniería. En las clases, se enfatizaba 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.

En las tres últimas décadas, con los reiterados intentos por transformar el panorama de la enseñanza y del aprendizaje de la Matemática en esta carrera, se han ido introduciendo paulatinamente cambios, dirigidos a lograr la Matemática necesaria para la formación del futuro arquitecto.

Con el Plan C (1990-1998), comenzó una etapa significativa de acercamiento a la Matemática necesaria para este profesional. Para su perfeccionamiento, conocido por Plan C' (1998-2007), se tomaron en cuenta los contenidos del plan anterior, a partir del establecimiento de los nodos de articulación entre los temas de Matemática y los de las demás disciplinas de la especialidad, se hicieron algunos ajustes en cuanto a la profundización en su tratamiento y se introdujeron otros, también importantes para los estudiantes de esta carrera.

En el curso 2007-2008 se implementa por primera vez el Plan de Estudios D, y con él la disciplina "Matemática para Arquitectos" (Crespo, 2007), la cual fue el fruto de un exhaustivo análisis de las deficiencias detectadas en los planes precedentes, de la aplicación consecuente de 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 y Núñez, 1990) y de la estrategia de perfeccionamiento definida. Su programa difiere de los de ingenierías y procura responder a las necesidades de la formación de un arquitecto, por lo que para su diseño fue necesario determinar con exactitud el verdadero papel que debe jugar la Matemática en este caso.

Utilizar en el proceso docente métodos activos y estrategias de enseñanza y aprendizaje que contribuyan a un aprendizaje consistente y duradero, constituye hoy día una prioridad en la implementación de sus asignaturas y forma parte de la estrategia del perfeccionamiento continuo que se realiza en la Disciplina, en la CUJAE. En las indicaciones metodológicas y de organización para su ejecución se destacan entre sus líneas directrices 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 sea posible. (Crespo, 2007). Todos estos presupuestos, constituyen la base sobre la cual se proyectan y ejecutan en la actualidad las experiencias de integración.

## ■ Caracterización de la integración de la Matemática con otras disciplinas de la carrera en la Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE

En los Planes de Estudios C y C', se instrumentaron, en la Facultad de Arquitectura, diversas experiencias de integración, vinculadas fundamentalmente con la disciplina Comunicación, hoy EGAU, que en el de cursar de los años, tuvieron diferentes alcances, en algunos momentos retrocesos, determinados, entre otras cosas, por la concepción del Plan implementado, los incrementos de las matrículas y la experiencia, estabilidad y dedicación de los docentes de las asignaturas involucradas. Para desarrollar estas experiencias se 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. Sin embargo, la resolución de ejercicios similares en ambas asignaturas 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 para esta carrera.

Si bien en estos planes de estudios precedentes, las experiencias fueron aisladas, unilaterales en su mayoría y no en todos los casos como parte de un sistema planificado, ni consensuado a nivel de los años implicados (Crespo, Sanabria y Guerra, 2012), en la implementación de la actual disciplina "Matemática para Arquitectos" (Crespo, 2007), que tiene identidad propia y es el resultado de experiencias acumuladas por años en la integración entre esta disciplina y otras de la carrera, se ha revelado una evolución favorable en correspondencia con la paulatina toma de conciencia del problema, tanto de los profesores de Matemática, como los de la especialidad, por lo que se han ido sistematizando y consolidando las experiencias de integración, también en otros temas de Matemática, fundamentalmente con las disciplinas EGAU y DAU y en menor medida, con TCHAU y ADE.

Las experiencias desarrolladas en el tema Proporciones han contribuido al aumento de los materiales bibliográficos específicos que abordan, tanto los conceptos matemáticos, como ejemplos reales del patrimonio edificado, a través de la aplicación del análisis de la forma a objetos urbano-arquitectónicos. Por primera vez se aplica el tema al análisis de fachadas como ejercicio de EGAU, en edificaciones que conforman plazas, lo que constituye una experiencia de integración desde EGAU con Matemática.

En la actualidad, todos estos esfuerzos aislados o ligeramente sistematizados son pensados en sistema, y han conducido a la ejecución del primer proyecto de la línea de investigación también denominada Expresión Gráfica para la Arquitectura y el Urbanismo, en el que participan estudiantes y profesores de ambas disciplinas. El proyecto denominado "La métrica en la arquitectura cubana", combina la geometría descriptiva y la analítica, las proporciones y la métrica de formas urbanas y arquitectónicas.

## ■ Valoración de los resultados

Como consecuencia del análisis de las experiencias pedagógicas integradoras, aplicadas en la disciplina Matemática y en otras de la carrera de Arquitectura en la CUJAE en los distintos planes de Estudios, se reconoce la existencia de diferentes niveles de integración. (Tabla 1)

**Tabla1:** Niveles de integración entre la disciplina Matemática y otras de la carrera de Arquitectura en la CUJAE

Nivel Bajo de integración	Nivel Medio de integración	Nivel Alto de integración
Se logra sobre la base del uso en Matemática, en el tratamiento de la Geometría Analítica, de conceptos y terminologías de la Geometría Descriptiva estudiada en EGAU	Se concreta con el diseño y aplicación de experiencias integradoras unilaterales de la Matemática con EGAU, DAU, ADE y TCHAU	Está centrado en el diseño de experiencias integradoras bilaterales o diseñadas y ejecutadas de manera conjunta que involucra a la Matemática y otras disciplinas de la carrera.

Entre los aspectos positivos identificados están, la toma de conciencia acerca de la necesidad de integración en general y entre las disciplinas involucradas en particular; la superación del personal docente en las materias implicadas y la realización de trabajo metodológico conjunto intra e interdisciplinar.

Como limitaciones se señalan: experiencias unilaterales y no consensuadas, falta de preparación suficiente de los docentes de las disciplinas relacionadas, debido a la inestabilidad de los colectivos de otras disciplinas de la especialidad. Se destaca además que en ocasiones ha sido insuficiente la voluntad de los directivos para apoyar y priorizar la integración entre asignaturas de las disciplinas básicas con las de la especialidad.

Para la definición de una estrategia que revierta esta situación, los esfuerzos deberán estar dirigidos, tanto a la capacitación de los docentes, como a la profundización en el trabajo metodológico conjunto, de manera que el diseño y la realización de actividades no sean unilaterales, es decir solo desde la Matemática y que las mismas hagan mayor énfasis en el aprendizaje basado en problemas y contribuyan al desarrollo científico-metodológico de las disciplinas implicadas, así como a una mayor motivación y preparación de los estudiantes.

## ■ Conclusiones

Las acciones realizadas en términos de integración por la disciplina Matemática en la carrera de Arquitectura de la Universidad Tecnológica de la Habana, han alcanzado diferentes niveles, con características y resultados desiguales.

A pesar de los logros alcanzados, como consecuencia de la insuficiente toma de conciencia de los docentes de otras disciplinas sobre la necesidad de trabajo mancomunado, persisten dificultades para alcanzar niveles superiores de integración. Dentro de las limitaciones en ese sentido se destacan: experiencias unilaterales y no consensuadas y la inestabilidad y falta de preparación de los docentes en temas susceptibles a ser integrados.

Es indispensable establecer una estrategia que revierta esta situación, en la que los esfuerzos deberán estar dirigidos, tanto a la capacitación de los docentes, como a la profundización en el trabajo metodológico conjunto, logrando la realización de actividades que tengan mayor énfasis en el aprendizaje basado en

problemas y contribuyan al desarrollo científico-metodológico de las disciplinas involucradas, así como a una mayor motivación de los estudiantes por la Matemática.

### ■ Referencias bibliográficas

- Calvo, V., Capilla, E. y Gómez, 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 (pp 155-165). Madrid: Editorial Instituto Juan de Herrera. ISBN 978-84-9728-270-
- 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*. Vol. X
- Crespo, M. (2007). *Programa de la Disciplina Matemática para Arquitectos (Plan D)*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana. Cuba
- Crespo, M., Sanabria, K. y Guerra, C. (2012). Matemática para arquitectos: convergencias conceptuales y experiencias pedagógicas integradas con Expresión Gráfica. *Revista Arquitectura y Urbanismo*, vol. XXXIII, No 3, 113-121.