

Investigación Didáctica colectiva: Caso Taller de Proyecto Arquitectónico 1- Matemática

Didactics - Collective Research: Architectural Project Workshop 1– Mathematics (Case study)

Mg. Miriam Bessone

Universidad Nacional del Litoral , Argentina
mbessoneyarqcolaborativas@yahoo.com.ar

Mg. Matías Dalla Costa

Universidad Nacional del Litoral .Argentina
Dirección de email

Lic. Ma Graciela Imbach

Universidad Nacional del Litoral , Argentina
graciela.imbach@gmail.com

Arq. Ma. Soledad Fritz

Universidad Nacional del Litoral
solefritz@hotmail.com

Abstract

The integration of ICT in education enables the development of didactic strategies related to the subjectivities of the present. Specifically, the integration of the parametric modelling implies the organization of complex strategies and the exchange of collaborative work among teachers from different disciplines, ages, viewpoints, and assessment criteria. This exchange encourages a multidirectional dialogue among subjects, knowledge, areas and media. And thus the integration of ICT and the multidirectional dialogue provide the opportunity to bring together contents which seemed to be blocked up until now. It is within this cultural field where the digital technology connects the mathematics with the architectural project, redefining the historical link between both.

Keywords: Collective Research; Teachin; Mathematics; Parametric modelling; Architectural project.

Introducción

En la actualidad la incorporación de las TIC a la educación se presentan como posibilitadoras para experimentar estrategias didácticas en relación a una nueva subjetividad tanto de alumnos como de docentes.

“Esta problemática socio-técnica, que está definida por las dimensiones epistemológica, estética, ética y tecnológica, supone la organización de estrategias complejas de trabajos colaborativos entre docentes de diferentes campos y edades, integrando miradas, valoraciones y aportes diversos”(Mines y Tosello, 2011) para “promover un diálogo multidireccional entre sujetos, conocimientos, espacios y medios” (Bessone, 2007) , como respuesta a las demandas de los sistemas educativos actuales referidos a la generación y movilización de conocimiento.

En post de generar el dialogo multidireccional la noción de inteligencia distribuida (Pierre Levy 2007), como forma de inteligencia coordinada es esencial al momento de implementar las indagaciones propuestas. “De todas las encarnaciones de Internet, el modelo de la Web 2.es el que más se acerca a implementar de manera efectiva la visión de Internet como sistema nervioso compartido, como inteligencia global distribuida, donde una estructura de significados , emerge de los procesos colaborativos desarrollados por todos los usuarios”; la noción de conocimiento socialmente distribuido se refiere por lo tanto al hecho en que el conocimiento necesario se encuentra distribuidos por todos aquellos que portan un proyecto común.

La experiencia colectiva que en este caso se presenta surge como resultado de un programa de investigación-acción que se inicia en el año 1996 entre un grupo de

docentes, en ese entonces nominados como “ cultura adulta”, alumnos (denominados como cultura joven), y una categoría intermedia representada por alumnos avanzados o graduados jóvenes, hoy docentes en la FADU (denominados expertos en el medio digital), quienes, poniendo en práctica las nociones de cogniciones distribuidas en aquellos tiempos representados por autores como David Perkins, Gabvriel Salomon, trianguladas con nociones de “andamiaje educativo ” formuladas por Eduard Brunner y aportes del investigador pedagógico Mattheu Lipman respecto a la problemática del pensamiento complejo en relación a la educación requerida se inician una sucesión de experiencias controladas que indagan relaciones didácticas en relación al aprendizaje del diseño en el punto de articulación entre diversos sujetos, conocimientos, medios , en dos espacios presenciales (Taller de Proyecto Arquitectónico I y Talleres extracurriculares).

Estas indagaciones posibilitaron generar un marco teórico práctico y recursos humanos que hoy, a 20 años de aquel trabajo inicial son fundamentos desde los cuales es posible afirmar:

La necesidad de institucionalizar en la FADU el trabajo “entre sujetos, conocimientos, espacios y medios”.

La necesidad de presentar en los Talleres Iniciales la noción de “lógicas proyectuales” como posibilidad de reconocimiento de la diversidad de operaciones que se puede realizar acorde al tipo de medios (análogos-digitales) y el tipo de alfabetización digital con que se ingrese a la Universidad.

Que las lógicas paramétricas son posibles de aplicar en el Ciclo Básico de la Carrera tanto en el Taller de Proyecto como en las Matemáticas.

A partir de las afirmaciones formuladas se realiza en el año 2014 en las instalaciones del Centro de Informática y Diseño FADU la primer experiencia de diseño paramétrico con alumnos ingresantes bajo el supuesto, además, que las lógicas subyacentes se presentan como posibilidad de actualizar aprendizajes respecto a la generación de la forma material tanto en sus aspectos estructurales como de envolventes arrojando los siguientes resultados:

La modalidad adoptada potencia el diálogo multidireccional entre sujetos, competencias, espacios y medios posibilitando verificar cambios en la tradicional triada didáctica: docente-alumno-conocimiento.

Los alumnos asisten con gran interés y colaboran entre ellos visualizándose diferentes niveles de aprendizajes en relación al nivel de alfabetización digital inicial.

La aplicación del modelado paramétrico en la enseñanza inicial se constituye en posibilidad de vinculación de contenidos específicos de Matemática, Sistemas de Representación y Taller de Proyecto asignaturas pertenecientes al Ciclo Básico de la carrera, otorgando sentido a las articulaciones deseadas entre criterios

formales, estructurales, materiales y ambientales(Bessone-Dalla Costa-Tosello 2014)

“El modelado paramétrico es un método matemático que permite alterar determinadas características del modelo, en cualquier instancia del proceso, sin tener que volver a calcular otras características que se verían afectadas frente al cambio realizado. Esta situación lo convierte en una herramienta de gran potencial, constituyendo y definiendo un nuevo marco teórico, que permite introducir una racionalidad constructiva desde el inicio del proyecto.” (Fraile, 2012).

Los softwares utilizados, con una interfaz gráfica accesible, más “amigable”, actúan como puente entre el diseñador (estudiantes) y el lenguaje de script complejo, permitiendo así que diferentes disciplinas como la arquitectura puedan utilizar la “programación” para experimentar estrategias de diseño que requieren el conocimiento de lógicas diferentes a las que actualmente se presentan en los Talleres de Proyecto, razón por la cual se considera necesario investigar las posibilidades de aplicación en los Talleres Iniciales.

Desde tales resultados se colectiviza el trabajo entre docentes del Área de Diseño y Tecnología de Primer año de Arquitectura , con el propósito de indagar resultados de enseñanza y aprendizaje centrando las investigaciones en indagaciones respecto a la vinculación entre generación de la forma y ecuaciones matemáticas dentro de los procesos generativos dinámicos con el propósito de re significar la histórica vinculación entre matemática y generación formal reduciendo de este modo los esfuerzos necesarios para crear y hacer variantes en el proyecto utilizando como instrumento nociones básicas de diseño paramétrico.

El trabajo que se presenta detalla desarrollos y resultados parciales de una nueva investigación didáctica que alterna prácticas áulicas e investigaciones docentes; el objeto de indagación es la generación de una superficie tridimensional que parte de una serie de secciones apropiables (genes) para diferentes usos, a las cuales se les aplico una fórmula paramétrica.

Metodología

Para este caso en particular se plantea una estrategia investigativa que articula trabajos regulares de curso e investigaciones docentes desde una mirada “expost factum” que posibilita desde una triangulación metodológica extraer resultados.

Desarrollo

La presentación se centra en desarrollos y resultados de una Experiencia controlada con un grupo de estudiantes y docentes del Taller de Proyecto 1 y docentes de Matemática denominada como Experiencia 1; a continuación se presentan incipientes desarrollos de un Trabajo Práctico que traslada nociones del diseño paramétrico al Taller curricular de Proyecto (Experiencia 2) y a las Matemáticas (Experiencia 3) del Ciclo Inicial.

Experiencia 1

El trabajo se ejecutó en dos etapas; en la primera se realizan las indagaciones a partir del conocimiento que portan los estudiantes; en la segunda, docentes de Matemática retoman los resultados y realizan ajustes de las ecuaciones paramétricas.

La consigna propuesta desde la cátedra de TPAI consistía en el diseño de un “objeto de uso urbano factible de ser repetible y transportable” con la particularidad de que se debía utilizar Rinoceros – Grasshopper.

Como premisa, se propuso la necesidad de utilizar para el diseño del objeto urbano una serie de secciones apropiables para diferentes usos, a las cuales se les aplicaría una fórmula paramétrica desde Grasshopper para generar una superficie tridimensional.

Desde la cátedra de Matemática se propuso el uso de curvas matemáticas básicas (rectas y cónicas) para el diseño de las curvas generatrices.

Según Brady Peters (citado en Freiburger, 2007), lo importante en un sistema complejo es “...entender cuáles son los parámetros de un proyecto... y descomponerlos en las reglas definidas”. Detectado esto, será posible entonces establecer cómo códigos y variables se relacionan en una serie de algoritmos, a fin de poder evaluar un abanico de relaciones y sus posibles soluciones.

Dada esta complejidad intrínseca, cuando se desea programar sistemas generativos paramétricos, se requiere estudio y adiestramiento previo en los instrumentos digitales (softwares) seleccionados, para evitar que éstos terminen dominándonos. En esta experiencia de taller se partió de los conocimientos de los docentes (diseñadores/programadores) para la producción de estructuras algorítmicas asociativas, proponiendo a los estudiantes a interactuar, visualizar y hacer uso de las virtudes y potencialidades inmediatas de las estrategias elaboradas, siendo indiferente si poseen o no habilidades en estas prácticas. El sistema inicial elaborado comenzó a rediseñarse con el trabajo solidario entre las partes, al plantear los problemas a resolver, delinear los objetivos e ir permanentemente agregando o ajustando variables.

El ejercicio abordó la importancia de la relación proyectual entre objeto/sujeto y paisaje, a partir de la resolución de un problema de uso mínimo y simple, en una secuencia espacial-formal abierta y flexible, imaginando “secciones apropiables” (Dalla Costa, 2010) o curvas bidimensionales, para aproximaciones a las actividades asumidas. Al mismo tiempo, introdujo el valor de la tecnología y la materialidad como sistema potenciador de la idea proyectual.

Se esbozó la necesidad de diseñar, fabricar y construir un objeto/dispositivo desmontable, plausible de ser repetido y/o ensamblado. Esto se realizó a partir de la transición de secciones (curvas) “apropiables” (vinculadas a la escala humana y contexto) incorporando medios e instrumentos

análogos-digitales (paramétricos) en reiteradas oportunidades del proceso.

Los estudiantes debían diseñar un mínimo de seis “secciones apropiables” bidimensionales, que representen las búsquedas o prefiguraciones de uso. Sometidas a debate, se seleccionó un mínimo de tres las cuales se digitalizaron y modelaron en las plataformas computacionales de trabajo. A partir de simples rutinas paramétricas de operación (desplazamiento) y generación (transición entre las curvas bidimensionales ubicadas en el espacio), se obtuvo como resultado la envolvente o superficie del objeto tridimensional. Este se sometió a instrucciones de re-generación geométrica, permitiendo obtener, simular y explorar más de un resultado o posible continuidad proyectual.

Posteriormente, la concepción del objeto 3D se debía lograr a partir de la elección de algún sistema tecnológico (estructura/cerramiento/vínculos/material) expuesto para su proceso de fabricación y ensamblaje análogo a escala.

Trabajar con la modelización matemática de las secciones generatrices, significó la incorporación de una mayor cantidad de parámetros y permitió modificar, con la manipulación de los mismos, no solo la superficie tridimensional final sino cada una de las curvas generatrices.

La sección generatriz “genérica” propuesta por el grupo de estudiantes fue diseñada a partir de una parábola y siete segmentos de rectas como se muestra en la figura.

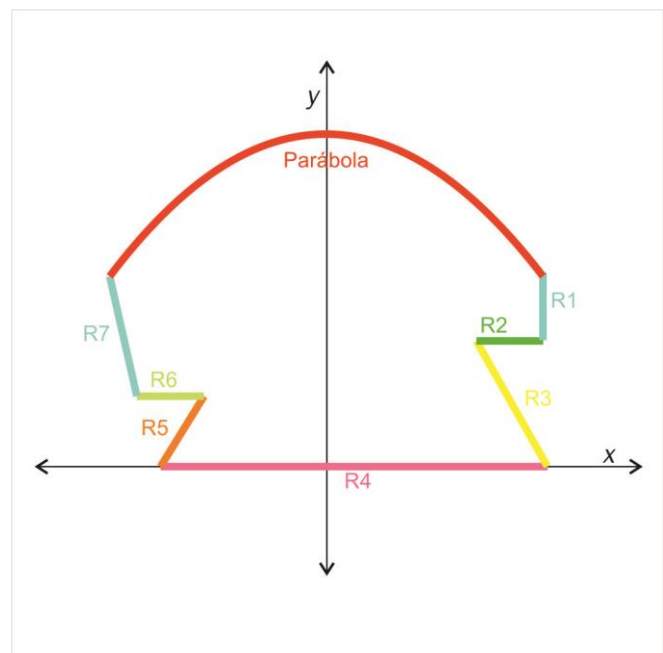


Figura1: Sección generatriz

Para la modelización de la sección generatriz se trabajó a partir de las ecuaciones paramétricas de la parábola y la recta. La modelización surgió de un trabajo conjunto entre las

estudiantes y docentes de la cátedra de Matemática, definiendo los distintos parámetros según muestra la figura.

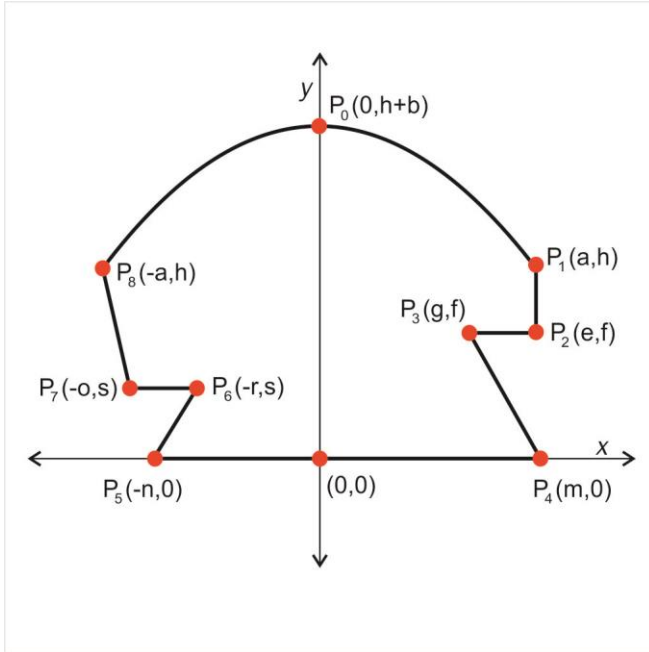


Figura2: Parámetros

Siendo las ecuaciones:

Parábola: $V(0, h+b)$

$$\begin{aligned} (x-x_0)^2 &= 4p(y-y_0) \\ (x-0)^2 &= 4p(y-(h+b)) \rightarrow \begin{cases} x=t \\ y=h+b+\frac{t^2}{-a^2/b} \end{cases} \quad -a \leq t \leq a \\ x^2 &= 4p(y-h-b) \end{aligned}$$

Rectas:

$R_1 : P_1(a, h)$ y $P_2(e, f)$

$$\begin{cases} x = a + (e-a)t \\ y = h + (f-h)t \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

$R_2 : P_2(e, f)$ y $P_3(g, f)$

$$\begin{cases} x = e + (g-e)t \\ y = f + (f-f)t \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = e + (g-e)t \\ y = f \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

$R_3 : P_3(g, f)$ y $P_4(m, 0)$

$$\begin{cases} x = g + (m-g)t \\ y = f + (0-f)t \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = g + (m-g)t \\ y = f - ft \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

$R_4 : P_4(m, 0)$ y $P_5(-n, 0)$

$$\begin{cases} x = m + (-n-m)t \\ y = 0 + (0-0)t \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = m + (-n-m)t \\ y = 0 \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

$R_5 : P_5(-n, 0)$ y $P_6(-r, s)$

$$\begin{cases} x = -n + (-r+n)t \\ y = 0 + (s-0)t \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = -n + (-r+n)t \\ y = st \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

$R_6 : P_6(-r, s)$ y $P_7(-o, s)$

$$\begin{cases} x = -o + (-r+o)t \\ y = s + (s-s)t \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = -r + (-o+r)t \\ y = s \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

$R_7 : P_8(-a, h)$ y $P_7(-o, s)$

$$\begin{cases} x = -a + (-o+a)t \\ y = h + (s-h)t \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 1$$

Posteriormente se trabajaron los algoritmos generativos de la superficie en 3D en Grasshopper junto a docentes de TPAI, (surgiendo el sistema que se muestra en la Fig.3, proponiendo finalmente a los estudiantes que interactúen con el sistema de manera de realizar una propuesta del objeto a diseñar.

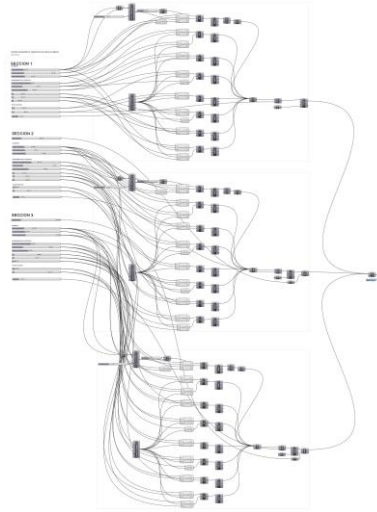


Figura 3: Formula en Grasshopper

Propuesta del grupo de estudiantes



Figura 4: secciones generatrices

Las tres secciones con las que trabajaron surgieron de la variación de los distintos parámetros (a, b, \dots) utilizados en las ecuaciones de la parábola y las rectas.

Tabla 1: Parámetros y valores asignados (en metros) para cada una de las secciones.

Parámetro	a	b	h	e	f	g	r	s	o	m	n
Sección 1	1.2	1.0	1.4	0.7	0.6	0.2	0.5	0.5	1.0	0.8	0.8
Sección 2	1.2	1.0	1.4	0.7	0.6	0.2	0.7	0.5	0.3	0.8	0.8
Sección 3	1.2	1.0	1.4	0.7	0.5	0.2	1.4	0.5	0.8	0.8	0.8

Observación: En la propuesta presentada por las estudiantes, la mayoría de los parámetros permanecieron constantes, lo cual se ve reflejado en la similitud de las secciones generatrices y en el resultado del objeto tridimensional.

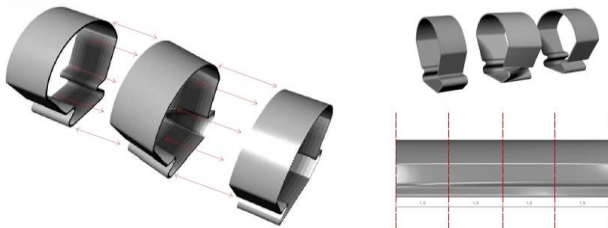


Figura 5: Materialidad: 4 secciones de hormigón de 1,5 mts.

Debido a la poca variabilidad de los parámetros que presentaron los estudiantes, y como manera de mostrar la potencialidad del programa y los beneficios de trabajar en forma paramétrica se presenta el resultado de otras secciones, con la modificación de más parámetros.

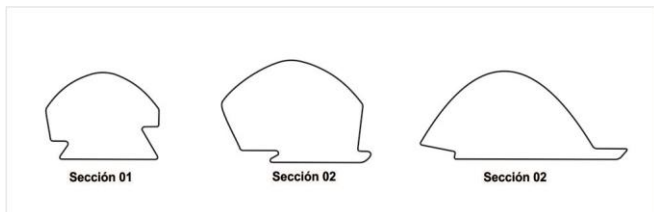


Figura 6: secciones generatrices

Tabla 2: Parámetros y valores asignados (en metros) modificados

Parámetro	a	b	h	e	f	g	r	s	o	m	n
Sección 1	1.6	1.0	1.4	1.4	0.5	0.9	1.1	0.9	1.6	1.2	1.6
Sección 2	2.0	1.2	1.6	1.4	0.3	0.2	2.3	0.3	1.8	0.8	2.0
Sección 3	2.4	2.0	0.4	1.4	0.2	1.4	3.5	0.3	2.5	1.4	3.2

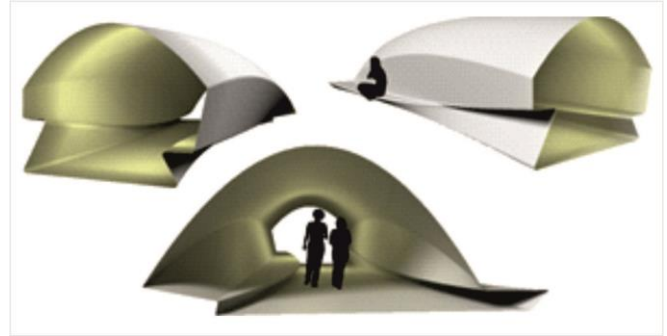


Figura 7: Objeto 3D.

Resultado de la experiencia 1

Esta primera acción integradora ha resultado satisfactoria pero se consideró necesario enmarcarla en una estructura integral que incorporara propuestas didácticas asociadas al cambio epistemológico detallado, por lo que se continuó trabajando en experiencias posteriores en Taller de Proyecto Arquitectónico I y las Matemáticas.

Experiencia 2: Aplicación al Taller de Proyecto Arquitectónico 1- año 2015

Durante el año 2015 y como propuesta presentada en el Concurso Docente por El Arq. Mag. Matías Dalla Costa, se planteó como requerimiento que el diseño parta de una serie de secciones apropiables para diferentes usos, a las cuales se les aplicaría una directriz a partir de una trasposición de lógicas paramétricas, pero cuya fabricación se realiza de manera análoga a partir de secciones apropiables (gen)

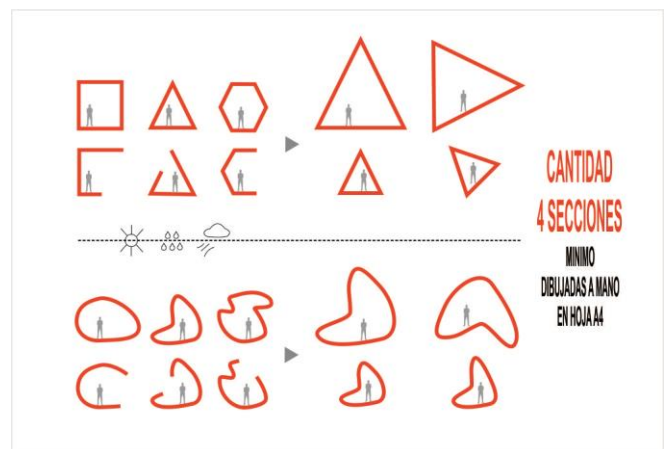


Figura 8: Presentación del Trabajo a los alumnos ingresantes por parte del Docente magister Matías Dalla costa.

Las operaciones para la generación de la forma se realizan de manera análoga, pero bajo lógicas paramétricas.

Gen (secciones) + directriz para la generación de la estructura (costillas) y cerramiento (envolvente).

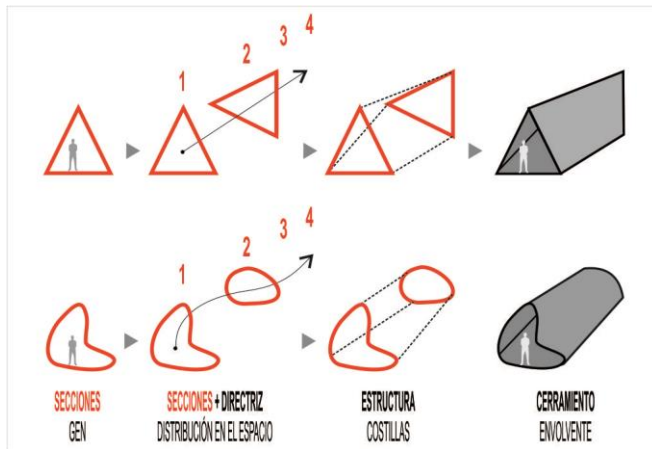


Figura 9: Presentación del Trabajo a los alumnos ingresantes.



Figura 10: Producciones de los alumnos ingresantes.

Resultados de la experiencia 2

Despertó gran interés en los alumnos y docentes

Los alumnos reconocieron más eficientemente las nociones de Gen (secciones), directriz para la generación de la estructura (costillas) y cerramiento (envolvente).

Experiencia 3. Transferencia a las Matemática

En Taller de Matemática, asignatura del segundo cuatrimestre de primer año, en el año 2015, los alumnos tuvieron la posibilidad de trabajar con las maquetas de Proyecto Arquitectónico I en la Actividad Aplicada del tema superficies para trabajar la generación de la forma a partir del reconocimiento de generatrices y directrices, quedando como inquietud, para el año 2016 la posibilidad del reconocimiento,

bajo la lógica paramétrica, de los parámetros que determinan la generación, dimensión y medida de la forma.

En Matemática Básica, asignatura del primer cuatrimestre del segundo año de la carrera, se ha avanzado en el uso de este tipo de herramientas digitales de diseño, como estrategia didáctica para que el alumno comience a familiarizarse con las mismas y a la vez logre una mejor asimilación del contenido matemático específico (rectas, cónicas y superficies). Se elaboró una propuesta en el año 2015 (que continuo en 2016), utilizando a la modelización Matemática como herramienta didáctica. En la misma, se propone la modelización, utilizando Grasshopper y Rhinoceros, de la planta y/o secciones de una obra arquitectónica a través de rectas y cónicas; para luego trabajar la modelización de la volumetría de la obra a partir de diferentes superficies en el espacio (planos y/o cuádras). Las dimensiones de la obra debían ser parametrizadas y relacionadas a través de las fórmulas matemáticas.

Tal como explica Sadovsky (2005) un proceso de modelización implica en primera instancia recortar cierta problemática de una realidad compleja donde convergen muchos elementos que se deben considerar para identificar un conjunto de variables pertinentes a la problemática seleccionada y producir relaciones entre dichas variables, para posteriormente, distinguir una teoría matemática que permita operar sobre las relaciones, y finalmente, poder producir o transformar un conocimiento nuevo sobre la problemática.

Estos tres aspectos esenciales del proceso de modelización brindan lugar para realizar un trabajo centrado en la producción de los estudiantes, donde los conocimientos matemáticos se recrean y reutilizan a través de actividades curriculares mediadas por la utilización de software de diseño paramétrico, propios de las disciplinas proyectuales.

Resultados de la experiencia 3

La utilización del software de CAD Rhinoceros (como visualizador) y Grasshopper (Plug-in utilizado como programador de relaciones paramétricas), favorece el análisis y la visualización de cuestiones / situaciones / problemas que dan sentido al conocimiento matemático que construyen los estudiantes, generando modelos digitales a partir de parámetros y relaciones matemáticas fácilmente manipulables, interactivos, dinámicos y complejos, que serían casi imposibles de obtener de otra manera.

La modelización de la obra arquitectónica utilizando cónicas, rectas, superficies y el software (Grasshopper+Rhinosceros) permite a los estudiantes situarse en los distintos planos coordenados, o planos paralelos a éstos, ubicarse en el espacio, explicitar las ecuaciones canónicas que mejor se aproximan a la forma deseada, convertirlas a paramétricas, interactuar con las fórmulas y sus parámetros, explorar formas, analizar y evaluar la información necesaria para lograr la modelización de la obra, controlando los algoritmos generativos.

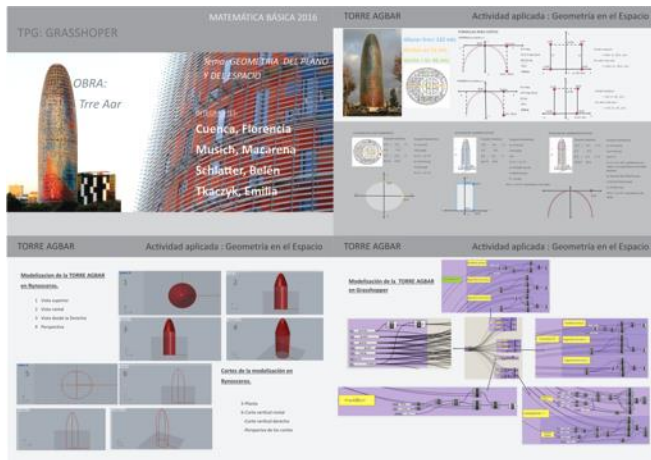


Figura 10: Modelización de la Torre Agbar – Barcelona (España)

Conclusiones finales

Las experiencias realizadas que integran diferentes sujetos, conocimientos, espacios y medios están abriendo un campo de trabajo inter áreas, que se considera necesario profundizar

Como resultado podemos acordar que la investigación colectiva habilita la comunicación, el trabajo colaborativo entre docentes y genera un espacio motivador para acciones conjuntas que se considera necesario institucionalizar.

Se considera, que si bien, de forma incipiente, el ofrecimiento de estas prácticas en los Talleres Iniciales se constituye en posibilidad de reconocimiento de la diversidad de lógicas de generación de la forma en relación a los medios e instrumentos; el aporte más significativo se constituye en la aplicación de estrategias didácticas integradas que posibilitan al ingresante construir su conocimiento acorde al tipo de alfabetización con que ingresa a la Universidad.

Se reconoce además, que el mayor aporte debería direccionarse al reconocimiento del contexto, la escala humana y la materialidad (estructura y envolvente) centrando los desarrollos didácticos en el espacio de articulación de las asignaturas de Matemáticas, Taller de Proyecto e Introducción a la Tecnología.

Agradecimientos

Damos las gracias a los estudiantes que han participado y a los siguientes integrantes de la cátedra de Matemática que han sido parte de esta experiencia: Lic. Paula E. González Mués, Esp. Sandra F. Kernot, Prof. Cecilia Laspina, Arq. Néstor Lenarduzzi, Prof. Hurí J. Speratti, Prof. Ma. Victoria Vuitot y a Luciana Prieto que ha colaborado con esta presentación.

Referencias

Bessone, M. (2007). Consecuencias de la Aplicación de los medios digitales en la enseñanza de la Arquitectura.

Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

Bessone, Miriam; Tosello, María Elena; Costa, Matías Dalla. (2014). "Experiencias paramétricas en la formación del arquitecto: ensayo de aplicación a los talleres iniciales", p. 241-244. In: Proceedings of the XVIII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Design in Freedom [=Blucher Design Proceedings, v.1, n.8]. São Paulo.

Biembengut, M.S y otro (1997). Modelación matemática: Una forma de investigación-un nuevo método de enseñanza. *Revista de didáctica de las matemáticas*. N° 32, 13-25. Recuperado de: <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/32/Articulo02.pdf>

Chara, M., Fritz, M.S., González Mués, P.E., Imbach, M.G., Kernot, S.F., Laspina, C.A., Lenarduzzi, N., Speratti, J.H. & Vuitot, M.V. (2015). *La modelización matemática y el diseño paramétrico en una propuesta curricular*. XXXVIII Reunión de Educación Matemática. UMA (Unión Matemática Argentina) Santa Fe. Argentina

Dalla Costa, M. (2014). Sistemas generativos dinámicos. Tesis de maestría. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina. Recuperado de: <http://tesis.bibdigital.uccor.edu.ar/128/1/TFMATIASDALLACOSTA.pdf>

Fraile, M. (2012). Morfogénesis digital. Del diseño en serie al parametrismo eficiente. Ponencia presentada en el 5° Congreso Regional de Tecnología de las Facultades del Arquisur, UBA, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: http://www.academia.edu/2714942/Morfog%C3%A9nesis_Digital_Del_Dise%C3%B1o_en_Serie_al_Parametrismo_Eficiente

Freiberger, M (2007). Plus Magazine. Perfect buildings: the maths of modern architecture. Recuperado de: <https://plus.maths.org/content/perfect-buildings-maths-modern-architecture>.

Girbal, E & otros. (2012). Un proceso de integración intercátedras para mejorar la excelencia académica en carrera de Ingeniería en Sistemas. Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información. Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/disenio-sistemas/Articulo_043B_JEIN-2012_UTN-FRLP.PDF

Levy, Pierre (2007). Ciber cultura. La cultura de la sociedad digital. Antrohos .Barcelona; España.

Mines, P., & Tosello, M. (2011). Nuevos Escenarios Educativos. En VIII Congreso Nacional de Sociedad Estudios Morfológicos de Argentina, SEMA. 82–85. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

Sadovsky, P. (2005). Enseñar matemática hoy. Miradas, sentidos y desafíos. Libros del Zorzal. Buenos Aires. Argentina

Tosello, M. E., Bredanini Colombo, M. G., Dalla Costa, M., & Mántaras, G. (2010). Una didáctica proyectual para aprendizajes significativos y colaborativos. Recuperado de: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2010/administracionconcursos/archivos_conf_2013/865_71765_1217con.pdf

