

# 03

## Estrategias de trabajo en equipo y modelización en matemática para arquitectura

### RESUMEN

*Este trabajo presenta una experiencia del nivel 1 de la cátedra de Elementos de Matemática y Física, en donde a través de una metodología ágil y flexible se desarrolla la modelización de una planta, simulando la aplicación de Scrum para potenciar el trabajo en equipo, todo mediado por tecnologías. Se fundamenta conceptualmente elementos que convergen en el aprendizaje activo centrado en el estudiante, en el trabajo colaborativo, en la modelización matemática y en la metodología eduScrum.*

*El objetivo del presente trabajo es evidenciar los distintos tópicos que se consideran a la hora de modelizar en equipo y los beneficios que ofrece la misma. Los resultados de esta experiencia permiten apreciar el potencial para trasladar esta modalidad de aprendizaje a otras situaciones con objetivos diferentes, pero con igual necesidad de interacción grupal y contexto distribuido, al mismo tiempo que percibir el potencial de Scrum para ser incorporado dentro de una estrategia didáctica de aprendizaje, por su simplicidad y sus importantes efectos.*

### PALABRAS CLAVE:

*Trabajo en equipo - Modelización - Aprendizaje colaborativo*

Cappello Viviana  
Arraras Stella Maris  
Marañón Di Leo Julio  
Giulietti Marcelo  
Trifilio Mariano  
vcappello@gmail.com

Cátedra 4 de Matemática.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo.  
Universidad Nacional de La Plata, Argentina.



Históricamente se ha caracterizado a la educación en función del docente, siendo éste el personaje central en el proceso de enseñanza y en el proceso de aprendizaje. Si se pidiera una descripción de las aulas universitarias, en su mayoría las personas describirían un lugar con un docente bajo el rol de disertante, parado frente a los estudiantes. En esta escena tradicional, hay dos roles bien definidos: quien tiene el conocimiento y quien lo recibe, existiendo un canal unidireccional de comunicación. (Cappello, 2019)

A pesar de los cambios que la educación ha vivido en los últimos años, y más aún por incidencia directa con la pandemia por Covid-19, sigue siendo el modelo que cuesta desterrar.

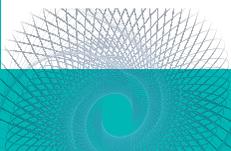
El aprendizaje activo se caracteriza en modificar la actitud de los estudiantes, los cuales deben hacer mucho más que simplemente sentarse frente a un docente que habla; deben leer, reflexionar, escribir, discutir con sus pares, utilizar reglas, resolver problemas (Cukierman, U, 2018). Ello implica que los estudiantes deben estar expuestos continuamente a través de la estrategia utilizada por el docente y a desafíos cognitivos de orden superior: análisis, interpretación, inferencia, síntesis y evaluación (González H, 2000).

## MARCO TEÓRICO

**EL TRABAJO COLABORATIVO.** El aprendizaje cooperativo le permite al docente alcanzar varias metas importantes al mismo tiempo. En primer lugar, lo ayuda a elevar el rendimiento de todos sus estudiantes, teniendo en cuenta los diversos estilos de aprendizaje que existen. En segundo lugar, lo ayuda a establecer relaciones positivas entre los estudiantes, sentando así las bases de una comunidad de aprendizaje en la que se valore la diversidad. En tercer lugar, les proporciona a los estudiantes las experiencias que necesitan para lograr un saludable desarrollo social, psicológico y cognitivo. La posibilidad que brinda el aprendizaje colaborativo de abordar estos tres frentes al mismo tiempo lo hace superior a todos los demás métodos.

El aprendizaje colaborativo reemplaza la estructura basada en la gran producción y en la competitividad, por otra estructura organizada basada en el trabajo en equipo y en el alto desempeño. Con el aprendizaje colaborativo, el docente pasa a ser un mentor que organiza y facilita el aprendizaje en equipo, en lugar de impartir contenidos, tal como se describe al inicio del escrito.

Los equipos colaborativos tienen un funcionamiento de largo plazo y son grupos de aprendizaje heterogéneos, con miembros permanentes, cuyo principal objetivo es posibilitar que sus integrantes se brinden unos a otros el apoyo, la ayuda, el aliento y el respaldo que cada uno de ellos necesita para tener un buen rendimiento académico. Los equipos permiten que los estudiantes establezcan relaciones responsables y duraderas que los motivarán a esforzarse en sus tareas, a progresar en el cumplimiento de sus obligaciones académicas y a tener un buen desarrollo cognitivo y social



(Johnson, D. W; R. Johnson y E. Holubec, 2012); (Johnson, D. W., R. Johnson y K. Smith 2011).

**EL TRABAJO EN EQUIPO.** El término “scrum” tomado como analogía del rugby, se enfoca en la importancia del conjunto, del equipo como una unidad, con un nivel de proximidad e interacción muy intenso en la búsqueda de un objetivo concreto. También denota implícitamente tensión, tensión dirigida hacia una meta y conflicto, pero un conflicto focalizado. Al mismo tiempo, se refleja en esta idea el sentido de continuidad en el flujo de acción (Schwaber, K., 2011); (Sutherland, J., 2011).

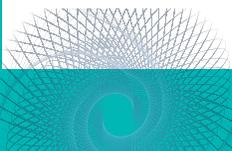
EduScrum es una metodología ágil que fortalece la autonomía del estudiante al integrarlo en su propio proceso de aprendizaje. Mediante esta metodología el docente asume el papel de mediador, al acompañar y guiar al estudiante en el logro de competencias; por otro lado el estudiante asume la responsabilidad de participar del proceso de aprendizaje decidiendo cómo quiere aprender, decisión que estará en función de sus demandas y necesidades.

El corazón del eduScrum es la autonomía en el aprendizaje, la autorregulación del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, por ello se considera importante su aplicación en un contexto donde los estudiantes necesitan tener protagonismo, ser proactivos.

**LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA.** El campo de desarrollo de modelización en Matemática puede entenderse como un proceso de construcción de modelos interpretativos que permiten aproximarse a la comprensión de un fenómeno dentro de una realidad. Este proceso constituye una representación del sistema, contemplando sus parámetros complejos y dinámicos. Todo abordaje de la realidad desde la modelización depende del nivel de complejidad del fenómeno y del campo epistemológico y teórico del sujeto que la realiza. Si bien el andamiaje epistemológico es fundamental al momento de construir un modelo de un objeto o situación real, también es necesario detenerse en el contexto geográfico del objeto y la finalidad por la cual se pretende modelizar. (Martinez, 2003).

La modelización matemática, es una de las herramientas metodológicas de la neurociencia y parte del principio de que aquello que se modela corresponde a una realidad dinámica, en constante modificación, entendida como un complejo de fenómenos naturales, ambientales y/o socioculturales en devenir. El ser humano obtiene beneficios por la creación de modelos, como por ejemplo, modelos de fenómenos naturales, estructuras arquitectónicas, dinámicas sociales, entre otros, cuya elaboración requiere instrumentos materiales e intelectuales con los cuales se producen simulaciones que aportan a la comprensión de las realidades.

**LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.** La resolución de problemas implica una situación de transferencia de conocimientos, ocupando un lugar relevante en el proceso educativo universitario como estrategia de enseñanza, como actividad de aprendizaje.



Un obstáculo que los estudiantes encuentran en la resolución de problemas suele estar en la dificultad de hacer conscientes y explícitos cuál es el sistema bajo estudio y cómo éste es modelado. En la medida en que todos los procesos involucrados en la resolución de problemas se hagan conscientes y explícitos, el estudiante estará en condiciones de reflexionar sobre ellos y de realizar procesos metacognitivos.

Las dificultades del estudiante para conceptualizar y modelar los objetos y utilizar el concepto de sistema en el marco de una teoría matemática establecen una brecha entre los significados construidos por él y ciertos aspectos del conocimiento matemático.

En el modelo de resolución de problemas los procesos involucrados son disgregados en: la discusión del interés de la situación, el estudio cualitativo, la emisión de hipótesis, la elaboración y explicitación de las estrategias a la luz de la hipótesis, la resolución verbalizada, el análisis de los resultados a la luz de las hipótesis, y la formulación de nuevas perspectivas verbalizada, el análisis de los resultados a la luz de las hipótesis, y la formulación de nuevas perspectivas.

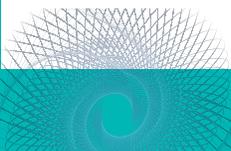
## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Según (Artigue, 1995), (Cantoral & Farfán, 1998), (Dolores, 2000) y (Serna, 2007) en los cursos universitarios existe la tendencia a presentar los objetos matemáticos de una manera abstracta, donde se hace el mayor énfasis a los algoritmos y a trabajar con lenguajes analíticos, prestando menos atención al lenguaje gráfico y numérico. Este hecho puede generar en los estudiantes poco interés al no encontrarle un verdadero sentido al curso.

Teniendo en cuenta el gran interés que presentan hoy en día los estudiantes por el uso de aplicaciones y software de matemática para el estudio y la comprensión de diferentes temas, es necesario plantear nuevas metodologías de trabajo colaborativo en el aula de clase. La enseñanza de la matemática a lo largo de la historia ha involucrado los avances en diferentes campos de la ciencia, técnica etc., con ellos nuevos descubrimientos, algunos estudiantes utilizan recursos matemáticos en física, química e ingeniería y no son capaces de identificarlos con lo aprendido en los cursos de matemática. Es por esto la necesidad de involucrar al estudiante con los objetos más reales en físico y con sus modelos matemáticos teóricos de forma espontánea. (Murcia, 2010).

La metodología desarrollada resultó muy propicia para poder aplicarla tanto en la modalidad presencial como en la modalidad virtual, ya que contribuye a que el estudiante sea el verdadero protagonista de su aprendizaje.

**ESTRATEGIAS APLICADAS:** Se presentan una serie de modelos de plantas sin dimensiones a los diferentes equipos de estudiantes. Cada equipo tutorado por un docente desarrollará una serie de actividades que cumplan con:



**CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO.** La forma de trabajo del eduScrum se inició con la definición de los roles asumidos en la metodología.

**PLANIFICACIÓN DE TAREAS.** Esta etapa tiene que ver con el desarrollo de las tareas planificadas. Las tareas solicitadas a medida que se fueron planificando se colocaron en un tablero de actividades.

**EJECUCIÓN DE LAS TAREAS.** Una vez que se formaron los equipos, el tutor determinó los objetivos de aprendizaje y dio a conocer a los estudiantes los subtareas que trabajarán durante un intervalo de tiempo o ciclo (Sprint).

Finalmente se realiza una presentación de lo aprendido, lo que conlleva a reflexionar sobre el trabajo realizado.

Existieron dos grandes subtareas: una relacionada a saberes disciplinares matemáticos (dimensiones de planos, cálculo de superficies, cálculos de costos y tiempos) y otra a física (iluminación y calor de la obra)

**RETROALIMENTACIÓN EN FASES DE ENTREGA.** Permitió al estudiante determinar cuáles son aquellas estrategias o métodos con los que se sienten más cómodos en su aprendizaje, en función a sus propios estilos, intereses y necesidades de aprendizaje (Kuz, 2019).

**DISEÑO DE LA ACTIVIDAD CON EDUSCRUM.** El proceso estuvo dirigido al ciclo lectivo actual con 175 estudiantes.(Kuz, 2019).

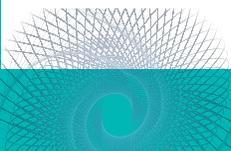
**DISEÑO DE LA ACTIVIDAD CON EDUSCRUM.** El proceso estuvo dirigido al ciclo lectivo actual con 175 estudiantes.

La actividad propuesta tuvo como objetivo contribuir con los resultados de aprendizaje establecidos para la planificación anual, y hacer aportes a las competencias específicas, definidas en el perfil del arquitecto.

La misma consistió en modelar, corroborar y resolver situaciones problemáticas que involucren una planta propuesta.

La actividad se desarrolló a lo largo de 6 meses comenzando en un encuentro donde el docente presenta la metodología eduScrum y sus reglas (Transparencia, Revisión y Adaptación) y presenta la plataforma Trello (<https://trello.com>), que es la seleccionada para aplicar la metodología. Linkeada a Aulas web Grado como aula virtual de apoyo (<http://aulaswebgrado.unlp.edu.ar>).

En el mismo encuentro se divide la clase en equipos de 5 integrantes y se presentan los roles: dueño del producto (tutor), capitán (eduScrum Master, rol compartido por un estudiante y el docente), equipo de trabajo (estudiantes).



Luego el tutor, en su rol de “dueño del producto” da a conocer el “qué” y el “por qué” de la actividad, presentando los objetivos de la actividad (resultados de aprendizaje) y la consigna:

1. *Dada la siguiente imagen (render en 3D), dimensionarla en un plano de planta 2D, confeccionando el mismo con un software a elección (SketchUp – AutoCad, etc). La planta debe tener entre 100 m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup>. Si el local no contiene sanitario (baño) incluirlo. Se debe indicar la escala utilizada. Se deben realizar TODAS las subactividades.*
2. *Redactar la memoria descriptiva de la obra.*
3. *Confeccionar una maqueta con libre elección de materiales.*
4. *Armar un póster donde figure todo el trabajo realizado en forma sintética.*
5. *Realizar la presentación para la exposición oral.*

#### *Subactividades*

*Para el punto 1.) De la imagen propuesta por el Tutor, determinar el tipo de obra y situarla en Argentina. Luego de crear el plano, indicar las dimensiones de todas las habitaciones o locales existentes, las cotas y medidas necesarias para realizar las actividades siguientes. Respetar la escala utilizada en todo el trabajo.*

*a. Calcular los m<sup>2</sup> de piso de la obra. Justificar la elección de los materiales. Costo de los materiales. Costo de mano de obra. Considerar el 23% de descuento por pago contado en materiales. Considerar el 36% de aumento por pago en cuotas de la mano de obra.*

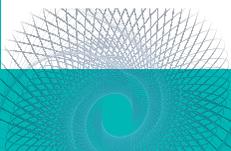
*b. Calcular los m<sup>2</sup> de superficie de la obra a pintar (para ello indicar la altura de los techos). Calcular las superficies de la paredes, descontando aberturas. Justificar la elección de los materiales. Costo de los materiales. Costo de mano de obra. Calcular la cantidad de material a utilizar, teniendo en cuenta los rendimientos de las pinturas (indicarlo en el trabajo). c. Utilizar en lo posible las proporciones vistas en clase, para la elección y justificación de las aberturas a incluir en la obra.*

*d. Utilizar en lo posible los conceptos de trigonometría, para la elección y justificación de las cabriadas y techos en la obra.*

*e. Utilizar en lo posible, conceptos de física para la elección y justificación de iluminación y calefacción a incluir en la obra. Se procederá a realizar las siguientes actividades:*

*e.1. Para al menos una de las habitaciones, según el plano generado, se realizará una estimación de condiciones de aislamiento térmico, determinando materiales y aberturas empleadas. (mediante planillas de cálculo, aplicaciones para pc, etc.).*

*e.2. Para al menos una de las habitaciones, según el plano generado, se establecerán las*



*condiciones requeridas para su iluminación artificial (utilización de software de uso público: DIALUX).*

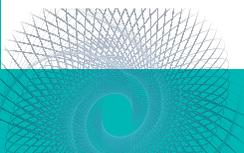
**IMPLEMENTACIÓN DE EDUSCRUM EN LA FAU UNLP.** En la primera etapa los estudiantes formaron grupos en un máximo de 5 estudiantes, para definir los modelos de plantas, con las cuales van hacer el trabajo.

Luego, grupos de trabajo, ya habiendo seleccionado la funcionalidad de la obra y su fundamentación, presentaron una ecuación específica de los cálculos solicitados corroborando con en el software GeoGebra. Por último realizar la maqueta, que quedará como material para continuar en el nivel 2: Matemática Aplicada.

Una vez finalizada la actividad, el tutor evalúa el desempeño de cada grupo y de cada integrante y hace las retroalimentaciones necesarias. También se hace una autoevaluación grupal y una individual, bajo el formato de rúbrica.

Tareas que los equipos realizarán en el Sprint:

1. Interpretar los modelos presentados dándoles significado de una construcción real.
2. Analizar las construcciones seleccionadas.
3. Definir los parámetros en Geogebra u otro software.
4. Llegar a las respuestas en base al resultado obtenido y al diseño digital.
5. Imprimir en 3D la maqueta o construirla.
6. Elaborar el documento de fundamentación con lo analizado previamente.
7. Dar formato adecuado al informe según lo indicado para la entrega del trabajo.
8. Entregar el documento en el aula virtual de la asignatura.
9. Preparar la presentación de resultados para el debate.
10. Distribuir roles para la exposición y ensayar la misma.



## Elementos de Matemática y Física Cátedra n° 4



TRABAJO GRUPAL DE INTEGRACIÓN DE CONTENIDOS

Modelo A

INTEGRANTES: 5 ESTUDIANTES

**Figura 1.** Portada de modelo A presentado a los estudiantes.

**RESULTADOS.** Aplicar las estrategias propias del eduScrum ha permitido que los estudiantes logren avances significativos en cuanto a su autonomía, habilidades sociales y expansión de su creatividad.

El desarrollo de la autonomía permite que los estudiantes ejerciten y evidencien una serie de habilidades que benefician su crecimiento personal. Ellos están logrando un conocimiento de sí mismos, tomar decisiones de manera reflexiva, cuestionar cada decisión tomada, ser empáticos, entendiendo la situación que viven algunos de sus compañeros y apoyando en ese proceso de aprendizaje al delegarse responsabilidades se sienten valiosos y empoderados. Por otro lado, esto también ayuda a que se fortalezca la autoestima como también la capacidad de poder expresar libremente lo que sienten y piensan.

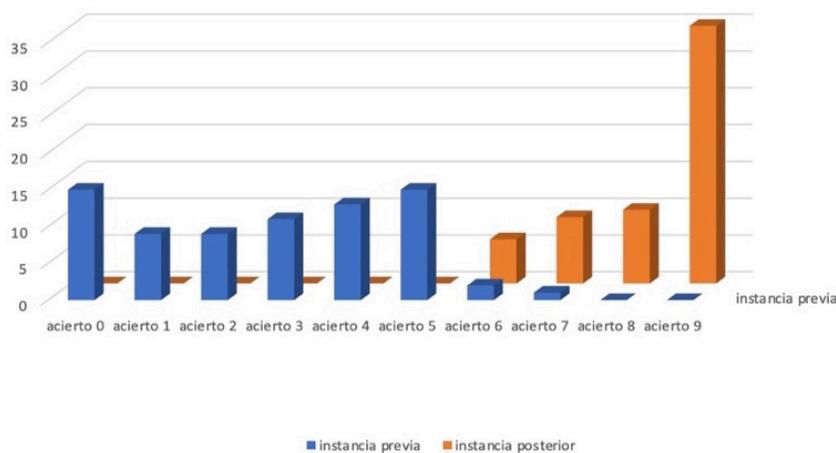
Algunos de los resultados que se han podido observar son los siguientes:

- Son capaces de autorregular y determinar metas cortas en el cumplimiento de sus actividades.
- Deciden cómo aprender, son capaces de participar de su propio proceso de aprendizaje al determinar productos que respondan a los retos o actividades que plantea el docente.
- Cuestionan sus modelos propuestos, reflexionan sobre los mismos cuando los ponen a prueba.
- Desarrollan pensamiento creativo y el desarrollo de habilidades sociales.

Para determinar si la metodología implementada resultó exitosa, se diseñaron instancias de evaluaciones. Una inicial a la propuesta, con material creado ad hoc y enviado previa a la misma. Y otra final, o sea, luego de haber modelizado la obra y luego de haber trabajado en equipo.

En la primera utilizando Socrative, se presentó un cuestionario con 10 preguntas referidas al tema propuesto. Luego en la segunda, y también con Socrative, se presentó un cuestionario similar pero de mayor complejidad referidas a las tareas del Sprint realizado.

Los resultados alcanzados por los estudiantes fueron: 87% obtuvieron un nivel superior o igual a 8 puntos. Un 13% obtuvo un nivel inferior o igual a 7; 6 fue el valor más bajo obtenido.

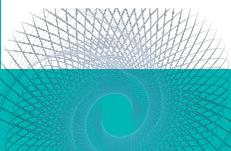


**Figura 2.** Cantidad de estudiantes según aciertos en Instancia previa e Instancia final.

**CONCLUSIONES.** A modo de conclusión cabe destacar que la enseñanza universitaria todavía en el país reclama un cambio significativo en lo que respecta a su concepción, ya es hora de abandonar definitivamente las clases rutinarias y tradicionales, apuntando a evolucionar, para lograr la innovación, que nos llevará hacia un posicionamiento superior en la educación donde la calidad, la creatividad y las actividades significativas se tomen de la mano para alcanzar logros en la formación de las nuevas generaciones de arquitectos.

Los docentes debemos conocer el perfil de nuestros estudiantes, y a partir de ese conocimiento, elegir las mejores estrategias, recursos y actividades para que ellos, tengan un aprendizaje más profundo y eficaz. Lo que los llevará a un desempeño arquitectónico más sólido.

En la actualidad es casi imprescindible pensar el aprendizaje como una construcción colectiva, proponer actividades que enriquezcan la producción en equipo efectivos de trabajo y contribuir con propuestas que aporten a la formación en competencias.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPELLO, V (2019). *Concepciones de los docentes universitarios de Matemática. Una mirada desde las Tics*. Editorial Acedémica Española ISBN 978-6200060563. España

CUKIERMAN, U (2018). *Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería*. Recuperado de: [https://www.academia.edu/37040716/Aprendizaje\\_centrado\\_en\\_el\\_estudiante\\_un\\_enfoque\\_imprescindible\\_para\\_la\\_educaci3n\\_en\\_ingenier%C3%ADa](https://www.academia.edu/37040716/Aprendizaje_centrado_en_el_estudiante_un_enfoque_imprescindible_para_la_educaci3n_en_ingenier%C3%ADa)

GONZALEZ, H (2000) *La evaluación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo de la cartilla docente*. Recuperado de: [http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla\\_evaluacion.pdf](http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla_evaluacion.pdf)

JOHNSON, D. W; R. Johnson y E. Holubec (2012): *Advanced Cooperative Learning*, Edina, Minnesota, Interaction Book Company.

JOHNSON, D. W., R. Johnson y K. Smith (2011): *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*, Edina, Minnesota, Interaction Book Company.

KUZ, M. FALCO, R. S. Giandini (2018) *Comprendiendo la Aplicabilidad de Scrum en el Aula: Herramientas y Ejemplos*, Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, No 21.

MARTÍNEZ, M. (2003) *Naturaleza y aplicabilidad de los Modelos Matemáticos*. Cuadernos del CENDE, 2003. ISSN 1012-2508.

MURCIA, E. (2010). *Enseñar matemáticas usando OVA en la Universidad Católica de Pereira*. En: *Entre ciencia e ingeniería*, 2010, num. 10, p. 148 – 162. Disponible en <http://biblioteca.ucp.edu.co/OJS/index.php/entrecei/article/view/565>

SCHWABER, K. (2011). *SCRUM Development Process*, in *OOPSLA Business Object Design and Implementation Workshop*, J. Sutherland, D. Patel, C. Casanave, J. Miller, and G. Hollowell, Eds. London: Springer.

SUTHERLAND, J., VIKTOROV, A. Y BLOUNT, J. (2011). *Distributed SCRUM: Agile Project Management with Outsourced Development Teams*, hicss, 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Resultados. *Aplicar las estrategias propias del eduScrum ha permitido que los estudiantes logren avances significativos en cuanto a su autonomía, habilidades sociales y expansión de su creatividad*.

