



**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**  
**Secretaría de Ciencia y Tecnología**

**SISTEMA DE INFORMACION DE CIENCIA Y  
TECNOLOGIA (SICyT)**

**FORMULARIO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**Código del Proyecto: TEUTIGP0007693TC**

1. Unidad Científico-Tecnológica

- FR Pacheco - DEPARTAMENTO DE MATERIAS BASICAS - FRGP
- FR Pacheco - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA - FRGP
- FR Pacheco - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL - FRGP

## 2. Denominación del PID

Desarrollo de la competencia de modelización matemática en carreras de Ingeniería en escenarios de aprendizaje mediados por TIC

## 3. Resumen Técnico del PID

En la actualidad, tanto en Europa como en Latinoamérica, se están implementando procesos educativos basados en competencias profesionales ya que éstas son valoradas como la nueva directriz en la organización de los procesos de enseñanza aprendizaje. La puesta en marcha de un nuevo modelo educativo de estas características requiere cambios en las políticas y estructuras de las instituciones universitarias: revisiones de los planes de estudio, elaboración del perfil del graduado que se desea y fundamentalmente, un cambio cultural que supere la fragmentación disciplinar y permita una integración de saberes y una planificación conjunta. En nuestro país, según diversos documentos producidos por el CONFEDI(Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) existe consenso en cuanto a que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. La competencia no es un saber que se transmite: el sujeto-aprendiz construye la competencia a partir de las secuencias de aprendizaje. El rol del profesor es el de creador de condiciones favorables para esta construcción personal. Ya el Libro azul afirmaba: "las asignaturas de CIENCIAS BÁSICAS se dictarán, de acuerdo con dos requerimientos metodológicos básicos: 1) la motivación y conexión con problemas y 2) la utilización de la computadora desde el comienzo mismo de la carrera." Destacando la conexión con problemas, reales, ingenieriles, genuinos y la mediación de las TIC. La modelización matemática encuentra allí, en la necesidad de resolver problemas "los más reales posibles" y en la mediación de las TIC, un lugar privilegiado para su desarrollo a lo largo de las Materias Básicas y las de Especialidad. Por eso consideramos necesario el trabajo interdepartamental, colaborativo y fuertemente articulado para garantizar el desarrollo óptimo de la Competencia de Modelización Matemática (CMM) que consideramos central en el aporte de la Matemática al perfil de egreso del futuro ingeniero. Esta investigación busca describir y analizar ese proceso de desarrollo de la CMM a lo largo de los tres primeros años de la carrera para aportar información sobre el estado actual y proponer posibles estrategias de mejora.

## 4. Programa

Tecnología Educativa y de Enseñanza de la Ingeniería

## 5. Proyecto

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) CON INCORPORACION EN PROGRAMA INCENTIVOS

Tipo de Actividad: Investigación Aplicada

### Campos de Aplicación:

Rubro	Descrip. Actividad	Otra (especificada)
DESARROLLO DE LA EDUCACION	Metodología de la educación	
PROMOCION GENERAL DEL CONOCIMIENTO	Ciencias de la ingeniería y arquitectura	

### Disciplinas Científicas:

Rubro	Disciplina Científica	Otras Disciplinas Científicas
MATEMÁTICA	Otras - Matemática (Especificar)	Modelos matemáticos
EDUCACIÓN	Didáctica (Ciencias de la enseñanza)	-
EDUCACIÓN	Matemática (Ciencias del aprendizaje)	-

## Palabras Clave

Enseñanza basada en competencias, Modelización matemática, Ingeniería.

## 6. Fechas de realización

Inicio	Fin	Duración	Fecha de Homologación
01/01/2020	31/12/2022	36 meses	21/11/2019

## 7. Aprobación/ Acreditación / Homologación / Reconocimiento (para ser completado por la SCyT - Rectorado)

### 7.1 Aprobación / Acreditación / Reconocimiento (para ser completado por la FR cuando se posea N° Resolución)

N° de Resolución de aprobación de la FR:

### 7.2 Homologación (para ser completado por la SCyT - Rectorado)

Código SCyT: TEUTIGP0007693TC

Disposición SCyT: 147/2019

Código Ministerio:

## 8. Estado (para ser completado por la SCyT - Rectorado)

HOMOLOGADO

## 9. Aavales (presentación obligatoria de aavales)

Aval al proyecto del Departamento de Materias Básicas UTN- FRGP Aval al proyecto del Departamento de Ingeniería Civil UTN-FRGP Aval al proyecto del Departamento de Ingeniería Eléctrica UTN - FRGP Aval del Consejo Directivo UTN-FRGP

## 10. Personal Científico Tecnológico que participa en el PID

Apellido	Nombre	Cargo	Hs/Sem	Fecha Alta	Fecha Baja	Otros Cargos	Cargo docente	Año cargo docente	Categ. Investigador Universitario	Categ. Prog. Incentivos	
DI BLASI REGNER	MARIO ALEJANDRO	DIRECTOR	20	01/01/2020	31/12/2022		Profesor Asociado	2011	Investigador C	Investigador III	<a href="#">Descargar CV</a>
COMERCI	ANDREA	INVESTIGADOR FORMADO	10	01/01/2020	31/12/2022		Jefe de Trabajos Prácticos	2008	Investigador E	Investigador V	<a href="#">Descargar CV</a>
VERA	ENRIQUE HECTOR	INVESTIGADOR FORMADO	6	01/01/2020	31/12/2022				Investigador D	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
CRVICICH	RICARDO	INVESTIGADOR FORMADO	10	01/01/2020	31/12/2022		Profesor Asociado	1990	Investigador C	Investigador III	<a href="#">Descargar CV</a>
GROSSO	AGUSTINA JOHAN MARLENE	INVESTIGADOR TESISISTA	6	01/01/2020	31/12/2022				Ninguna	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
ENEI	SABRINA ELIANA	INVESTIGADOR TESISISTA	6	01/01/2020	31/12/2022				Ninguna	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
FASCE	CELIA	INVESTIGADOR DE APOYO	10	01/01/2020	31/12/2022				Ninguna	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
FERNÁNDEZ	CARLOS ARIEL	INVESTIGADOR DE APOYO	6	01/01/2020	31/12/2022		Profesor Adjunto	2012	Ninguna	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
AMADIO	ARIEL ALEJANDRO	INVESTIGADOR DE APOYO	6	01/01/2020	31/12/2022				Investigador F	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
TANONI	DIEGO MARTIN	INVESTIGADOR DE APOYO	6	01/01/2020	31/12/2022		<ul style="list-style-type: none"><li>Ayudante de 1ra</li><li>Jefe de Trabajos Prácticos</li></ul>	2014	Ninguna	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
ROMERO	NATALIA RAQUEL	BECARIO ALUMNO UTN-SAE	4	01/01/2020	31/12/2022				Ninguna	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>

## 11. Datos de la investigación

### Estado actual de concimiento del tema

Existen múltiples definiciones de competencias entre las cuales, a modo de ejemplo, citamos las siguientes:

Amplitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, movilizandoo a conciencia y de manera a la vez rápida, pertinente y creativa, múltiples recursos cognitivos: saberes, capacidades, micro competencias, informaciones, valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento (Perrenoud, 2004).

Repertorio de comportamientos que algunas personas dominan mejor que otras, lo que las hace eficaces en una situación determinada (LevyLeboyer, 1997).

Grado de utilización de los conocimientos, las habilidades y el buen juicio asociados a la profesión, en todas las situaciones que se pueden confrontar en el ejercicio de la práctica profesional (Kane, 1992).

La competencia es una construcción, es el resultado de una combinación pertinente de varios recursos: conocimientos, redes de información, redes de relación, saber hacer (LeBoterf, 2000)

Según el documento emitido por el CONFEDI en 2005, existe consenso en cuanto a que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer y sigue estando en plena vigencia ya que encontramos la misma cita en la propuesta de Estándares de segunda generación para la acreditación de las carreras de ingeniería compilada bajo el nombre de "Libro Rojo" (CONFEDI,2018)

El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades y destrezas que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo. (p13)

Tomando los aportes de Perrenoud y LeBoterf, el CONFEDI define a una competencia como la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales.

Esta definición nos señala que las competencias:

1. Aluden a capacidades complejas e integradas
2. Están relacionadas con saberes (teóricos, contextual y procedimental)
3. Se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional)
4. Están referidas al contexto profesional (entendido como la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer)
5. Están referidas al desempeño profesional que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido)
6. Es, en este contexto, que se hace necesario introducir un cambio en los diseños curriculares, en las propuestas metodológicas y en los procesos evaluativos que impulsen el desarrollo de competencias, específicas y transversales, en todos los niveles y, en particular, en cada titulación en educación superior.

Cano García (2008) sostiene que los diseños por competencias deben ser elaborados de modo tal que permitan a los individuos el desarrollo de capacidades amplias, aprender y desaprender en forma continua para actuar en un mundo cambiante. Las propuestas por competencias refuerzan la idea de formación integral, incluyendo conocimientos, habilidades, actitudes e inteligencias. La competencia no es un saber que se transmite: el sujeto-aprendiz construye la competencia a partir de las secuencias de aprendizaje. El rol del profesor es el de creador de condiciones favorables para esta construcción personal.

La puesta en marcha de un nuevo modelo educativo de estas características requiere cambios en las políticas y estructuras de las instituciones universitarias: revisiones de los planes de estudio, elaboración del perfil del graduado que se desea y fundamentalmente, un cambio cultural que supere la fragmentación disciplinar y permita una integración de saberes y una planificación conjunta.

En la propuesta de "estándares de segunda generación" del CONFEDI, se propone un cambio paradigmático en la formación de ingenieros, en tanto se pone el foco en el estudiante y en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con la expectativa de desarrollar y fortalecer las competencias genéricas y específicas esperadas en el graduado.

En el marco conceptual del "Libro Rojo" CONFEDI (2018) encontramos:

La Práctica de la Ingeniería comprende el estudio de factibilidad técnicoeconómica, investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, **modelación**, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento,

dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, edificios, obras civiles, sistemas y procesos. (p18)

En el Anexo I encontramos para cada carrera de ingeniería la competencia específica, a modo de ejemplo, citamos dos:

#### ANEXO I – 5.- INGENIERO AUTOMOTRIZ

1.1. Diseñar, proyectar, calcular, **modelar** y planificar las operaciones y procesos de producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).

1.2. Diseñar, proyectar, especificar, **modelar** y planificar las instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios). (p30)

#### ANEXO I – 24.- INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

1.2 Conocer, interpretar y emplear técnicas y herramientas para el diseño, **modelización**, análisis e implementación tecnológica de una alternativa de solución. (p. 49)

En nuestra investigación proponemos enfocar la competencia de modelización o modelar desde la matemática para que también desde las asignaturas que tienen contenidos matemáticos se desarrolle y fortalezca la competencia genérica y específica esperada en el graduado según el CONFEDI.

En busca de una definición de la competencia de modelar o de modelización encontramos en el capítulo tres del Study 14 de la Comisión internacional para la Instrucción matemática (ICMI) en la que Henning, H y Keune, M (2007) mencionan que Blum, ya en un estudio anterior del ICMI, definió la competencia de modelización como la capacidad de estructurar, matematizar, interpretar y resolver problemas y, además, la capacidad de trabajar con modelos matemáticos, validar los modelos, analizarlos críticamente, evaluar e interpretar los modelos y sus resultados, comunicar los modelos, observar y controlar de forma automática el proceso de modelado.

Descripción muy similar a la que encontramos en Rico (2007) de la competencia de modelar, pero esta, ahora propuesta, a partir del proyecto PISA/OCDE

Modelar. Esta competencia incluye (a) estructurar el campo o situación que va a modelarse; (b) traducir la realidad a una estructura matemática; (c) interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático; (d) reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados; (e) comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones); y (f) dirigir y controlar el proceso de modelización.(p59)

En Maaß (2006) encontramos que las competencias de modelado incluyen habilidades y capacidades para realizar el modelado de procesos apropiados y orientados por un objetivo, así como la voluntad de ponerlos en práctica.

Al definir modelo matemático aparece el proceso por el que se construye ese modelo diferenciándose así el modelo del proceso de modelización, siendo este un proceso capaz de ser abordado con fines didácticos.

La definición de modelo y en particular de modelo matemático, que es en el que nos ocupa, data de mucho tiempo; los siguientes autores manifiestan la conceptualización de *modelo matemático*:

Hamdy A. Taha (2011) aporta su definición de un modelo matemático que lo describe como:

[...] el procedimiento usado para resumir un problema de decisión, de manera tal que permite la identificación y evaluación sistemática de todas las alternativas de resolución del problema. En el cual se llega a la toma de decisión al seleccionar la alternativa que se juzgue como aquella que es la mejor. (p.9)

Los autores Thierauf. y Grosse (1972) refieren un modelo “como la representación o abstracción de un objeto real o situación real, que muestra las relaciones directas o indirectas y las interrelaciones, de acción y reacción, causa-efecto, con la finalidad de solucionar problemas” En tanto que para los autores Hillier – Lieberman (2010) se tratan de “representaciones idealizadas, que extraen la esencia de la materia de estudio, muestran interrelaciones y facilitan su análisis”. Para Moskowitz (1992) la caracterización de modelo es similar a la sugerida por Hillier - Lieberman, en tanto que este autor describe modelo como “una abstracción idealizada de un sistema de la vida real, cuyo propósito es brindar un medio que propicie el análisis del comportamiento del sistema, con el fin de mejorar su desempeño”.

En este orden de ideas, nos resulta interesante traer la descripción que hace Willians Morris (1967) sobre el proceso para

desarrollar un modelo:

El proceso de desarrollo del modelo puede verse útilmente como un proceso de enriquecimiento o elaboración. Uno comienza con modelos muy simples, bastante distintos de la realidad, e intenta avanzar de manera evolutiva hacia modelos más elaborados que reflejen más a fondo la complejidad de la situación de gestión real. (p.709)

En consenso, con las palabras de Morris y en el contexto de la formación de ingenieros encontramos de interés la propuesta en cuestión terminológica aportada por Blum (2015) donde desmenuza el proceso de modelización en siete pasos o subprocesos que podemos ver en uno de los muchos esquemas para el proceso de modelado o modelización (Fig. 1):

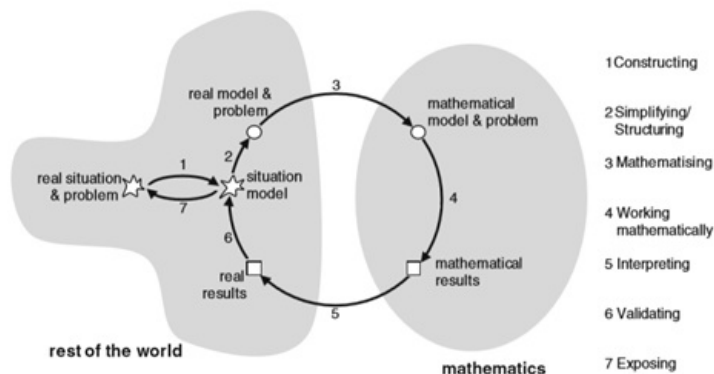


Figura 1: Esquema de los siete pasos (Blum,2015 p 76)

Blum (2015) en el mismo artículo presenta otros posibles esquemas, todos tienen sus fortalezas y debilidades específicas, según los propósitos respectivos. Afirma que, para los análisis cognitivos, el modelo de los siete pasos parece particularmente útil. Es una combinación de modelos de matemática aplicada (Pollak 1979; Burghes 1986), lingüística (Kintsch y Greeno 1985) y psicología cognitiva (Staub y Reusser 1995).

El esquema de los siete pasos (Fig. 1) además está en correlación directa con la definición dada de competencia de modelización y es una reelaboración por parte de Blum de esquemas propios previos.

Katja Maaß en 2006 hace un esquema (Fig. 2) a partir de lo propuesto por Blum una década atrás

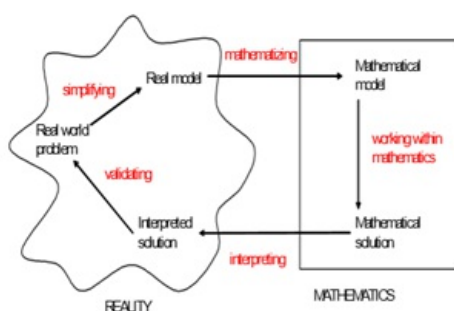


Figura 2 Proceso de modelización (Maaß,2006 p 115)

Esta investigadora, después de realizar diversas investigaciones sobre los procesos de modelado por parte de los alumnos y sobre las competencias de modelado concluye que además de las competencias para llevar a cabo los pasos, los factores importantes son el desarrollo de las competencias de modelado metacognitivo, la estructuración de hechos, las competencias en la argumentación matemática y una actitud positiva. (Maaß, 2006)

Otro investigador que hace una propuesta de proceso de modelización en Blomhøj (2004), en este caso en seis subprocesos (Fig 3).

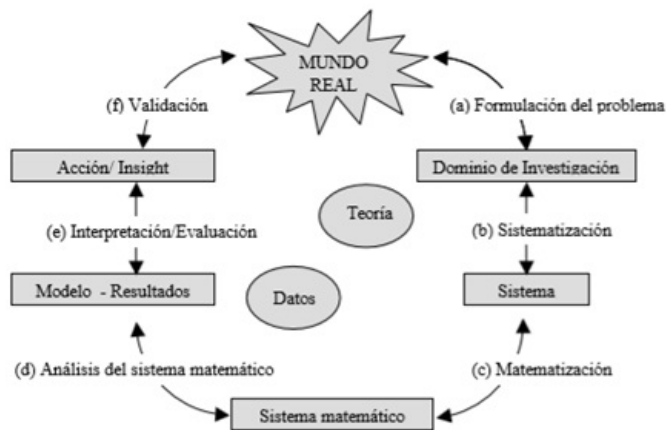


Figura 3: Un modelo gráfico de un proceso de modelización (Blomhøj,2004) (p24)

Dentro de la discusión pedagógica, hay muchos puntos de vista diferentes sobre los procesos de modelado.

Mientras modelamos un problema del mundo real, nos movemos entre la realidad y las matemáticas. El proceso de modelado comienza con el problema del mundo real. Al simplificar, estructurar e idealizar este problema, se obtiene un modelo real. La matematización del modelo real conduce a un modelo matemático. (Maaß,2006)

En todo proceso de modelización la diferencia entre el procedimiento de un experto y el de un principiante es que los expertos utilizan la metacognición. Los principiantes a menudo experimentan sin estructura y después de un tiempo sin éxito abandonan. Por otro lado, los expertos revisan sus estrategias y encuentran una solución con el mismo o incluso menos esfuerzo. El desarrollo hacia la metacognición o el aprendizaje autorregulado se considera una tarea principal de las instituciones educativas y eso da cuenta de distintos niveles en el desarrollo de la competencia de modelización.

Henning H. y Keune M. (2007) caracterizan tres niveles: Nivel 1: Reconocimiento y comprensión del modelado, Nivel 2: modelado independiente, Nivel 3: Meta-reflexión sobre modelado que los relacionan con las fases de modelización y a su vez describen las características de cada nivel. Basado en trabajos de investigadores anteriores, Blomhøj caracteriza las competencias de modelado dentro de tres dimensiones: "nivel técnico", "radio de acción" y "grado de cobertura".

Solar, H (2009) concluye después de realizar una investigación sobre la competencia de modelización que "los niveles de complejidad identifican el nivel cognitivo de una tarea matemática según el proceso. Paralelamente el recorrido de las fases de modelización y el tipo de modelo - modelo de/modelo para- también son criterios de complejidad" (p509), siendo los niveles de complejidad los de: Reproducción, Conexión y Reflexión.

En las últimas décadas la modelización matemática se ha convertido en un tema de estudio de la educación matemática de acuerdo a Blum (2002), la denominación 'aplicaciones y modelización' ha sido usada para representar toda relación entre la matemática y el mundo real, entendiendo por mundo real lo que tiene que ver con la naturaleza, la sociedad o la cultura, incluyendo la vida cotidiana así como las materias de la escuela o la universidad o disciplinas científicas diferentes de la matemática. Este autor indica que mientras la modelización se focaliza en la dirección que va de la realidad hacia la matemática y enfatiza los procesos involucrados en la creación de modelos, las aplicaciones van en la dirección opuesta y destacan el uso de modelos ya creados.

A partir de distintas investigaciones sobre el tema Villarreal (2013) se refiere a diferentes perspectivas vinculadas a la modelización matemática y a la aplicación de modelos con fines didácticos distinguiendo cuatro posibilidades no excluyentes:

- 1) Aplicación del conocimiento matemático recién enseñado para resolver un problema real o artificial.
- 2) Presentación de un problema real a fin de motivar a los estudiantes para el estudio del contenido matemático que será usado para resolverlo.
- 3) Trabajo con proyectos en los cuales el profesor elige un tema del mundo real y también propone problemas asociados con él.
- 4) Trabajo con temas del mundo real elegidos por los estudiantes, que también diseñan proyectos, proponen y resuelven problemas con la ayuda del profesor. (p3)

Estas perspectivas a su vez se pueden vincular con la propuesta de Muller y Burkhardt (2007) que distinguen entre *aplicaciones ilustrativas* y *modelización activa* y con el enfoque de Julie y Mudaly (2007) que entienden como extremos de un continuo a la *modelización como vehículo* y la *modelización como contenido*.

Encontramos en Blum (2015) que menciona que hay muchos estudios de casos que muestran que las tecnologías digitales se pueden usar como herramientas poderosas para modelar actividades, no solo en las fases intra-matemáticas como lo podemos ver en el trabajo de Borba y Villarreal (2005). También menciona que las computadoras se pueden utilizar para experimentos, investigaciones, simulaciones, visualizaciones o cálculos y por ese motivo Greefrath sugiere extender el ciclo de modelado agregando un tercer mundo: el mundo tecnológico. (Fig. 4)

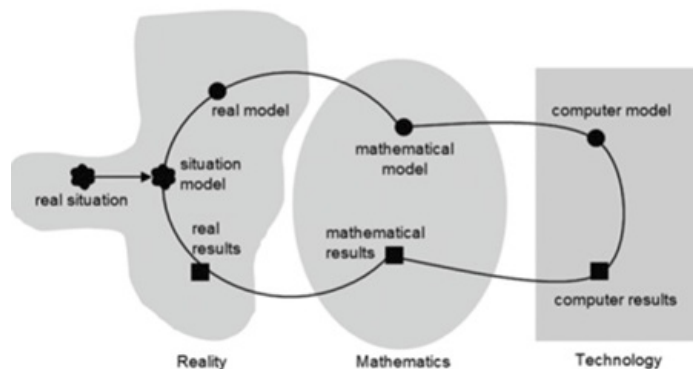


Figura 4: Esquema extendido del ciclo de modelización (Blum,2015 p 86).

Entendemos que este marco teórico y metodológico puede servir para hacer reflexiones teóricas en el aspecto matemático de la modelización como así también puede tener implicaciones en los aspectos de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la modelación matemática contextualizada en las carreras de ingeniería.

## Referencias bibliográficas

Blomhøj, M. (2004) Mathematical modelling - A theory for practice. Traducción autorizada por Mina, M en Revista de la Educación Matemática-Famaf V 23

Blum, W. (2002) ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education – Discussion Document. Educational Studies in Mathematics, Dordrecht, VI.34(5), p. 229-239.

Blum, W. (2015). Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do?. 10.1007/978-3-319-12688-3\_9.

CONFEDI (2018): Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina "Libro rojo de CONFEDI" Rosario, Santa Fé.

Borba, M.C.; Villarreal, M.E. (2005). Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking – Informations and Communication Technologies, Modeling, Experimentation and Visualization. New York: Springer.

Henning H., Keune M. (2007) Levels of Modelling Competencies. In: Blum W., Galbraith P.L., Henn HW., Niss M. (eds) Modelling and Applications in Mathematics Education. New ICMI Study Series, vol 10. Springer, Boston, MA pp 225-232

Hillier, F. S. y Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones (9a. ed.)*. México: Mc Graw Hill.

Julie C., Mudaly V. (2007) Mathematical Modelling of Social Issues in School Mathematics in South Africa. In: Blum W., Galbraith P.L., Henn HW., Niss M. (eds) Modelling and Applications in Mathematics Education. New ICMI Study Series, vol 10. Springer, Boston, MA pp 503-510

Maaß, K. (2006). What are modeling competencies? [¿Qué son las competencias de modelización?]. ZDM. 38. 113-142.

Morris, W. T (1967). On the art of modeling. En *Management Science* . 13(12) U.S.A

Moskowitz, I. y Costich, O. (1992). A classical automata approach to noninterference type problems . En *Proceedings of the Computer Security Foundations Workshop V*

Muller E., Burkhardt H. (2007) Applications and Modelling for Mathematics — Overview. In: Blum W., Galbraith P.L., Henn HW., Niss M. (eds) Modelling and Applications in Mathematics Education. New ICMI Study Series, vol 10. Springer, Boston, MA. pp. 267-274.

Rico, L (2007). La competencia matemática en PISA. PNA, I(2), pp 47-66.

Solar, H., Azcárate, C., Deulofeu, J. (2009). Competencia de modelización en la interpretación de gráficas funcionales. En M.J. González, M.T. González & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 499-510). Santander: SEIEM.

Taha, H.A. (2011). *Operations Research: An Introduction, 9th edition*. Pearson Education.

Thierauf, R. y Grosse, R. (1972) *Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones*. Mexico: Limusa-Wiley

Villarreal, M; Mina, M. (2013) Modelización en la formación inicial de profesores de matemática. VIII CNMEN Conference: VIII Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, At Santa M

### Grado de Avance

En la Facultad Regional General Pacheco se ha constituido en el año 2018 una comisión asesora para la formación por competencias a partir de las propuestas emanadas de la Secretaría de Políticas Universitarias, el CONFEDI y la CONEAU.

Algunos de los integrantes del Proyecto forman parte de esa comisión y han podido realizar un análisis FODA de la situación actual de la FRGP detectando necesidades de formación docente y de reformulación de las planificaciones aúlicas con el objetivo de rediseñar las propuestas de enseñanza y los escenarios de aprendizaje.

La enseñanza basada en competencias requiere "repensar" la tarea docente, centrándose en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, elaborando escenarios de aprendizaje que favorezcan el desarrollo de las competencias generales y específicas de los futuros ingenieros.

La competencia de modelización matemática, y su desarrollo, son centrales en la formación de futuros ingenieros. Esta temática, relacionándola con los estilos de aprendizaje ha sido abordada en un proyecto de investigación a punto de finalizar (ESTUDIO SOBRE LA RELACIÓN ENTRE ESTILOS DE APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA TEUTNGP0003837 ) en el que participaron varios integrantes del presente PID.

### Objetivos de la investigación

#### Objetivo general:

Incrementar el conocimiento actual sobre el desarrollo de la competencia de modelización matemática (CMM) en carreras de Ingeniería.

#### Objetivos específicos:

- Identificar propuestas de enseñanza que promuevan el desarrollo de la competencia de modelización matemática (CMM).
- Caracterizar, en términos de organizaciones matemáticas y didácticas, las propuestas de enseñanza de CMM identificadas.
- Proponer una caracterización de los niveles de CMM.
- Describir estrategias de resolución de problemas que involucren modelización matemática en entornos de aprendizaje mediados por Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC)
- Desarrollar indicadores para el análisis de los aspectos matemáticos y didácticos de las estrategias de enseñanza que se utilizan para el desarrollo de la CMM en carreras de Ingeniería

### Descripción de la metodología

El proyecto tiene una metodología de corte cualitativa, descriptiva.

#### Las preguntas que orientan la investigación son:

- ¿Qué experiencias de aprendizaje se presentan a los estudiantes de primero a tercer año de las carreras de ingeniería que se dictan en la FRGP que promuevan el desarrollo de la CMM?
- Las experiencias halladas ¿a qué perspectiva descripta en el marco teórico corresponde? ¿a qué nivel de desarrollo de la CMM? (los niveles de desarrollo de la CMM deberán ser construidos en el marco del proyecto a partir del marco teórico)
- ¿Qué estrategias didácticas pueden proponerse a los docentes de la FRGP para desarrollar la CMM en sus estudiantes y alcanzar los mayores niveles de desarrollo de la competencia?
- ¿Qué usos de las TIC se encuentran presentes en las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes y en los recursos educativos que se proponen a los estudiantes?

La organización del plan de trabajo y la metodología de investigación se basará en dos criterios de racionalidad:



1) la concreción secuencial de los objetivos propuestos

2) las competencias específicas de los miembros del equipo investigador: didactas de la matemática, metodólogos e ingenieros.

En cuanto a la organización secuencial, la distribución de tareas y subtareas que detallamos a continuación responden a lo dispuesto en el cronograma de actividades consignado, en tres etapas.

### **1. Diseño de las muestras necesarias:**

**1.1.** Revisión bibliográfica y definición del marco referencial en términos de organizaciones matemáticas y didácticas vinculadas a la competencia de modelización matemática (CMM)

**1.2** Búsqueda de planes de estudio y respectivas planificaciones de materias de las carreras de ingeniería civil y eléctrica.

**1.3.** Determinación de las distintas muestras que se van a conjugar, como herramientas de trabajo, un cuestionario, entrevistas en profundidad: directores, docentes y estudiantes.

### **2: Diseño de los instrumentos necesarios:**

**1.2.** Construcción de matrices de datos, para el análisis de las unidades de análisis recogidas en **T1.1 y T1.2** dividida en cuatro componentes: 1) Unidad de Análisis, 2) Variable (con sus dimensiones y procedimientos) 3) Valor, e 4) Indicador

**2.1** Elaboración del guión de un cuestionario de preguntas cerradas sobre aspectos a tratar en las entrevistas en profundidad dirigidas a los directores del departamento de carrera intervinientes y docentes de las materias determinadas en T1.1

**2.2.** Transcripciones por escrito de toda la información recogida en **T2.1**.

**2.3.** Selección de estudiantes de referencia que cursaron materias de las carreras de ingeniería civil y eléctrica involucradas en el proyecto.

**2.4** Elaboración y aplicación del cuestionario autosuministrado vía internet a los estudiante seleccionados en **T2.3**

### **3: Análisis de los datos del trabajo de campo realizado en tareas precedentes:**

**3.1** Elaboración de memorias o anecdotario de las actividades involucradas en el proyecto.

**3.2** Triangulación de datos y elaboración de informes de avance y final para presentación a la institución donde se radica el proyecto como así también para la comunicación en *congresos* sobre la temática que aborda el proyecto

## **12. Contribuciones del Proyecto**

### **Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio**

Entre los principales contribuciones esperadas de la investigación se encuentran:

1) Informe, para insumo de los Departamentos involucrados, de las características de las propuestas de enseñanza actualmente presentes en la FRGP vinculadas a la CMM

2) Popuesta de mejora para el desarrollo gradual y completo de la CMM.

Se espera también favorecer la retención, en alguna medida mejorar, los indicadores de deserción en las Materias Básicas al generar una mejora en la propuestas de enseñanza y el diseño de escenariso de aprendizaje mediados por TIC.

Los aportes teóricos que estimamos realizar al adaptar cuestiones teóricas de modelización matemática a las particularidades del campo de la Ingeniería serían contribuciones a la Educación Matemática.

Por último al favorecer la reflexión del docente sobre su práctica, especialmente en lo referido a la incorporación de propuestas de enseñanza que promuevan el desarrollo de la CMM, estaremos aportando a la formación docente continua de los docentes de la FRGP.

### **Contribuciones a la formación de Recursos Humanos**

En el marco del proyecto se inician en la investigación docentes de la UTN - FRGP:

Departamento de Materias Básicas, Celia Fasce.

Departamento de Ingeniería Civil: Ariel Fernández.

Bajo la dirección de Mario Di Blasi Regner y Andrea Comerci se realizarán las investigaciones para los trabajos de tesina de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática de la Profesoras Sabrina Enei y Agustina Grosso.

Se incorpora al equipo de trabajo la alumna Natalia Romero de las Licenciatura en Organización Industrial como becaria que participará en diferentes actividades de investigación, iniciándose en esta actividad y enriqueciendo su formación académica.

Por otro lado, se elaborarán informes parciales a los docentes de la cátedra que permitan la notificación detallada sobre el estudio a realizar, los avances y los resultados del mismo. Se favorece la colaboración entre pares, la posibilidad de evaluar el impacto alcanzado y, en caso de desearlo, eventualmente la utilización los conocimientos adquiridos para los cursos en los que están a cargo.

### 13. Cronograma de Actividades

Año	Actividad	Inicio	Duración	Fin
1	Revisión bibliográfica y definición del marco referencial en términos de organizaciones matemáticas y didácticas vinculadas a la competencia de modelización matemática (CMM)	01/01/2020	6 meses	30/06/2020
1	Elaboración de matriz de correlación entre estrategias de enseñanza y subcompetencias de modelización matemática.	01/04/2020	1 meses	30/04/2020
1	Establecimiento de una caracterización de distintos los niveles de desarrollo y respectivas dimensiones e indicadores de CMM en el proceso de aprendizaje.	01/05/2020	2 meses	30/06/2020
1	Recolección y procesamiento de documentación: planes de estudio y planificaciones de materias seleccionadas correspondientes a los tres primeros años de las carreras de Ingeniería Civil y Eléctrica.	01/06/2020	2 meses	31/07/2020
1	Determinación de espacios curriculares que referencian CMM y análisis de datos.	01/08/2020	4 meses	30/11/2020
1	Evaluación del nivel de concreción de las actividades planificadas y reconfiguración, de ser necesario, de tareas para la segunda etapa del proyecto para la elaboración de un documento interno referido a logros, hallazgos y dificultades durante el primer año.	01/12/2020	1 meses	31/12/2020
2	Elaboración y publicación del primer informe de avance del proyecto.	01/01/2021	2 meses	28/02/2021
2	Diseño y aplicación de entrevistas directores de los Departamentos de Ingeniería Civil y Eléctrica y a docentes seleccionados de las materias que referencian CMM.	01/03/2021	3 meses	31/05/2021
2	Participación en el XXII Encuentro Nacional de Educación Matemática en carreras de Ingeniería (EMCI) y XIV Encuentro Internacional (20, 21 y 22 de mayo de 2020) Montevideo.	01/05/2021	1 meses	31/05/2021
2	Análisis de datos de entrevistas realizadas a directores de departamento y docentes.	01/06/2021	3 meses	31/08/2021
2	Triangulación de todos los datos recolectados.	01/09/2021	2 meses	31/10/2021
2	Elaboración de un artículo con conclusiones parciales del proyecto para la circulación de los departamentos involucrados, envío a una reunión científica vinculada a la temática y realización un workshop.	01/11/2021	2 meses	31/12/2021
2	Confección de un cuestionario y aplicación en estudiantes de espacio curriculares que referencian CMM.	01/11/2021	2 meses	31/12/2021
3	Procesamiento, triangulación de datos y elaboración y publicación del segundo informe de avance del proyecto.	01/01/2022	3 meses	31/03/2022
3	Elaboración de propuestas para la resolución de problemas que involucren modelización matemática en entornos de aprendizaje mediados por Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).	01/04/2022	3 meses	30/06/2022
3	Implementación en el espacio áulico y registro del desarrollo de propuestas para la resolución de problemas de ingeniería que involucren modelización matemática en entornos de aprendizaje mediados por Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC)	01/07/2022	3 meses	30/09/2022
3	Análisis de los registros de la implementación de propuestas	01/10/2022	2 meses	30/11/2022
3	Elaboración del informe final del proyecto	01/12/2022	1 meses	31/12/2022

### 14. Conexión del grupo de Trabajo con otros grupos de investigación en los últimos cinco años

Grupo Vinc.	Apellido	Nombre	Cargo	Institución	Ciudad	Objetivos	Descripción
						Favorecer, mediante el intercambio de	

Comprensión lectora en Matemática y Física en alumnos de primer año de Ingeniería	Segura	Sandra	DIRECTOR	UTN - Facultad Regional Mendoza	Mendoza	antecedentes, datos y resultados de las investigaciones, el desarrollo de competencias básicas y específicas en los estudiantes de carreras de Ingeniería para abordar la problemática de la deserción y el desgranamiento en los primeros años de los estudios universitarios.	Ambas competencias, la modelización matemática y la comprensión lectora (de las consignas matemáticas), están íntimamente relacionadas, especialmente en los primeros años. La posibilidad de, primero comprender consignas matemáticas y más adelante de modelizar situaciones del mundo real están vinculadas a las comprensión de textos en lenguaje coloquial.
Conocimiento especializado del profesor puesto en juego al diseñar cursos de matemática bajo condicionamientos didáctico-matemáticos dados	Rodríguez	Mabel	DIRECTOR	Universidad Nacional de General Sarmiento	Los Polvorines (Pcia Bs As)	Favorecer, mediante el intercambio de antecedentes, datos y resultados de las investigaciones, la comprensión de la formas en la que el conocimiento especializado del profesor condiciona el diseño de las propuestas de enseñanza de la modelización matemática.	Los nuevos requerimientos para encarar la enseñanza de la matemática en las carreras de Ingeniería ponen en escena algún tipo de condicionamiento didáctico-matemático que el docente a cargo de una materia tendría que atender en su propuesta de enseñanza. Las instituciones están preocupadas por poder responder con idoneidad a ellos, a la vez que suele ser evaluado el impacto de la implementación o los resultados de aprendizaje de los estudiantes involucrados. Este hecho pone a la luz la necesidad de que los docentes a cargo de asignaturas puedan adaptar y/o diseñar sus propuestas de enseñanza a los requerimientos académicos que reciben de las instituciones. La enseñanza de la Matemática en carreras de Ingeniería se promueve que sea mediante el desarrollo de competencias. Este requerimiento constituye la base de la propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la Argentina. La problemática del diseño de propuestas de enseñanza y de escenarios de aprendizaje que propicien el desarrollo de la competencia de modelización está afectada por las características del conocimiento especializado del profesor.

### 15. Presupuesto

**Total Estimado del Proyecto: \$ 4936968,00**

**15.1. Recursos Humanos - Inciso 1 e Inciso 5**

**Primer Año**

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento	
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	1	\$ 25000,00	Facultad Regional	-
3. Becario Alumno UTN-SCyT	0	\$ 0,00	-	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	1	\$ 240290,00
3.Director	1	\$ 508800,00
4.Investigador de apoyo	4	\$ 456344,00
5.Investigador Formado	2	\$ 375222,00
6.Investigador Tesista	2	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Primer Año	\$ 25000,00	\$ 1580656,00	\$ 1605656,00

**Segundo Año**

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento	
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	1	\$ 25000,00	-	-
3. Becario Alumno UTN-SCyT	0	\$ 0,00	-	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	1	\$ 240290,00
3.Director	1	\$ 508800,00
4.Investigador de apoyo	4	\$ 456344,00
5.Investigador Formado	2	\$ 375222,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Segundo Año	\$ 25000,00	\$ 1580656,00	\$ 1605656,00

**Tercer Año**

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento	
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	1	\$ 25000,00	-	-
3. Becario Alumno UTN-SCyT	0	\$ 0,00	-	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-	-

9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
<b>Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1</b>				
1.Administrativo	0	\$ 0,00		
2.CoDirector	1	\$ 240290,00		
3.Director	1	\$ 508800,00		
4.Investigador de apoyo	4	\$ 456344,00		
5.Investigador Formado	2	\$ 375222,00		
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00		
7.Otras	0	\$ 0,00		
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00		
<b>Totales</b>	<b>Inciso 5</b>	<b>Inciso 1</b>	<b>Total</b>	
Tercer Año	\$ 25000,00	\$ 1580656,00	\$ 1605656,00	
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>Inciso 5</b>	<b>Inciso 1</b>	<b>Total General</b>	
Todo el Proyecto	\$ 75000,00	\$ 4741968,00	\$ 4816968,00	

<b>15.2 Bienes de consumo - Inciso 2</b>		
Año del Proyecto	Financiación Anual	Solicitado a
1	\$ 5.000,00	UTN - SCTyP
2	\$ 5.000,00	UTN - SCTyP
3	\$ 5.000,00	UTN - SCTyP
<b>Total en Bienes de Consumo</b>		<b>\$ 15.000,00</b>

<b>15.3 Servicios no personales - Inciso 3</b>			
Año	Descripción	Monto	Solicitado a
2	Asistencia a reuniones científicas	\$ 50.000,00	UTN - SCTyP
3	Asistencia a reuniones científicas	\$ 55.000,00	UTN - SCTyP
<b>Total en Servicios no personales</b>			<b>\$ 105.000,00</b>

<b>15.4 Equipos - Inciso 4.3 - Disponible y/o necesario</b>								
Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad.	Monto Unitario	Solicitado a
1	Disponible	UTN FRGP	PC de escritorio	Genérico	-	2,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	UTN FRGP	Impresora láser monocromática	Genérico	-	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Disponible	UTN FRGP	Proyector	Genérico	-	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
<b>Total en Equipos</b>							<b>\$ 0,00</b>	

<b>15.5 Bibliografía de colección - Inciso 4.5 - Disponible y/o necesario</b>									
Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a	
<b>Total en Bibliografía</b>								<b>\$ 0,00</b>	

<b>15.6 Software - Disponible y/o necesario</b>									
Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a	
1	Disponible	UTN FRGP	GeoGebra	-	-	6,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento	
1	Disponible	UTN FRGP	Mathematica	-	-	6,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento	
<b>Total en Software</b>								<b>\$ 0,00</b>	

<b>16. Co-Financiamiento</b>							
Año	DD UU	Bienes de	Equipamiento	Servicios no	Bibliografía	Software	Total

ANO	INSTRUMENTOS	Consumo	Equipamiento	personales	Bibliografía	Software	Total
1	\$1.605.656,00	\$5.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.610.656,00
2	\$1.605.656,00	\$5.000,00	\$0,00	\$50.000,00	\$0,00	\$0,00	\$1.660.656,00
3	\$1.605.656,00	\$5.000,00	\$0,00	\$55.000,00	\$0,00	\$0,00	\$1.665.656,00
Total del Proyecto	\$4.816.968,00	\$15.000,00	\$0,00	\$105.000,00	\$0,00	\$0,00	\$4.936.968,00

### Financiamiento de la Universidad

Universidad Tecnológica Nacional - SCyT	\$ 120.000,00
Facultad Regional	\$ 4.816.968,00

### Financiamiento de Terceros

Organismos públicos nacionales (CONICET, Agencia, INTI, CONEA, etc.)	\$ 0,00
Organismos / Empresas Internacionales / Extranjeros	\$ 0,00
Entidades privadas nacionales (Empresas, Fundaciones, etc.)	\$ 0,00
Otros	\$ 0,00
<b>Total</b>	<b>\$ 4.936.968,00</b>

### Avales de aprobación, Financiamiento y Otros

	Orden	Nombre de archivo	Tamaño
<a href="#">Descargar</a>	1	avalsec.pdf	24566
<a href="#">Descargar</a>	2	RESCONSEJO.pdf	33833
<a href="#">Descargar</a>	3	RESDEPBASICAS2.pdf	17908
<a href="#">Descargar</a>	4	RESDEPBASICAS.pdf	11151
<a href="#">Descargar</a>	5	RESDEPCIVIL.pdf	16174
<a href="#">Descargar</a>	6	RESDEPELECTRICA.pdf	34536

### Currículums (Currículums de los integrantes cargados en el sistema)