



## VI Jornada de Enseñanza de la Ingeniería 2018

4 y 5 de Octubre de 2018  
Facultad Regional Córdoba

Libro de Actas

Programa de Tecnología Educativa y  
Enseñanza de la Ingeniería (TEyEI)  
Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado



---

## Autoridades de Rectorado

**Rector:** ING. HÉCTOR EDUARDO AIASSA  
**Vicerrector:** ING. HAROLDO TOMÁS AVETTA  
**Secretario General:** ING. MIGUEL ÁNGEL SOSA  
**Secretaría Académica:** ING. LILIANA RAQUEL CUENCA PLETSCH  
**Secretario Administrativo:** SR. SERGIO MARTÍNEZ  
**Secretaría de Ciencia, Tecnología Y Posgrado:** DR. HORACIO LEONE  
**Secretario de Asuntos Estudiantiles:** SR. JUAN CARLOS AGÜERO  
**Secretario de Cultura Y Extensión Universitaria:** ING. DANIEL LUIS ALTINA  
**Secretario de Políticas Institucionales:** ING. MARIO FERREYRA  
**Secretario de Relaciones Internacionales:** ING. CARLOS SALVADOR  
**Secretario de Tecnologías de la Inf. y Comunicación:** MSC. ING. GUSTAVO GABRIEL MAIGUA

## Autoridades de UTN - Facultad Regional Córdoba

**Decano:** ING. RUBÉN SORO  
**Vicedecano:** ING. JORGE ABET  
**Director Departamento Materias Básicas:** ABG. CONRADO GALLARDO (H)  
**Director Departamento Ingeniería Civil:** DR. GONZALO AIASSA MARTÍNEZ  
**Director Departamento Ingeniería Eléctrica:** ING. JORGE ARCURIO  
**Director Departamento Ingeniería Electrónica:** ING. LUIS OLIVERO  
**Director Departamento Ingeniería en Sistemas De Información:** ING. ROBERTO MUÑOZ  
**Director Departamento Ingeniería Industrial:** ING. JORGE ABET  
**Director Departamento Ingeniería Mecánica:** ING. JAVIER SALOMONE  
**Director Departamento Ingeniería Metalúrgica:** ING. DIEGO SUÁREZ  
**Director Departamento Ingeniería Química:** ING. HECTOR MACAÑO  
**Secretario General:** ABG. CONRADO GALLARDO  
**Secretario Académico:** ING. HÉCTOR MACAÑO  
**Secretario De Planeamiento Académico:** ING. SERGIO QUINTEROS  
**Secretario De Ciencia Y Tecnología:** ING. JORGE JAZNI  
**Secretario De Extensión Universitaria:** ING. FEDERICO OLIVO ANEIROS  
**Secretario De Posgrado:** DR. MARCELO MARCISZACK  
**Secretario De Administración Y Planeamiento Físico:** ING. CARLOS PORTA  
**Secretario De Vinculación Institucional Y RSU:** ING. MARCELO BRAVO  
**Secretario De Relaciones Institucionales:** ING. JORGE ARCURIO  
**Secretario De Asuntos Estudiantiles:** SR. JUAN MANUEL SAAVEDRA

## Comité organizador de JEIN 2018

**Coordinadora:** Dra Zulma Cataldi

---

### Consejo asesor del programa:

- Oscar Bruno
- Julio Cabero
- Marta Caligaris
- Claudio Dominighini

### Comité evaluador:

Gonzalo Aiassa	Eduardo Amar	Pedro Arrua
Natalia Andriano	Oscar Bruno	Jorge Buabud
Andrés Burstyn	Marta Caligaris	Marina Cárdenas
Claudia Carreño	Blanca Carrizo	Marta Castelaro
Julio Javier Castillo	Marcelo Cejas	Gaspar Cena
Carina Colasanto	Liliana Cuenca Pletsch	Eduardo Destéfanis
Claudio V. Dominighini	Daniel Eduardo Ferradas	Valerio Frittelli
Fernando L. Gache	Omar Dionisio Gallo	Iris Gastañaga
Juan Francisco Giró	Sebastián Giusti	Mario Alberto Groppo
Rosana Hadad Salomón	Alejandra Jewsbury	Calixto Maldonado
Marcelo Martín Marciszack	Ricardo Medel	Roberto Muñoz
Rodolfo Neira	María Alejandra Paz Menvielle	José Peralta
Marcel Pochulu	María Positieri	Miguel Re
Fabiana Riva	Martha Rosso	Diego Rubio
Álvaro Ruiz de Mendarozqueta	Cecilia Savi	Mónica Scardigli
Carlos Tais	Juan Carlos Vázquez	

### Comité organizador local - FRC:

- Jorge Balut Cabezas
- Martín Casatti
- Andrea Delgado
- Gabriela Falcón
- Fabián Gibellini
- Mario Groppo
- Andrés Kabusch
- Carolina Molina
- Roberto Muñoz
- Sergio Quinteros

### Compaginación y edición

**Recopilación de trabajos:** Dr. Mario Groppo

**Compaginación y edición:** Ing. Martin Casatti

**Revisión y corrección** Ing. Roberto Muñoz

---

## Palabras introductorias

**Dra. Zulma Cataldi**

*Coordinadora del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería  
(TEyEI)*

En esta oportunidad, se debe destacar el gran esfuerzo que ha realizado el Comité Organizador Local, a fin de planear todos los detalles, desde las evaluaciones de los artículos, la difusión del evento y su realización.

A partir de los artículos presentados, y dados los objetivos del Programa de TEyEI, se ha observado que los temas de las investigaciones han cambiado desde una perspectiva más global en torno a las tecnologías y la enseñanza de la ingeniería.

Este evento busca establecer vínculos entre investigadores y grupos de investigación en temas similares, hoy en día pensando en qué ingeniero se quiere formar para la próxima década, mas allá de la educación por competencias, habría que repensar y educar para la creatividad y el talento que permitan poder solucionar problemas en un futuro, para trabajos netamente diferentes a los actuales, mediados por tecnologías y materiales que aún están a prueba o no existen.

Este contexto surge un nuevo rol del profesor universitario que debe reinterpretar cuáles son los procesos que cada acto de enseñanza provoca en sus estudiantes a fin de poder ajustar el proceso y transformarse en comunicador, motivador estratégico con vistas a las necesidades de los estudiantes de la próxima década.

La universidad se visualiza como promotora de cambios en su entorno en relación a la formación en ciudadanía, al ámbito social y productivo, cambiando el eje de las publicaciones académicas por publicaciones para el mejoramiento del empleo y las condiciones de vida.

---

**Ing. Roberto Muñoz**

*Miembro del Comité Local de VI JEIN  
Director de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información*

En representación del Comité Organizador Local de la VI Jornada de Enseñanza de la Ingeniería, deseamos agradecer la designación de la Facultad Regional Córdoba como sede de estas JEIN. Entendemos que esto permitió a los docentes, investigadores, becarios y estudiantes compartir los resultados de sus investigaciones y experiencias en diversas temáticas, siempre con el objetivo de mejorar la formación de nuestros futuros ingenieros y entendiendo la importancia de compartir experiencias con docentes de distintas Facultades de nuestra Universidad.

La sede trabajó con mucha dedicación en la difusión y selección de los docentes investigadores que formaron el comité evaluador, logrando la participación de evaluadores de las Facultades: Rosario, Buenos Aires, Santa Fe, Tucumán, San Francisco, San Nicolás, Villa María, Resistencia y Córdoba.

Además de las presentaciones de los artículos seleccionados por el Comité Evaluador, destacamos las presentaciones de importantes disertantes que nos acompañaron:

- En la Apertura de la Jornada, la Ing. Marta Caligaris presentó el Programa Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería.
- El Sr. Presidente de CONFEDI, Ing. Roberto Giordano Llerena, con el Ing. Daniel Morano, expusieron “Nuevos paradigmas y nuevos desafíos para la formación de ingenieros”.
- En el cierre de las Jornadas, el Sr. Rector de la Universidad Tecnológica Nacional, Ing. Héctor Aiassa, junto al Sr. Secretario de Ciencia, Tecnología y Posgrado de UTN, Dr. Horacio Leone, y la Sra. Directora del Programa de Formación Virtual de Investigadores (ProForVin), Lic. Martha Mena, presentaron “Una estrategia innovadora para la formación metodológica de investigadores y alumnos avanzados en la UTN”.

Esperamos haber logrado un espacio de intercambio enriquecedor y útil, que colabore y motive a la generación de nuevas ideas y la elaboración de proyectos que nos permitan crecer continuamente.

---

## Índice general

1.	Ubicuidad en la educación universitaria y la construcción del conocimiento mediado por redes sociales y las herramientas de la web 2.0 . . . . .	8
2.	Globalización Comercio Internacional y Medio Ambiente . . . . .	14
3.	Avances del proyecto “Innovaciones en la enseñanza y su influencia en el aprendizaje” . . . . .	24
4.	Ánalisis de la usabilidad de los sitios web de universidades: elaboración de un conjunto de buenas prácticas aplicables en su diseño y construcción . . . . .	29
5.	Hacia un aprendizaje aprehendido: Una experiencia con la definición formal de límite usando tecnología . . . . .	34
6.	La ciencia ficción como herramienta didáctica en carreras tecnológicas . . . . .	40
7.	Ánalisis y detección de patrones en un grafo conceptual construido a partir de respuestas escritas en forma textual a preguntas sobre un tema específico . . . . .	46
8.	Alfabetización Científica: Influencia en la Formación de Competencias en Estudiantes de Ingeniería . . . . .	52
9.	La enseñanza de geotecnia y cimentaciones . . . . .	58
10.	Propuesta de modelo de multiclassificación aplicado a la enseñanza Blended learning .	62
11.	Evaluación de prácticas de programación mediante el uso de rúbricas . . . . .	67
12.	Innovación curricular en la ingeniería de cimentaciones . . . . .	73
13.	La ingeniería y su relación con la Física . . . . .	78
14.	Pautas para la Integración del Departamento de Tecnología Educativa en la Universidad	85
15.	Participación de los estudiantes en una comunidad de software libre como criterio de evaluación . . . . .	90
16.	Experiencias en la enseñanza de Blockchain en la Cátedra de Arquitectura de Software	96
17.	El juego como una manera de entrenar la mente . . . . .	101
18.	Definición de un Objeto de Aprendizaje en base al Trabajo Práctico Integrador de 1º Año: El caso de PregUTNados . . . . .	107
19.	Aplicación de Patrones de Negocio para el modelado de procesos de una organización	113
20.	Integración de actividades prácticas de matemática en primer nivel de cursado universitario	119
21.	Herramientas para el trabajo con Requerimientos No Funcionales que afectan la Arquitectura de Software en la Cátedra de Diseño de Sistemas . . . . .	124
22.	El Taller Educativo como Dispositivo de Vinculación de Espacios Académicos . . . . .	130
23.	El análisis de aguas residuales y el tratamiento de efluentes . . . . .	135
24.	Autoevaluación conceptual: una propuesta para afianzar la comprensión de contenidos de Análisis Matemático I . . . . .	140
25.	Avances del proyecto “Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de Ingeniería” . . . . .	146
26.	Implementación de Objetos de Aprendizaje para fortalecer la formación de ingenieros desde la escuela secundaria . . . . .	152
27.	Una Estrategia Didáctica: Uso de Robots Virtuales y Reales para Introducción a la Programación	158
28.	Contenidos digitales con aplicaciones tecnológicas como mediadoras de aprendizajes significativos . . . . .	164
29.	Estrategias de Enseñanza para el Desarrollo de Competencias Específicas de Química, con Incorporación de TIC . . . . .	171
30.	Enseñanza de conceptos de modelización de sistemas discretos con software de simulación con animación en 3D . . . . .	177
31.	Habilidades matemáticas y digitales en actividades de números complejos usando software	183
32.	Una experiencia en formación de recursos humanos en Investigación para la Ingeniería: Automatización de un sistema de medición hidráulico . . . . .	189
33.	Tendencias de las TI/SI en Pymes de la Región Centro . . . . .	195
34.	Programa de Tutorías de Inicio de Carrera: Experiencia del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información . . . . .	201
35.	Aportes para la Enseñanza de Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales . . . . .	207
36.	Ánalisis de las respuestas al Test de Felder . . . . .	212
37.	Metodologías Ágiles aplicadas a la Gestión del Conocimiento como herramienta colaborativa	218
38.	La enseñanza de Hidrología y Obras Hidráulicas . . . . .	224

---

---

39.	Programación Competitiva como herramienta de fomento y estudio de Programación de Computadoras . . . . .	228
40.	Semánticas para las Buenas Prácticas en el Diseño de Datos en Bases de Datos Relacionales	234
41.	Desarrollo de Entornos Accesibles para la Educación Superior en Ingeniería: Aplicación a la carrera Ingeniería en Sistemas de Información . . . . .	239

---

# “UBICUIDAD EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA Y LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO MEDIADO POR REDES SOCIALES Y LAS HERRAMIENTAS DE LA WEB 2.0”

Mario Osvaldo Bressano

Departamento Ingeniería en Sistemas de Información  
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario  
Rosario – Santa Fe - Argentina  
Zeballos 1341 - [contacto@mariobressano.com.ar](mailto:contacto@mariobressano.com.ar)

## Resumen

La tecnología por sí sola, no posee potencialidad propia. En educación, la propuesta educativa que la acompaña es quién se la otorga. Por ello, la intervención de una cátedra universitaria mediante el uso de una red social para lograr minimizar las dificultades en la construcción de conocimiento, mejorar la guía, contención y acompañamiento de los alumnos que se incorporan por primera vez a una carrera universitaria, va en ese sentido.

El uso de Google+, en el formato de Comunidad cerrada y el conjunto de aplicaciones que involucra, permite ejercitarse la participación activa, colaboratividad y la construcción de conocimiento colectivo al acompañar al alumno en su recorrido diario por la cátedra.

La modalidad, le permite en todo tiempo y lugar, el acceso a la asignatura, convirtiéndose en una posibilidad palpable de mejora en la construcción del conocimiento, pudiéndose hablar de una clase ubicua, según palabras de Nicholas Burbules. [Burbules, 2001]

No existe costo de implementación alguno, debiendo el docente acostumbrarse a la modalidad, administrando, creando, acompañando y colaborando a llevar adelante la propuesta.

Los resultados observados, son alentadores, pues permiten indicar una mejora en las calificaciones y la disminución en la

cantidad de alumnos que abandonan el cursado de la asignatura a la cual se aplica.

**Palabras clave:** innovación, educación, ubicuidad

## 1. Introducción

Los entornos ubicuos se han difundido y popularizado en actividades básicas, que van desde las económicas hasta las de entretenimiento, apoyados en el acceso a tecnología celular 4G y smartphones cada vez más capaces y no muy costosos que hacen a la democratización de la tecnología. Es aquí donde debemos cuestionarnos: ¿por qué no se puede acceder a entornos de aprendizaje del mismo modo? La educación cambia con las épocas y con los entornos socio - económicos en los cuales se desarrolla. Lo efímero e inmediatez del conocimiento prima. Muchos docentes reniegan del uso de los equipos celulares en clase, pero debemos comprender que el mismo debe ser tomado como una herramienta potencial, un “enganche pedagógico”, a la cual no le debemos dar la espalda, pues perderemos la oportunidad de llegar a nuestros alumnos de una forma innovadora y democrática.

Uno de los factores más persuasivos es la reducción de la vida media del conocimiento. La “vida media del conocimiento es el lapso de tiempo que transcurre entre el momento en el que el conocimiento es adquirido y el

*momento en el que se vuelve obsoleto". La mitad de lo que es conocido hoy no era conocido hace diez años. La cantidad de conocimiento en el mundo se ha duplicado en los últimos diez años y se duplica cada dieciocho meses de acuerdo con la Sociedad Americana de Entrenamiento y Documentación (ASTD, por sus siglas en inglés).*

Para combatir la reducción en la vida media del conocimiento, las organizaciones han sido obligadas a desarrollar nuevos métodos para llevar a cabo la capacitación del personal". [González, 2004]

Podemos agregar, como colación, algunas tendencias en los aprendizajes indicadas por Siemens:

- El aprendizaje informal es un aspecto significativo de nuestra experiencia de aprendizaje. La educación formal ya no constituye la mayor parte de nuestro aprendizaje. El aprendizaje ocurre ahora en una variedad de formas - a través de comunidades de práctica, redes personales, y a través de la realización de tareas laborales.
- El aprendizaje es un proceso continuo, que dura toda la vida. El aprendizaje y las actividades laborales ya no se encuentran separados. En muchos casos, son lo mismo.
- La tecnología está alterando (recableando) nuestros cerebros. Las herramientas que utilizamos definen y moldean nuestro pensamiento.
- La organización y el individuo son organismos que aprenden. El aumento en el interés por la gestión del conocimiento muestra la necesidad de una teoría que trate de explicar el lazo entre el aprendizaje individual y organizacional.
- Muchos de los procesos manejados previamente por las teorías de aprendizaje (en especial los que se refieren al procesamiento cognitivo de información) pueden ser ahora realizados, o apoyados, por la tecnología.
- Saber cómo y saber qué están siendo complementados con saber dónde (la comprensión de dónde encontrar el conocimiento requerido) [Siemens, 2004]

## 2. Marco Teórico

Variados trabajos coinciden en reconocer la necesidad de realizar propuestas diferenciadoras por parte de los docentes, ya que no se espera que todos aprendan lo mismo, a igual tiempo, e idéntico plazo, debido a que los alumnos poseen diferentes marcos referenciales que hacen que no pueden aprender de la misma forma y con idénticos materiales. Las dificultades en el aprendizaje no son un castigo ni una culpa por la que se debe abonar con el fracaso o la marginación y, por ende, el desinterés y la resistencia. Es necesario que el alumno tenga acceso a descubrir sus posibilidades, reconociendo sus virtudes y debilidades. Además, pareciera que, para los estudiantes existe un desinterés cada vez más acentuado, a medida que pasan los años, por la aprehensión de conocimientos, o entre lo que el profesor enseña y lo que él desea conocer, lo que para ambos es difícil de sobrelyear. Estas causas y otras son puestas en evidencia por el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), por diversos estudios universitarios, y publicaciones periodísticas.

"La escuela debe hacer todo lo posible por mantener la asistencia regular de sus estudiantes a clases. Muchas veces, la decisión de abandonar la escuela nace del aburrimiento que producen las clases, ya que los alumnos sienten que lo que se les enseñan no vale la pena, que no tiene relevancia en su vida", aplicándose este postulado también a la educación superior. [Muñoz, 2011]

Estamos en un período de crisis, el cual, no debe dramatizarse, ya que significa cambio y todo cambio trae aparejado mejoras, una permanente evolución y transformación de las estructuras mentales y sociales. La esencia es el cambio y las acciones que se deben tomar para lograrlo. En tal sentido, las herramientas actuales de las redes sociales y de la Web 2.0 permiten al docente abrir un abanico de posibilidades que pueden ayudar a reducir algunos de los efectos mencionados en los párrafos anteriores, orientando y acompañando en la facilitación e inspiración del aprendizaje, favoreciendo su entorno, para

que surja la creatividad del estudiante, asistiendo la construcción de los fundamentos necesarios para los formatos actuales de trabajo y la aprehensión de saberes en la era digital, dándole la posibilidad de implementar tareas que le demanden un rol más activo, desde actividades que impliquen la necesidad de poner en juego la creatividad en la resolución de situaciones de toma de saberes, impulsando una mayor interacción.

“El aprendizaje cooperativo es una línea de investigación que tiene importantes raíces en el campo de la Pedagogía y de la Psicología, particularmente es un área de intersección entre la Psicología Social y la Psicología Evolutiva. Como principales antecedentes dentro de Pedagogía pueden citarse J.J. Rousseau, F. Ferrer i Guardia, C. Freinet, donde sus ideas no especificaban el término en sentido amplio, pero sí de forma indirecta.

En el campo de la psicología, Piaget, Vygostky y Mead realizaron estudios donde se pudo afirmar que se trata de una técnica que permite mejorar el rendimiento académico de los alumnos y potencias las capacidades intelectuales y sociales, debido al principal papel que tiene la interacción con las otras personas en el desarrollo de la inteligencia académica y la competencia social”. [Maenza, 1998]

El trabajo colaborativo, por otro lado, le permite al individuo que participa, adquirir más conocimiento de lo que asimilaría si lo hiciera solo, privilegiando el trabajo entre pares frente al trabajo en solitario. Por su parte, Guitert y Giménez sostienen que éste, “es un proceso en el que cada individuo aprende más de lo que aprendería por sí solo, fruto de la interacción de los integrantes del equipo” [Guitert, 2000], donde “no cabe duda de que la naturaleza de la práctica educativa es fundamentalmente social, un proceso en el que las personas discurren e interactúan mutuamente como parte de una red de influencias sociales definidas y deliberadas”. [Suárez Guerrero, 2003]

La cultura del siglo XXI exige una nueva forma de trabajo, donde las prácticas educativas involucran el uso de lo digital pero que también lo excede, ya que involucra fundamentalmente al significado profundo de la cultura contemporánea y de las condiciones

en las que se produce, para comprender nuestro lugar en el mundo. En realidad, se trata de preguntarse por un discurso en el que cobren sentido las prácticas educativas que exige la cultura contemporánea, ya sea por medio de fines socioafectivos, de manera que los alumnos se ayuden entre sí para lograr una meta (aprendizaje cooperativo) o mediante el desarrollo de habilidades personales y sociales, por medio del aporte de los integrantes del grupo (aprendizaje colaborativo)

Somos nosotros, los docentes, aquellos que debemos lograr salir de la inercia de la vieja escuela, de los relatos desactualizados, a fin de poder entrelazarnos con las nuevas generaciones de alumnos, generando espacios áulicos propicios para la creatividad, para la curiosidad, para la pregunta, para aprender con pasión, variables estrechamente vinculadas con la construcción del conocimiento, con que los alumnos encuentren el sentido y la significación de aprender.

Gewerc y Agra Pardiñas refieren también, que la estructuración de la actividad docente e investigadora puede abordarse en el siguiente eje: “La situación de enseñar/aprender como una forma de arte colaborativa. Y sobre esta idea el profesor se convierte también en artista e investigador” [Gewerc – Agra Pardiñas, 2008]. Este arte colaborativo, implica no solamente una colaboración docente - estudiante, sino también, docente - docente, como lo dice Gudmundsdottir, S.: “Se aprende ante todo observando, conversando y trabajando con los colegas. La tradición provee los modelos narrativos, en los que es posible apoyarse para comprender y construir el presente; y se mantiene por el sentido de práctica acumulativa que es también compartida por los otros.” [Gudmundsdottir, 1998]; de esta manera, utilizando las distintas herramientas tecnológicas que poseemos, adaptándonos a nuestros relatos, de manera que atraigan al nuevo “público”, logaremos el tan mentado cambio que atravesará nuestra práctica, provocando como resultado, una mejora en la calidad de la educación con la consabida mejora en la adquisición de conocimiento de nuestros educandos.

Como agrega Jackson: “(...) todo se relaciona con lo que queremos que los estudiantes sean como seres humanos, es decir,

con los atributos que esperamos que posean cuando terminan de estudiar, por encima y más allá de lo que podamos querer que sepan. Esos atributos incluirían los valores que queremos que sustenten, los rasgos de personalidad que deseamos que posean, la visión del mundo y de ellos mismos que pretendemos que cultiven..." [Jackson, 1998]

Este proyecto, intenta tomar las propuestas de aprendizaje cooperativo y del colaborativo para ser implementadas con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación considerando anteriores trabajos en la temática.

Lo diferencial de esta propuesta consiste en su aplicación en asignaturas del nivel superior que antes empleaba otra metodología con otros recursos didácticos que permiten validar nuevas propuestas para el aprendizaje, en donde las nuevas tecnologías benefician el desarrollo de las capacidades, por medio del trabajo colaborativo, generando una fuerte relación de interdependencia entre los miembros del grupo, provocando motivación y deseo de alcanzar el objetivo propuesto, estableciendo relaciones simétricas y recíprocas, imponiendo la responsabilidad individual compartida como condición necesaria para el logro del objetivo, logrando heterogeneidad en relación a las características de las personas que conforman el grupo, permitiendo asignar tareas a cada uno de los miembros en función de sus conocimientos, habilidades y posibilidades, accediendo al manejo de habilidades comunicacionales, para citar algunas características positivas importantes.

### 3. Objetivos y Metodología

Los objetivos de la propuesta son:

- Lograr la participación activa de los alumnos en la construcción del conocimiento necesario para comprender la asignatura, atenuar la deserción en la misma y finalmente lograr su aprobación a través de una propuesta mediada por TIC
- Promover las bondades del trabajo colaborativo mediado por TIC en los alumnos para valorar su utilización en la vida

laboral y profesional.

Por su parte, los objetivos específicos que permiten llevar a cabo a los anteriores son:

- Privilegiar el trabajo entre pares frente al trabajo en solitario mediante el diseño de estrategias de trabajo colaborativo, afines a las necesidades del alumnado.
- Lograr como premisa fundacional el desarrollo de la construcción de conocimiento y las habilidades comunicacionales, tan necesarias en el mundo actual.
- Analizar la incidencia en los resultados obtenidos al intervenir una cátedra universitaria usando como apoyatura una red social Google+ y las utilidades de Google basadas en la Web 2.0 para el desarrollo de esta.
- Evaluar las secuencias diseñadas y generar un repositorio digital, para socializar las mismas con los docentes de la carrera.

Desde el punto de vista metodológico, la experiencia consiste en el uso de la red social Google+ y las facilidades de las aplicaciones de Web 2.0 que posee incluida para la interacción entre los actores involucrados.

El empleo de estas herramientas TIC proporciona una apoyatura mediática – didáctica para el desarrollo de la cátedra nunca antes usado y está sentando las bases de un nuevo esquema formal de trabajo dentro del Instituto educativo en el cual trabaja.

El proyecto se garantiza en cuanto a implementación, puesto que los alumnos cada vez más están empleando dispositivos móviles de última generación, con lo cual se asegura que puedan estar conectados a Internet, a cada momento y en cada lugar. Así podremos hablar de una clase ubicua, según palabras de Nicholas Burbules. [Burbules, 2001]

Se trabaja con Google+ en la modalidad Comunidad privada, una por curso. En este espacio de red social, se establece la bitácora de la clase, donde, los alumnos, divididos en cursos, acceden al material dado como documento de texto de Drive y otros formatos, contando con contenidos teórico-prácticos de seguimiento autónomo.

El uso de Drive centraliza la elaboración y almacenado de archivos para la comunidad contando con complementos como Draw.IO y Lucida Chart para las gráficas. Gmail y el Calendario concentran la comunicación personal y la publicación de eventos o fechas importantes.

El docente, por su parte, induce a los participantes a la construcción de conocimiento mediante la exploración, discusión, negociación y debate, facilitado por este entorno, permitiendo a que los estudiantes refuerzen sus habilidades en la investigación y construcción de su propio aprendizaje.

El alumno, se apropiá, de esta manera, de un ámbito donde explayar los temas trabajados en clase, pues se podrán incorporar accesos a nueva información explicativa, sumando la posibilidad de realizar foros de consulta, comentarios o “subida” de archivos con información, en forma bidireccional (profesor – alumno), entrega de actividades, correos electrónicos, conversaciones – hangouts-, haciendo mucho más rica la interacción, lo que beneficia la construcción de un conocimiento colectivo y democrático.

De esta forma se implementan tareas que le demandan un rol más activo, desde actividades que implican la necesidad de poner en juego la creatividad en la resolución de situaciones de aprendizaje, impulsando una mayor interacción reuniendo en un solo espacio la oferta de seguimiento, guía, confención y construcción de conocimiento que demandan los alumnos.

La posibilidad de seguimiento de los temas trabajados para los alumnos que no pueden concurrir a clase, teniendo el material dictado, comentarios y otros a disponibilidad con la utilización de otras apps para el trabajo diario, hace que esta implementación, dirigida a un materia de un instituto secundario, permite por un lado mejorar la práctica docente y por el otro, trabajar, facilitando e inspirando el aprendizaje y la creatividad del estudiante, promoviendo el desarrollo de competencias modelándolo para el trabajo y la aprehensión de conocimiento en la era digital.

## 4. Resultados

Esta propuesta se está desarrollando en la

actualidad, con resultados alentadores que permiten visualizar que la misma es factible y aceptada por los actores participantes.

Pudiéndose verificar, además:

- Viabilidad del diseño de estrategias de trabajo colaborativo y/o cooperativas afines a las necesidades del alumnado donde se privilegie el trabajo entre pares frente al trabajo en solitario.
  - Mejora en las calificaciones parciales, logrando un aumento en la cantidad de alumnos promocionados.
  - Disminución porcentual de alumnos que abandonan la cátedra
- Quedando por considerar:
- Factibilidad de la proposición para el desarrollo de la construcción de conocimiento y las habilidades comunicacionales.
  - Evaluación de las secuencias diseñadas y generar un repositorio digital, para socializar las mismas con los docentes de la carrera.

## 5. Conclusiones

Al llegar a esta instancia, muchos incurren en comparar qué está bien y qué está mal, siendo este un gran error, debido a que evaluar va más allá: “es buscar lo que se está haciendo bien para mejorar y descubrir lo que se está haciendo mal para corregir”. La evaluación debe ser un instrumento utilizado para detectar necesidades, identificar problemas, conocer y analizar el estado de una situación, es un proceso de mejora continua que ayuda a incrementar la calidad de otros procesos a través del uso correcto de herramientas para la obtención, procesamiento y entrega de información relevante para la correcta toma de decisiones, es poder conocer las fortalezas o debilidades de un proceso implica adoptar un sistema o modelo que ayude a realizar de manera adecuada una evaluación.

La evaluación es pues, utilizada para mejorar procesos, por tanto, en el sistema educativo la evaluación deberá estar enfocada en la transformación de metodologías utilizadas en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje, puesto que una evaluación aplicada al estudiante no solo puede definir si

aprueba o no el estudiante, sino que también nos da la pauta para establecer un juicio sobre la práctica docente y el procedimiento de enseñanza, ya que estos tal vez no son los adecuados. Podemos así observar que hay una mejora sustancial en entender las ventajas del trabajo en grupo y la importancia de cada individuo en una organización básica como lo es un grupo de trabajo, preparándolo para el futuro laboral.

Puedo destacar que esta intervención está innovando la forma de trabajo en una asignatura universitaria, permitiendo por un lado obtener datos fehacientes, que considero, permite mejorar la práctica docente, tomando nuevas decisiones didácticas respecto de los objetivos, los contenidos, las actividades, los materiales, la forma de distribuir el tiempo, de utilizar el espacio y de regular las interacciones entre los miembros de la clase y por el otro trabajó la necesidad de facilitar e inspirar el aprendizaje y la creatividad del estudiante, desarrollando las capacidades y competencias para el trabajo y el aprendizaje en la era digital, dándole la posibilidad de implementar tareas que le demanden un rol más activo, desde actividades que impliquen la necesidad de poner en juego la creatividad en la resolución de situaciones de aprendizaje, impulsando una mayor interacción, promoviendo las bondades del trabajo colaborativo y/o cooperativo mediado por TIC en los alumnos para valorar su utilización en su futuro como ser social/laboral y de estudio.

De aquí en más se podrá seguir evaluando la propuesta, retroalimentándola a fin de extenderá a la totalidad de las comisiones de la cátedra socializándose la misma al resto de la universidad con el fin de que se aproveche como herramienta para lograr el objetivo para el que se ha propuesto.

## 6. Referencias

- Burbules, Nicholas y Callister, Thomas (2001). “Educación: Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información” Barcelona. Granica.  
Gewerc, A.y Agra Pardiñas, M. J.(2008) Digitalemocion.com. “Un espacio para dialogar con las emociones donde otra alfabetización es posible”. En J. Cabero

Almenara y P. Román Graván (Coords.), “*E-actividades. Un referente básico para la formación en Internet*”. Sevilla, España: Editorial MAD

Gonzalez, C. (2004) “*The Role of Blended Learning in the World of Technology*”. Recuperado de: <http://www.unt.edu/benchmarks/archives/2004/september04/eis.htm>

Gudmundsdottir, S. (1998) “*La naturaleza narrativa del saber pedagógico sobre los contenidos*”. En H. McEwan, Hunter y K. Egan, “*La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación*”. Buenos Aires, Argentina: Amorrtortu Eds.

Guitert, Montse Jiménez, Ferran. (2000) “*La dimensión social del aprendizaje colaborativo*” Recuperado de: <http://especializacion.una.edu.ve/Telematicaeducativa/paginas/Lecturas/UnidadIII/TCEV.pdf>

Jackson, P. (1998). “*Sobre el lugar de la narrativa en la enseñanza*”. En H. McEwan y K. Egan, “*La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación*”. Buenos Aires, Argentina: Amorrtortu Eds,

Maenza, Rosa R. (1998) “*Redes telemáticas como recurso para el trabajo cooperativo: Una propuesta para la Universidad Tecnológica Nacional de la República Argentina*”. Tesis presentada para optar al título de Master en tecnología de la educación. Universidad de Salamanca

Muñoz, Rosa Rosario (2011) “*Deserción escolar en la argentina*”. Diputada Provincial Parlamento Patagónico Chubut-Argentina, p. 4  
Suárez Guerrero, Cristóbal (2003) “*La interacción cooperativa: condición social de aprendizaje*”. Recuperado de: <http://roderic.uv.es/handle/10550/44365>

Siemens, George.(2004) “*Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*”. Recuperado de: [http://www.comenius.cl/recursos/virtual/minsal\\_v2/Modulo\\_1/Recursos/Lectura/conectivismo\\_Siemens.pdf](http://www.comenius.cl/recursos/virtual/minsal_v2/Modulo_1/Recursos/Lectura/conectivismo_Siemens.pdf)

## VI JORNADA DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA- JEIN

### Globalización, Comercio Internacional y Medio Ambiente

**Specchia, Nelsón**, Universidad Tecnológica de Córdoba, [nelson.specchia@gmail.com](mailto:nelson.specchia@gmail.com)

**Lanza Castelli, Silvia**, Universidad Tecnológica de Córdoba, [silcastel@gmail.com](mailto:silcastel@gmail.com)

**Funes, Valeria**, Universidad Tecnológica de Córdoba, [valerianafunes1@gmail.com](mailto:valerianafunes1@gmail.com)

**Carrizo, Blanca**, Universidad Tecnológica de Córdoba, [brcarrizo@yahoo.com.ar](mailto:brcarrizo@yahoo.com.ar)

**Caminos, Constanza**, Universidad Tecnológica de Córdoba, [ccty\\_caminos@hotmail.com](mailto:ccty_caminos@hotmail.com)

### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Facultad, Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina

#### Resumen

*En el marco de un escenario internacional globalizado se procura investigar acerca de la interdependencia de los distintos factores que hoy tensionan a la arquitectura regulatoria en los campos económicos y comerciales en los altos niveles de gobernanza internacional (instituciones de Bretton Woods en particular: FMI/ exGATT- OMC). Se procura analizar cómo las regiones del mundo y en particular, América del Sur, trabajan en distintos procesos de integración que le otorga la capacidad a los Estados miembros de negociar en bloque para lograr un mejor posicionamiento internacional. Esto debe contextualizarse en el marco de una gran preocupación por la sustentabilidad del planeta y las reformas necesarias que hoy se negocian en la agenda internacional en general y en el comercio internacional en particular. Hoy el MERCOSUR trabaja para lograr una normativa vinculante a todos los países miembros, que los comprometa en lograr mecanismos de Producción y Consumo Sustentable. En este sentido, analizar acerca de los objetivos internacionales, regionales y nacionales sobre la incidencia que las nuevas normativas y compromisos que Argentina ha adquirido, como por ejemplo los de la COP 21, son fundamentales para generar el know*

*how necesario para asesorar al ámbito público y privado de la temática.*

#### Palabras clave:

Comercio Internacional, Medio Ambiente, Producción y Consumo Sustentable

#### 1. Identificación

Código del PID : **MSUTICO0005327TC**

Tema prioritario del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería en que se inserta:

La educación para el desarrollo sustentable (EDS) y la responsabilidad social universitaria (RSU)

Fechas de inicio:**01/01/2019**

Fecha de finalización: **31/12/2021**

#### 2. Introducción

La recopilación de los estudios y experiencias realizadas por otros autores acerca del tema seleccionado demostró que se encuentra una amplia literatura actual. Por tal motivo, a continuación se hace una primera exposición del tratamiento del tema a escala internacional, prestando especial atención a los paradigmas y acciones de la Organización Mundial del Comercio (OMC)

sobre regulaciones y políticas concretas del medio ambiente a escala global, y en un segundo momento se analizan las investigaciones que estudian la temática en cuestión específicamente en el Mercado Común del Sur (MERCOSUR), Argentina y la Provincia de Córdoba.

En primer lugar, el texto de Burnete y Chomta (2015 - 2016) es central para el análisis del tratamiento del comercio internacional con el medio ambiente porque desde una perspectiva histórica que comienza con la primera revolución industrial, mide el perjuicio ocasionado hasta la actualidad y va un poco más allá, llegando a contemplar objetivos trazados para el 2020 a escala global. No obstante, es necesario complementar este análisis con otros análisis que investiguen acerca de prácticas concretas.

En ese sentido, el texto de Jean-Frédéric Morin and Myriam Rochette (2017) analiza las cláusulas existentes en los Acuerdos de Comercio Preferencial establecidos por los Estados Unidos y la Unión Europea. Este artículo científico ha sido de gran utilidad porque presenta los puntos que actualmente son considerados centrales en las políticas de comercio exterior de estos países orientadas al medio ambiente. Por tal motivo, y analizando las diferencias que existen en esta materia por todos los países que actualmente componen a la comunidad internacional de estados.

Se encontró que es fundamental trabajar con lo que la Organización Mundial del Comercio (OMC) establece.

Considerando entonces que, la OMC es la Organización Internacional por excelencia que regula las normas que rigen en el comercio entre países. Se analiza los aportes académicos desarrollados por este Organismo y se estudia acerca de las regulaciones de políticas de protección y preservación del medio ambiente que se han llevado a cabo entre 1995 - 2017.

El Comité de Comercio y Medio Ambiente (CCMA) nace en el año 1994 por decisión ministerial y luego con la creación de la OMC comienza a trabajar dentro de su marco institucional. Es creado especialmente para estudiar los problemas

que surgen cuando las políticas en materia de medio ambiente tienen efectos importantes en el comercio, el mismo se denomina y actualmente trabaja en cuestiones relativas al medio ambiente y al desarrollo sostenible.

Entre los documentos principales se han encontrado los diferentes informes anuales que versan sobre los temas de (a) desarrollo sostenible, (b) exigencias ambientales y acceso a los mercados, (c) etiquetado y (d) exámenes medioambientales.

Es importante destacar que una de las limitaciones que se encuentra sobre la OMC, es que la misma no tiene competencias en las cuestiones ambientales y sólo estudia los problemas que surgen cuando las mismas afectan al comercio en busca de soluciones. No obstante, La Secretaría tiene "(...) una versión actualizada de la matriz [y] de las medidas relacionadas con el comercio, adoptadas en el marco de determinados acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente " (2017). Tal actualización se hace teniendo en cuenta la realidad internacional y las medidas domésticas que los estados miembros informan.

Por último se relevan los documentos internacionales que desarrolla el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en los cuales se vislumbra que posee una extensa bibliografía que investiga acerca del camino hacia una economía verde.

Habiendo presentado el tratamiento del tema a escala internacional, se procede a estudiar a exponer acerca del comercio verde sustentable en el MERCOSUR, Argentina y la Provincia de Córdoba, durante los años 1992- 2017.

En una primera aproximación, se encontró como limitación que la bibliografía actualizada (2012 - 2018) es escasa.

Sobre el tratamiento del comercio verde sustentable a escala regional Sebastián Gillet hace un " (...) relevamiento crítico de las políticas medioambientales del MERCOSUR específicamente la gestión en materia de Producción y Consumo Sustentable (PyCS) y una propuesta para el desarrollo de un instrumento aún no

explorado por el bloque: un sistema de ecoetiquetado de alcance regional" (2014: 5).

Por otra parte, Amalia Stuhldreher justifica el recorte temporal aquí establecido partiendo del esfuerzo temprano que los países del Cono Sur hacen con la Declaración de Canelo en 1992 previa a la "Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el desarrollo" para tener un documento que plasme un interés común por parte de la región. En cuanto al análisis del tratamiento de esta temática en el MERCOSUR, en 1995 se lleva a cabo la Declaración de Taranco que reúne a los Ministros de Medio Ambiente del Mercosur (2012: 195).

Los aportes de Mata Díz son fundamentales para analizar los avances normativos de la cuestión medio ambiental del Mercosur ya que analiza los instrumentos y órganos creados para tal fin y las consecuencias de los impactos medioambientales sobre las políticas nacionales de los países de la región (2015-2016: 75).

Para el análisis de las políticas públicas y las prácticas concretas de Argentina en la materia, se encuentra que "(...) el país carece aún de una política integral" (Aponte Tinao, Godio & Strada;2012: 45). En el estado actual de la situación, estos autores analizan la posibilidad de una producción sostenible "green industry", concluyendo que una política dirigida a tal fin ayuda a mejorar la competitividad de las PYMEs argentinas. Por su parte la CEPAL realiza un informe en el año 2014 titulado "Innovación sustentable: espacios para mejorar la competitividad de las pymes argentinas" donde analiza los distintos sectores de la economía y las estrategias que deben ser tomadas para enfrentar los desafíos futuros. En el caso de Córdoba, se encuentra que hay dos aristas para el análisis del tema en cuestión: (a) el tratamiento en la esfera privada; y (b) los marcos regulatorios y de control por parte del ámbito público. En cuanto al primer tema planteado, se puede decir que existe una mayor concientización sobre la interacción entre comercio y ambiente en los últimos años a partir de la promoción de una agenda común del sector privado en aras de fortalecer la

responsabilidad social empresaria. En esta línea Amatto, Buraschi & Peretti destacan que si bien el tratamiento del tema ha tenido un gran auge en los últimos años, no se ha plasmado el compromiso en prácticas concretas, tanto en su cantidad como calidad (2015: 103). En segundo lugar, Romero destaca que el desarrollo sustentable es un gran desafío porque implica "esfuerzos de coordinación de distintos actores de la sociedad" (2017:1). En el caso del gobierno provincial se encuentra que todavía queda un largo camino por recorrer en cuanto a los avances legislativos y de control.

Para concluir, se considera que existe un tratamiento sobre el tema comercio y medio ambiente a escala internacional, extensamente desarrollado y que cuenta con un histórico avance sobre dicha cuestión que comienza con artículos, organización y áreas específicas de trabajo en diferentes Organismos Internacionales. A pesar de ello, no se haya una relación directa entre los avances que se han llevado a cabo en la gobernanza global con las políticas públicas y prácticas concretas del Mercosur, Argentina y la Provincia de Córdoba. No obstante dados los objetivos de la agenda internacional, es importante generar investigaciones que analicen la interacción entre comercio y medio ambiente para poder contribuir al acervo bibliográfico y a una futura toma de decisiones sobre esta temática desde el Mercosur, Argentina y la Provincia de Córdoba.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

#### Objetivos

1. Analizar, describir y evaluar la relación entre el tratamiento de las regulaciones medioambientales basadas en la Producción y el Consumo Sustentable con las prácticas concretas llevadas a cabo en el comercio internacional desde 1995 al 2017.
2. Establecer la evolución de las regulaciones sobre el medioambiente y en particular sobre la Producción y Consumo Sustentable en el MERCOSUR, Argentina y la Provincia de Córdoba desde 1992 - 2017.

## Objetivos Específicos

- a. Producir informes sobre las regulaciones internacionales que se han generado desde 1995 al 2017 que garantizan la preservación del medio ambiente;
- b. Describir las regulaciones existentes sobre los mecanismos de Producción y Consumo Sustentable que se llevan a cabo en el comercio internacional desde 1995 al 2017;
- c. Evaluar el grado de avance de las regulaciones medioambientales que se llevan a cabo en el MERCOSUR con las que actualmente rigen en el comercio internacional.
- d. Comparar los avances normativos en materia medioambiental y en particular sobre la Producción y Consumo Sustentable llevadas a cabo por los países que hoy son miembros del MERCOSUR: Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.
- e. Investigar acerca de los efectos positivos y negativos para el ámbito privado puede tener trabajar sobre la base de la Producción y Consumo Sustentable.
- f. Tabular las empresas nacionales que hoy en día cuentan con certificaciones eco amigables.
- g. Analizar los procesos de innovación llevados a cabo por las PyME de Córdoba para generar una Producción Sustentable.

Este proyecto de Investigación titulado "Globalización, Comercio Internacional y Medio Ambiente" tiene como finalidad presentar un análisis integral sobre el tratamiento de los temas medioambientales trabajados de manera específica en la disciplina del comercio internacional. De manera general se analizará la evolución de la agenda ecológica a nivel internacional y en un segundo momento, se analiza su tratamiento en el MERCOSUR, con el objeto de analizar (a) cómo se llegó a la situación actual, y (b) los límites y las posibilidades futuras para generar políticas concretas en la Producción y el Consumo Sustentable.

Habiendo encontrado que en la actualidad existe un gran vacío legal que debe en un futuro próximo comenzar a regularse, se considera como una necesidad principal

analizar no sólo lo que repercute en el área regional (MERCOSUR) sino también los marcos regulatorios de los países que integran el bloque (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay). Por último debe prestarse especial atención al marco normativo existente en Argentina y Córdoba en particular, como así también a las prácticas privadas de las empresas nacionales y provinciales.

Se considera fundamental el desarrollo de este proyecto, dado que Argentina se ha comprometido a contribuir con los objetivos de la COP 21. Lo que no sólo implica un cambio de políticas públicas orientadas a tal fin, sino también la creación de una legislación que en el largo plazo afectará a la matriz productiva e industrial del país.

En vistas a ello, se procura hacer un relevamiento de las empresas nacionales para saber cuál es el porcentaje actual que ha desarrollado prácticas eco amigables y cuales tienen por delante invertir en la innovación de sistemas de producción que logren las nuevas metas a las cuales el gobierno apunta a cumplir para el 2030.

En cuanto a los avances logrados en el tema y el estado actual del conocimiento, a continuación se detalla lo alcanzado en el tratamiento del comercio verde sustentable en el escenario internacional y en el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) en particular durante los años 1992- 2017.

En 1992 se lleva a cabo la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, donde se acuerdan los 27 principios que tienen como objeto "(...) la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas" [9]. Es a partir de la misma que las distintas regiones empiezan a trabajar en acuerdos marco sobre el tratamiento del comercio verde .

En el caso de América del Sur, los países se nuclean en torno a dos procesos de integración: (a) Comunidad Andina de Naciones (CAN) y el MERCOSUR. En el presente trabajo solo se hace alusión al segundo, el cual se constituye en 1991 mediante la firma y posterior ratificación del

Tratado de Asunción por parte de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

Si bien, el mismo "desde su creación tuvo como objetivo principal propiciar un espacio común que generará oportunidades comerciales y de inversiones a través de la integración competitiva de las economías nacionales al mercado internacional" (MERCOSUR). En el instrumento jurídico que le da origen, no se encuentra un tratamiento prioritario de la cuestión ambiental, sólo en el preámbulo se hace alusión a que los objetivos de la Organización deben lograrse mediante "el eficaz aprovechamiento de los recursos disponibles, la preservación del medio ambiente, el mejoramiento de las interconexiones físicas, la coordinación de las políticas macroeconómicas y la complementación de los diferentes sectores de la economía, con base en los principios de gradualidad, flexibilidad y equilibrio" [5]. En el caso de Argentina, en el año 2015 se lleva a cabo la "Conferencia de Naciones Unidas Sobre Cambio Climático" (COP 21), donde este país se compromete a disminuir la cantidad de gases que producen el efecto invernadero pero, manteniendo un crecimiento económico sostenido. En vistas a este objetivo, es necesario investigar acerca de los cambios que deberán hacerse en la matriz productiva nacional y de las empresas locales para lograr mecanismos de Producción y Consumo Sustentable.

### **Los avances internacionales en el comercio verde**

En este apartado se propone presentar los antecedentes sobre el tratamiento del comercio verde sustentable a escala global y algunas precisiones terminológicas para en un segundo momento focalizarse en el desarrollo de esta problemática en el ámbito regional, nacional y provincial desde 1992 a la actualidad.

En primer lugar, la Cumbre de la Tierra celebrada en Rio de Janeiro en 1992 representa el acuerdo marco en el cual se proclaman los veintisiete principios que procuran proteger la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial que rigen

hasta la actualidad. En el marco de la misma se desarrolla el Programa 21, más conocido como Agenda 21 que tiene como fin lograr la sostenibilidad medioambiental, la justicia social y el equilibrio económico mediante un plan de acción exhaustivo que busca ser adoptado a nivel universal, nacional y local por la Organización de Naciones Unidas, los gobiernos nacionales y las administraciones locales [9].

En este marco se generaron acuerdos que (a) dan un tratamiento integral a los temas ambientales mundiales; (b) se comienza a analizar crítica y reflexivamente sobre la sustentabilidad a escala global, (c) se elaboran estrategias con el fin de detener y revertir la pérdida de recursos y la degradación ambiental, por último (d) se promueve el desarrollo sustentable respecto del medio ambiente.

Según Guimarães y Bárcena [1], la realidad es que para mediados de la década de los años noventa, la discusión sobre estos temas y la conciencia mundial sobre la interdependencia entre los países respecto a problemas ambientales, registró inicialmente tímidos avances en las políticas concretas de los organismos internacionales.

Hacia fines de la década mencionada, y con vistas al inicio del nuevo siglo comienza a vislumbrar una leve evolución sobre las temáticas ambientales en los países desarrollados. La sensibilización creciente de las sociedades avanzadas acerca de los problemas asociados al desequilibrio ecológico, provoca un cambio de agenda y de dirección en torno a la intensidad de los esfuerzos para disminuir los daños ambientales en las economías y se fortalece la percepción del medio ambiente como acervo productivo.

En este proceso evolutivo, los países desarrollados toman mayor conciencia y generan estrategias, políticas e instrumentos ambientales para concertar sobre mecanismos e instrumentos voluntarios que tiendan a introducir y/o modificar las conductas de la sociedad a favor de la protección y conservación de los recursos y la calidad del medio ambiente. El objeto es desarrollar nuevas herramientas en el diseño de estrategias dirigidas a generar un cambio

de patrones en la producción y el consumo que contemplen la sustentabilidad y la economía verde.

### Precisiones terminológicas y prácticas específicas de la economía verde y el comercio verde internacional.

La economía verde es un modelo de producción integral e incluyente que considera variables ambientales y sociales, porque tiene como objetivo producir bajas emisiones de carbono, utilizar los recursos de forma eficiente y procura ser socialmente incluyente. Según Melina Campos [6], una economía verde, no sólo es acertada para economías más desarrolladas, sino que también puede ser un indicador del crecimiento y de erradicación de la pobreza en países en desarrollo "La transición a una economía verde será muy diferente en cada nación, ya que depende de la configuración específica del capital natural y humano de los países y de su grado relativo de desarrollo." Es importante destacar que tal como lo afirma el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)[7], el concepto de economía verde no sustituye al de desarrollo sostenible, sino que es una ruta a tomar para alcanzarlo. El camino, no es igual para todos los países, sino que depende de la situación y perspectivas específicas de cada uno, por lo que no sería correcto establecer instrumentos o programas globales. Por otro lado, los mercados verdes refieren a aquellos mercados de productos y servicios ambientalmente amigables y de aquellos derivados del aprovechamiento sostenible del medio ambiente.

En cuanto al comercio verde, al mismo lo constituyen un grupo de actuales y potenciales compradores de un bien o servicio, que responden a una preferencia o necesidad, en la cual se involucran aspectos ambientales que impulsan el crecimiento de este sector económico. En el mismo se tienen en cuenta la reutilización o eliminación de residuos, manifiesta una actitud positiva y activa hacia el reciclaje o hacia la compra de productos menos contaminantes.

VI JORNADA DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA- JEIN  
4 y 5 de Octubre de 2018- UTN FRC

En la práctica la regulación por parte de los estados se lleva a cabo mediante distintos instrumentos, normas y procedimientos. El que ha sido ampliamente implementado es el de las certificaciones de gestión ambiental en la producción, y comercio de determinados bienes y servicios.

Un ejemplo es el del etiquetado ecológico, el cual es un procedimiento voluntario por el que un organismo independiente acredita públicamente, con la concesión de una etiqueta (ecoetiqueta), que el producto cumple con un conjunto de criterios que hacen que su impacto medioambiental sea menor a lo normal en su categoría de producto.

Mera y Palacios [7], ponen como ejemplo el caso de la Flor Europea que representa la eco etiqueta de la Unión Europea. "Esta ecoetiqueta fue creada en 1992 con la aprobación del Reglamento 880/92, posteriormente modificado por el Reglamento 1980/2000. La coordinación de la Flor depende de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea, quien delega su administración a los distintos órganos competentes de cada Estado miembro. Es importante destacar que a pesar de que la Unión Europea cuenta con este mecanismo. Cada país puede generar su propio programa, y es por ello que coexisten varias etiquetas ecológicas, las cuales dependen de las industrias y las estrategias empresariales. No obstante a ello, se encuentra una visión holística e integral en la aplicación de la gestión ambiental.

### El tratamiento del Comercio Verde en el MERCOSUR

Dado que se desarrolló con anterioridad, al conformarse el MERCOSUR el proceso preparatorio a la Cumbre de Río estaba en pleno desarrollo, por tal motivo es que la cuestión ambiental no fue prioritaria en la definición de la agenda política del bloque en 1991 y el tratamiento del tema sólo se basó en la reducción de las barreras del bloque. Durante la década de los años noventa se sucedieron distintas resoluciones que trabajaron sobre cuestiones medioambientales. Ahora bien, no va ser

hasta el año 2001 que en Asunción, se crea el Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del Mercosur, que según Mata Díz "representa un avance singular en favor de una reglamentación común sobre el medio ambiente en la región. Este acuerdo ya se encuentra debidamente incorporado por Argentina (Ley N° 25841 del 26/11/03), Brasil (Decreto N°5208 del 20/09/04), Paraguay (Ley N° 2068/03 del 28/01/03) y Uruguay (Ley N° 17712 del 19/12/2003)" [5].

Es importante resaltar que tal como se mencionó en el primer apartado, la capacidad de los estados para afianzar una economía verde está supeditada a su condición de país en vías de desarrollo. En este sentido se cita nuevamente a Mata Díz [5] que explica que los objetivos de las políticas públicas y las normativas del bloque, como de cada uno de los países que integran el MERCOSUR está supeditado a:

a) La promoción de la protección del medio ambiente y del aprovechamiento más eficaz de los recursos disponibles mediante la coordinación de políticas sectoriales, sobre la base de los principios de gradualidad, flexibilidad y equilibrio.

b) La incorporación del componente ambiental en las políticas sectoriales e inclusión de las consideraciones ambientales en la toma de decisiones que se adopten en el ámbito del Mercosur para el fortalecimiento de la integración.

c) La promoción del desarrollo sustentable por medio del apoyo recíproco entre los sectores ambientales y económicos, evitando la adopción de medidas que restrinjan o distorsionen, de manera arbitraria o injustificada, la libre circulación de bienes y servicios en el ámbito del Mercosur.

"Tras este incipiente comienzo, el bloque empieza a incorporar políticas medioambientales relacionadas con la promoción del desarrollo sustentable y específicamente trabaja en el área de Producción y Consumo Sostenible (PyCS). Como lo define Sebastina Gillet [4], este término refiere al " (...) uso de servicios y productos que responden a las necesidades básicas, mejoran la calidad de vida y, a la vez, minimizan el uso de recursos naturales

y materiales tóxicos así como las emisiones de desechos y contaminantes durante el ciclo de vida del servicio o producto; para así no poner en peligro las necesidades de las generaciones venideras." En cuanto al consumo sostenible, se puede decir que el mismo procura satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, mientras el daño ambiental y los riesgos para la salud humana disminuyen. Para lograrlo, deben integrarse una serie de componentes, entre los que se destacan: satisfacción de necesidades; mejora de la calidad de vida; eficiencia en el uso de los recursos; incremento de la participación de las energías renovables; reducción de desperdicios; adopción de una perspectiva de ciclo de vida; y consideración de la equidad [4].

En cuanto a la producción sustentable, la misma responde a la necesidad de reducir los impactos, por medio de la aplicación de mejoras en los procesos productivos y en el diseño de los productos. Pretende optimizar el desempeño ambiental de sectores clave de la economía, ofreciendo los mismos bienes y servicios, o incluso más y mejores [4].

Para lograr dichos objetivos el bloque debe guiarse por el artículo 6 del Acuerdo Marco que establece la imbricación entre procesos productivos y medioambiente hasta la adopción de mecanismos que promuevan la innovación y el diseño ecológico, la educación eco-ambiental y la cooperación e intercambio de experiencias entre los Estados [5].

Cabe destacar que el mayor desafío actual en el marco de la Producción y el Consumo Sustentable, se encuentra en lograr un sistema de eco-etiquetado regional. Para lograr dicho objetivo, los países miembros deben trabajar en los problemas actuales que detienen los avances en esta materia.

En primer lugar, Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay han encarado las negociaciones multilaterales ambientales de forma individual, sin lograr coordinar sus posiciones, y menos aún, consolidar una posición regional.

En la política interna de cada uno de los estados partes, según Gudynas [4] se encuentra que los países del bloque poseen

un marco institucional poco desarrollado. Los gobiernos de estos países justifican este debilitamiento porque consideran que a partir del mismo se pueden garantizar altos niveles de exportaciones e inversión extranjera.

Además, agrega que existe una retórica en el discurso de éstos sobre la economía verde, marcada por una disociación existente entre las demandas internacionales y la gestión medioambiental local (Gudynas; 2012).

Por último, pero no por menos importante establece que los escasos avances logrados en los últimos años en el ámbito multilateral demuestran que los temas ambientales son trabas o barreras al desarrollo y no se ha llegado profundizar suficiente en el logro de instrumentos regionales que puedan ser incorporados por los diferentes sectores productivos.

Para finalizar, si se hace un análisis de política comparada sobre los cuatro países que forman parte de este proceso de integración, se encuentra que Brasil es el estado más avanzado en cuanto a sistemas de ecoetiquetado, ya que posee el rótulo ABNT Qualidade Ambiental en funcionamiento.

En el resto de los países los mismos tienen que acceder a dichos estandartes mediante la contratación de empresas privadas que evalúan sus procesos productivos a un alto costo.

### **Nuevas necesidades regulatorias en el comercio exterior del MERCOSUR políticas de medio ambiente que garantizan la sustentabilidad de los recursos**

Los regímenes comerciales que actualmente se llevan a cabo en América del Sur y particularmente en el bloque del MERCOSUR, por incluir a una extensa área territorial, tiene la deuda pendiente de contribuir a preservar la integridad ambiental al identificar y respetar los límites de la capacidad regenerativa de los ecosistemas, y a evitar los daños irreversibles de las especies de plantas y animales que hoy corren un gran peligro.

Un eje teórico sobre el cual se puede analizar el estado actual y las políticas concretas a seguir, se basa en los principios de Winnipeg sobre Comercio y Desarrollo Sustentable [2]. El punto central sobre el cual debe estar dirigido el análisis, es que el mismo no sugiere simplemente menos contaminación o un fin al crecimiento, sino un compromiso con una forma distinta de crecimiento.

Con el argumento legítimo de proteger el ambiente, en la práctica se utilizan medidas que restringen el comercio y que no resultan las más efectivas para lograr el objetivo ambiental deseado. Algunas de ellas corresponden al ámbito de la política comercial mientras que otras forman parte de los instrumentos de la política ambiental. Este conjunto de medidas se ha denominado “proteccionismo ambiental” (Laplante y Garbutt, 1992) o “protecciónismo verde”. [3]

### **Sistema de certificación ambiental**

Con el proceso de globalización, la competitividad es un factor esencial para alcanzar objetivos como el desarrollo económico y social de un país, o bien el crecimiento de una rama de la economía o un conjunto de empresas. Existe una percepción creciente de que la sustentabilidad ambiental aparece como una preocupación económica a mediano y largo plazo, no sólo a causa de la necesidad de no degradar las bases para el desarrollo, sino también porque ella puede ser un requisito indispensable para mantener o ganar mercados de exportación. En algunos casos se insiste en la capacidad de las empresas para incorporar progresos técnicos, mejorar su eficiencia y ampliar su participación en el mercado. En otros casos se destaca la capacidad de una economía para crecer y elevar el nivel de vida de la población en un marco de apertura comercial. En la práctica la regulación por parte de los estados se lleva a cabo mediante distintos instrumentos, normas y procedimientos. El que ha sido ampliamente implementado es el de las certificaciones de gestión ambiental en la

producción, y comercio de determinados bienes y servicios.

Sobre el tratamiento del comercio verde sustentable a escala regional Sebastián Gillet hace un " (...) relevamiento crítico de las políticas medioambientales del MERCOSUR específicamente la gestión en materia de Producción y Consumo Sustentable (PyCS)- y una propuesta para el desarrollo de un instrumento aún no explorado por el bloque: un sistema de ecoetiquetado de alcance regional" (2014: 5). [8] Un ejemplo es el del *etiquetado ecológico* o ecoetiqueta, el cual es un procedimiento voluntario por el que un organismo independiente acredita públicamente, con la concesión de una etiqueta que el producto cumple con un conjunto de criterios que hacen que su impacto medioambiental sea menor a lo normal en su categoría de producto. [8]

### Conclusiones y recomendaciones

El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de analizar la información actualizada y publicada en bibliografías respecto a los avances y retrocesos en políticas y prácticas llevadas a cabo en el ámbito internacional y en el MERCOSUR en particular y en la provincia de Córdoba.

Para garantizar la calidad ambiental de las exportaciones regionales, se fomenta una mejora de la reputación internacional de la producción del MERCOSUR, lo que tiene que contar en un futuro con una certificación que posicione y garantice el comercio verde. A lo largo de la investigación queda en evidencia las deficiencias actuales sobre la aplicación de medidas de producción y consumo sostenible en el MERCOSUR. Es por ello que se sostiene que el tratamiento de las cuestiones ambientales en la región debe realizarse de manera coordinada entre los estados partes del proceso.

Para finalizar los países del MERCOSUR deben reducir los impactos de su actividad económico-productiva sobre la naturaleza en el corto plazo, y comenzar la transición

hacia un nuevo modelo de desarrollo regional.

Actualmente se está avanzando en la investigación de políticas públicas vigentes en la jurisdicción nacional y particular de la Provincia de Córdoba.

Por lo cual ponemos en foco de análisis las prioridades regulatorias establecidas para el comercio exterior en el MERCOSUR, detalladas a continuación:

- Los regímenes comerciales deben contribuir a preservar la integridad ambiental al identificar y respetar los límites de la capacidad regenerativa de los ecosistemas y a evitar los daños irreversibles de las especies de plantas y animales que hoy corren un gran peligro.
- Del mismo modo, los sistemas productivos deben garantizar la disminución de la contaminación de gases de efecto invernadero y la facilitación de la comercialización de productos ecológicos intra bloque.

### 4. Formación de Recursos Humanos

Se considera que es imprescindible generar Recursos Humanos idóneos en la temática elegida, dado que son los que tendrán en un corto plazo el know how para asesorar en el ámbito público y privado las políticas y prácticas concretas para generar patrones de Producción y Consumo Sustentable a nivel local, nacional e internacional.

Dada las características de la propuesta se prevé trabajar de manera multidisciplinaria, no sólo con los docentes de la Cátedra de Comercio Internacional de Ingeniería Industrial sino con todas aquellas especialidades que puedan aportar conocimientos acerca de las prácticas concretas a desarrollar en el ámbito de la Producción Sustentable.

En vistas a ello, se procura trabajar con el sistema de becas de investigación para estudiantes y graduados de la Universidad Tecnológica Nacional y trabajar de manera

complementaria con otros grupos de investigación de índole provincial, nacional e internacional, para fortalecer las competencias que se deben generar tanto para los docentes investigadores como para la transferencia de conocimiento a los alumnos.

El equipo de investigadores actualmente está formado por 6(seis) integrantes en su mayoría con postgrados obtenidos o en curso, 5 docentes investigadores y 1 alumno becario.

## 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Primera aproximación a la práctica se presentó la primera publicación y exposición en el IV Congreso Argentino de Ingeniería – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería 19 al 21 de septiembre de 2018 – ciudad de Córdoba bajo el título “*Interacción entre comercio y ambiente: El tratamiento del comercio verde sustentable desde el MERCOSUR hasta la Provincia de Córdoba (1992 – 2017)*”

## Referencias

- [1] GUIMARÃES Y BERGERNA (2002). *El desarrollo sustentable en América latina y el Caribe desde Rio 1992 y los nuevos imperativos de institucionalidad*. Instituto Nacional de Ecología (No. 6) p 15-34.
- [2] KAESTNER, JOE (2016). "Construir una economía verde para la Argentina". *La Nación. Argentina*. s/d.
- [3] LOTTICI, MA. VICTORIA, GALPERÍN, CARLOS Y HOPPSTOCK, JULIA (2013). "El proteccionismo comercial verde: un análisis de tres nuevas cuestiones que afectan a los países en desarrollo". *Revista Argentina de economía internacional*, p.39 - 64.
- [4] MARIE-CLAIRES CORDONIER SEGGER, MINDAHI BASTIDA MUÑOZ, PAULO RIBEIRO MEIRELES, JORGE ZALLES TAUREL Y VIRGINIA PAUL (2001). *Reglas de Comercio y Sustentabilidad en las Américas*. Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable. Canadá.
- [5] MATA DIZ, JAMIL B. (2015 -16). *La normativa medioambiental del Mercosur. Papeles del Centro de Investigación*, p. 69 - 102.
- [6] CAMPOS MELINA (2011). *Economía verde. Éxito empresarial* 151, P. 1-4.
- [7] MERA & PALACIOS (2003). *La industria española y el etiquetado ecológico. Boletín económico de ICE, Información Comercial Española*, p. 13-22.
- [8] Gillet, Sebastián (2014). "Eco-etiquetado en el mercosur potencialidades del enfoque regional en la adopción de modalidades de producción y consumo sustentables". Red Latin. Working paper 154 [9] NACIONES UNIDAS (1992). "Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo".

## Avances del proyecto “Innovaciones en la enseñanza y su influencia en el aprendizaje”

Marta G. Caligaris, Georgina B. Rodriguez, M. Elena Schivo,  
M. Rosa Romiti, Lorena F. Laugero y Jordán M. Tello

Grupo Ingeniería & Educación  
Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional  
Colón 332, San Nicolás, gie@frsn.utn.edu.ar

### Resumen

*En el marco del proyecto “Innovaciones en la enseñanza y su influencia en el aprendizaje” se diseñarán aplicaciones personalizadas para la enseñanza de distintos temas de matemática, laboratorios virtuales y sitios web. Estos objetos de aprendizaje podrán ser utilizados como herramientas en las asignaturas o integrar cursos en línea para proponer como alternativa al cursado habitual en las carreras de Ingeniería.*

*Incorporando nuevas herramientas, se realizarán cambios en el proceso de enseñanza, que estimulen el aprendizaje activo. Para la elaboración de las distintas secuencias didácticas, se tendrán en cuenta los estilos de aprendizaje de los alumnos y la taxonomía de objetivos de Bloom. Se analizarán las diferencias en el desempeño de los estudiantes que participen de clases innovadoras y de los que mantengan el cursado tradicional. Para ellos, se estudiarán cambios en la evaluación.*

*La evaluación debe contribuir al aprendizaje del estudiante y no sólo tratar de medirlo, debe ser una forma de acompañarlo en su proceso. Con esta idea, y el marco que brinda la Ordenanza 1549, se diseñarán diferentes actividades que puedan utilizarse para evaluar resultados de aprendizaje. Se tendrán en cuenta conocimientos, habilidades y actitudes, considerando que un ingeniero debe tener una sólida formación científico-técnica y la capacidad de comunicarse y de trabajar en equipo, entre otras.*

**Palabras clave:** evaluación, resultados de aprendizaje, competencias.

### 1. Identificación

El proyecto “Innovaciones en la enseñanza y su influencia en el aprendizaje”, código UTI4933, se ha iniciado el 1 de enero de 2018 y finalizará el 31 de diciembre de 2021.

Sus líneas se insertan en distintas áreas prioritarias del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería, como:

- ✓ Las tecnologías aplicadas en educación.
- ✓ La enseñanza de la ingeniería y la formación de los ingenieros.
- ✓ La evaluación de los aprendizajes y de la enseñanza.

### 2. Introducción

Para el IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), un objeto de aprendizaje (OA) se define como cualquier entidad - digital o no digital - que se puede utilizar para el aprendizaje, la educación o la formación (IEEE, 2002). Así, el equipamiento de un laboratorio tradicional puede considerarse un OA (Pavani, 2016). Si bien las actividades de laboratorio son un requisito importante en los cursos de ingeniería, en este proyecto se consideran como OA sólo los recursos digitales.

Estos objetos de aprendizaje tienen sus propias características. Deben poder ser utilizados en contextos educativos diferentes de aquél para el que fueron creados, ser independientes de la plataforma utilizada, adaptables, flexibles y actualizables (Ceylan, Balci & Inceoglu, 2009).

Para la elaboración de las distintas secuencias didácticas se tendrán en cuenta los estilos de aprendizaje de los alumnos, que sirven como indicadores relativamente

estables de cómo ellos perciben, interactúan y responden al entorno de aprendizaje. Para la determinación de los estilos de aprendizaje específicos se utilizan distintos cuestionarios, que difieren no sólo en el tiempo que demandan, el número de preguntas y la evaluación, sino también en su estructura (Klement, 2014).

El aprendizaje activo se asemeja a la práctica de ingeniería y motiva a los estudiantes a aprender, abordando la mayoría de los estilos de aprendizaje (Morell, 2017). Se espera que la incorporación de los cambios en las clases estimule el aprendizaje activo.

Para el diseño de las secuencias didácticas también se tendrá en cuenta la taxonomía de objetivos de aprendizaje, conocida como taxonomía de objetivos de Bloom, que es una clasificación de los objetivos y habilidades a lograr por los estudiantes en el proceso de aprendizaje. La taxonomía de Bloom proporciona una jerarquía que ordena los procesos cognitivos desde el simple recuerdo hasta el pensamiento crítico y creativo. El estudiante debe superar distintos niveles para producir un verdadero proceso de aprendizaje. Estos niveles, desde el más simple hasta el más complejo, son: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear (Anderson & Krathwohl, 2001).

Esta taxonomía describe cómo se construye sobre lo anteriormente aprendido para desarrollar niveles más complejos de comprensión (Kennedy, 2007), siendo el concepto central que cada nivel indefectiblemente involucra al anterior: no se puede comprender si no se conoce, no puede haber análisis, si previamente no se alcanzó la aplicación, y así sucesivamente.

La última revisión conduce a la taxonomía de Bloom para la era digital. Esta revisión aborda los nuevos objetivos planteados por la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el aula y en la vida de los estudiantes (Churches, 2008). Cada nivel retiene los verbos clave asociados y añade nuevos "verbos digitales" como resaltar o googlear (nivel recordar), ejecutar o cargar (nivel aplicar) y programar o filmar (nivel crear), por ejemplo.

En las instancias evaluativas se considerarán no sólo conocimientos sino habilidades y actitudes, es decir, competencias. El concepto de competencia adoptado por CONFEDI es: la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

El objetivo general del proyecto es diseñar objetos de aprendizaje, elaborar secuencias didácticas innovadoras utilizando, entre otras cosas, estos objetos y preparar instrumentos de evaluación apropiados.

Así, se proponen actividades de enseñanza que aportan a las competencias genéricas de egreso.

Los avances realizados se presentan a continuación.

#### 3.1. Objetos de aprendizaje

La Figura 1 muestra una de las aplicaciones de diseño propio, para estudiar el movimiento de un péndulo. Teniendo en cuenta, como sucede en realidad, que el péndulo oscila en un medio viscoso, el problema de valor inicial a resolver es:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{k}{m} \frac{d\theta}{dt} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

con condiciones iniciales apropiadas.

Para usar la aplicación, desarrollada en SciLab, se deben seleccionar los parámetros de la ecuación (longitud y masa del péndulo y coeficiente de fricción viscosa), junto con las condiciones iniciales del problema y el número de puntos en los que la solución numérica se calculará utilizando el método de Runge-Kutta de cuarto orden.

Los resultados se presentan tanto numérica como gráficamente. En el lado derecho de la ventana, se muestran los valores numéricos de posición y velocidad, en diez puntos, independientemente del tiempo analizado. En la parte inferior, se grafican la posición y la velocidad en función del tiempo.

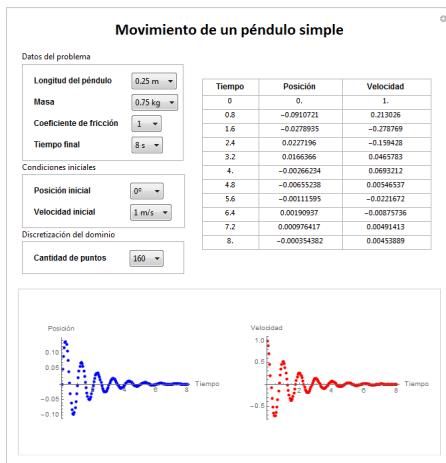


Figura 1. Una aplicación diseñada para analizar el movimiento de un péndulo.

Williamson y Kaput sostienen que una consecuencia importante del uso de recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas es la posibilidad de pensar la educación matemática de una manera más inductiva. Por lo tanto, cuando los estudiantes interactúan con la tecnología, pueden percibir las matemáticas de una manera experimental; pueden encontrar ideas, manipular el fenómeno y, en consecuencia, descubrir posibles relaciones. Esta herramienta y una secuencia de enseñanza en la que se analiza la solución para distintas discretizaciones y se discute, en cada caso, si son adecuadas las soluciones numéricas obtenidas y por qué, se usarán en los cursos de Análisis Numérico durante el segundo semestre de 2018. Las experiencias se evaluarán para medir su efectividad.

Se utilizarán de manera similar otros recursos didácticos, que estarán disponibles en el botón Recursos, en el sitio del GIE: <http://www.frsn.utn.edu.ar/gie>.

### 3.2. Análisis de competencias de ingreso

En el año 2008 se plantearon las competencias requeridas para el ingreso a las carreras de Ingeniería (CONFEDI, 2014). Éstas deben ser consideradas como referencia para los ingresantes a carreras de ingeniería.

Entre las competencias básicas se encuentran la lectura comprensiva y rápida,

la escritura y la interpretación y solución de situaciones problemáticas.

En 2018, se analizó la competencia comunicacional de los alumnos que se encuentran en primer año de ingeniería de la FRSN-UTN. En particular, la comunicación relacionada con el lenguaje natural, el manejo simbólico propio de la matemática y las representaciones gráficas.

Se trabajó el segundo día de clases, con los 35 ingresantes a la especialidad de Ingeniería Electrónica (54% de escuelas medias de modalidad técnica) y los 30 de Ingeniería Industrial del turno tarde (todos de escuela media con modalidad no técnica). Para que no fuera un obstáculo el contenido a comunicar, se valoró el desempeño individual de los estudiantes en una actividad que involucró conceptos simples, recientemente tratados y evaluados en el curso introductorio a la FRSN-UTN.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 2.

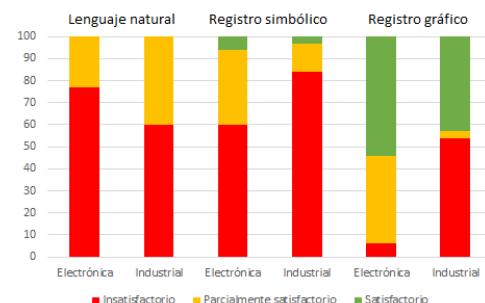


Figura 2. Desempeño en la comunicación en los distintos registros de representación.

Estos resultados muestran que los alumnos que inician el cursado de Ingeniería de la FRSN-UTN en las especialidades Electrónica e Industrial tienen serias deficiencias a la hora de expresarse en el lenguaje simbólico, propio de la matemática, y en el natural.

La diferencia de procedencia de los estudiantes de escuelas de modalidad técnica y no técnica sólo se evidenció en el trabajo sobre el registro gráfico ya que en los otros dos, los resultados fueron muy similares y con errores comunes.

Se intensificará el trabajo en el aula para colaborar en el logro de una de las

competencias del egresado, la de ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes: formal, gráfico y natural.

### 3.3. Desarrollo de competencias blandas

El CONFEDI (2018) propone un esquema con diez competencias de egreso para la Ingeniería, cinco tecnológicas y cinco sociales, políticas y actitudinales (competencias blandas). Una de estas últimas es la competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Esta competencia requiere la articulación efectiva de diversas capacidades: capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas; capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos y capacidad para asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo.

Como experiencia piloto, se diseñó una tarea especial para introducir el aprendizaje y la evaluación de alguna de estas competencias. En la misma, los estudiantes tenían que resolver un problema de valor inicial real, aunque simplificado, seleccionando y aplicando los métodos adecuados y analizar la validez de la solución obtenida.

La tarea estaba pensada para ser llevada a cabo en equipo, y cada grupo tenía que escribir un informe y hacer una presentación oral.

Los resultados de una encuesta realizada a los alumnos revelaron que ellos reconocían y valoraban las distintas habilidades que se pretendía desarrollar en esta experiencia.

## 4. Formación de Recursos Humanos

El proyecto está integrado actualmente por cinco investigadores y un alumno con beca de la SCTyP.

El desarrollo del proyecto implica también la contribución a la formación de recursos humanos en distintos niveles:

- ✓ Formación de recursos humanos desde las aulas, con la aplicación de los materiales desarrollados.

- ✓ Formación de becarios, estudiantes de distintas carreras de Ingeniería.
- ✓ Formación de jóvenes docentes-investigadores que se integren al proyecto.

## 5. Publicaciones relacionadas con el PID

En los primeros siete meses del PID, se han presentado los siguientes trabajos en distintos congresos:

- ✓ Caligaris, M.G. & Rodríguez, G.B. (2018) *Assessing Soft Skills in a Numerical Analysis Course*, 12<sup>th</sup> Annual International Technology, Education and Development Conference, Valencia, España, 5 al 7 de marzo de 2018. Publicado por IATED Academy en INTED18 Proc. pp. 2041-2050.
- ✓ Caligaris, M., Rodríguez, G. & Laugero, L. (2018) *Teaching Numerical Analysis Based on Mathematical Skills Development*, 12<sup>th</sup> Annual International Technology, Education and Development Conference, Valencia, España, 5 al 7 de marzo de 2018. Publicado por IATED Academy en INTED18 Proc. pp. 2041-2050.
- ✓ Caligaris, M., Rodríguez, G. & Laugero, L. (2018) *Desarrollo de habilidades en el aprendizaje de la aproximación numérica de ecuaciones no lineales*, VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas – IPECyT 2018, Olavarría, 16 al 18 de mayo de 2018.
- ✓ Caligaris, M., Rodríguez, G., Favieri, A. & Laugero, L. (2018) *Development of mathematical skills during numerical resolution of initial value problems*, 10<sup>th</sup> Annual International Conference on Education and New Learning Technologies, Palma de Mallorca, España, 2 al 4 de julio de 2018. Publicado por IATED Academy en EDULEARN18 Proc. pp. 8236-8245.

Además, se enviaron y han sido aceptados:

- ✓ Caligaris, M.G., Schivo, M.E. y Romiti, M.R. *¿Los alumnos comunican efectivamente lo que saben?* Cuarto

- CADI y Décimo CAEDI, Córdoba, 19 al 21 de septiembre de 2018.
- ✓ Caligaris, M., Rodríguez, G. & Laugero, L. *Diseño de una herramienta para analizar soluciones en el estudio de la deflexión de una viga*. VI Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica (CAIM 2018), Tucumán, 10 al 12 de octubre de 2018.

## Referencias

- Anderson L. & Krathwohl, D. (2001) *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*, New York: Addison Wesley Longman.
- Ceylan, B., Balci B. & Inceoglu, M.M. (2009) *An application of creating and packaging learning objects*. Procedia Social and Behavioral Sciences, 1, pp 2051–2056.
- Churches, A. (2008) *Bloom's Taxonomy Blooms Digitally*, 2008.
- CONFEDI (2014). *Competencias Requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios en Argentina*. En Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería.
- CONFEDI (2018). *Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina*. Libro rojo.
- IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers (2002). Standard for Learning Object Metadata.
- Kennedy, D. (2007). *Redactar y utilizar resultados de aprendizaje*. Cork: University College Cork.
- Klement, M. (2014) *How do my students study? An analysis of students' of educational disciplines favorite learning styles according to VARK classification*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 132, pp 384–390.
- Morell, L. (2017) *Essentials for Innovating/Reforming the Engineering Curricula*.
- Pavani, A.M.B. (2016) *An Overview of Repositories of Learning Objects*. IFAC-PapersOnLine 49-6, pp 174–179.
- Williamson, S. & Kaput, J. (1999) *Mathematics and virtual culture: an evolutionary perspective on technology and mathematics education*. Journal of Mathematical Behavior, 17 (21), 265-281.

# Análisis de la usabilidad de los sitios web de universidades: elaboración de un conjunto de buenas prácticas aplicables en su diseño y construcción.

*Olariaga, Sandra<sub>1</sub>; Ligorria, Laura<sub>2</sub>; Di Gionantonio, Alejandra<sub>3</sub>;  
Colacioppo, Nicolás<sub>4</sub>; Scandolo, Iván<sub>5</sub>; Peralta, Lorena<sub>6</sub>;  
Savorgnano, Marcela<sub>7</sub>*

Laboratorio de Investigación de Software (LIS)  
Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC)  
Maestro Marcelo López y Cruz Roja Argentina – Ciudad Universitaria – Córdoba, Argentina

<sup>1</sup>[solariaga@yahoo.com](mailto:solariaga@yahoo.com); <sup>2</sup>[ljuniversidad@gmail.com](mailto:ljuniversidad@gmail.com); <sup>3</sup>[ing.alejandrag@gmail.com](mailto:ing.alejandrag@gmail.com);  
<sup>4</sup>[nicolas\\_colacioppo@hotmail.com](mailto:nicolas_colacioppo@hotmail.com); <sup>5</sup>[ivanscand@gmail.com](mailto:ivanscand@gmail.com);  
<sup>6</sup>[peralta.lorena.d@gmail.com](mailto:peralta.lorena.d@gmail.com); <sup>7</sup>[marales511@outlook.com](mailto:marales511@outlook.com)

## Resumen

Dentro de la Ingeniería de Software una de las disciplinas que la conforman es el Testing de Software, el cual se ocupa de la validación y verificación del mismo.

Dentro de este campo se desarrolla el Testing de sitios web universitarios, en el cual se evalúan distintos aspectos de las páginas web a fin de determinar cuáles son favorables y cuáles no lo son. Particularmente en el presente proyecto de investigación se procederá a testear la interfaz de usuario de sitios web universitarios, desde el momento en el que la página esté publicada. El presente proyecto está siendo llevado a cabo en el Laboratorio de Investigación de software del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba. El resultado de este trabajo tendrá una incidencia directa en los usuarios de sitios web universitarios, ya que como resultado del proceso de investigación se generará un conjunto de buenas prácticas en la construcción de portales universitarios, lo cual facilitará el uso a las personas que necesitan interactuar con dichos sitios web universitarios.

**Palabras Clave:** usabilidad, sitios web, evaluación, dimensiones y subdimensiones

## 1. Identificación

El Código del proyecto es UTN4082 dentro del área de Ciencias de la Computación e Informática, radicado dentro de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba. Fecha de inicio: 01/05/2016 Fecha de finalización: 31/12/2018. Se enmarca dentro del eje de Las tecnologías aplicadas en educación (TAE).

El presente trabajo se realiza en el Laboratorio de Investigación de Software, Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba. (U.T.N.-F.R.C.).

## 2. Introducción

Últimamente han surgido una gran cantidad de recursos Web, para la divulgación de información, educación, comercio e incluso interacciones personales, ya que nos brinda la posibilidad de contar con diversos niveles de información adecuadas a la necesidad del usuario.

En los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de recursos web, para la divulgación de información, comercio, educación e incluso interacciones personales, ya que les ofrece la posibilidad de contar con diferentes niveles de información dependiendo de las necesidades del usuario. En este entorno web cabe destacar la importancia de la usabilidad en la interacción cada vez más creciente entre el hombre y la máquina.

"La usabilidad trata sobre el comportamiento humano; reconoce que el humano es emotivo, no está interesado en poner demasiado esfuerzo en algo, y generalmente prefiere las cosas que son fáciles de hacer contra las que son difíciles de hacer." [ McQuillen, 2003].

Usabilidad es un término adaptado de la palabra en inglés "usability", para indicar que algo se puede usar.

Según Jakob Nielsen, la usabilidad es un atributo de calidad. Evalúa qué tan fáciles de usar son las interfaces de usuario. [ Nielsen et al, 2006].

Si a esto lo trasladamos a Internet, se puede decir que un sitio web es usable si un usuario, al finalizar la navegación, se ha manifestado satisfecho por el cumplimiento de sus objetivos iniciales. [Morales Martínez, 2010].

En referencia a esto, la norma ISO 9241-11, expresa que la usabilidad se refiere al alcance en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso [Martínez de la Teja, 2003].

Por otro lado, se debe tener en cuenta que no hay que hacer pensar al usuario en su proceso de interacción con una página web,

sino que ésta sea tan clara, obvia y fácil de entender, que implique la acción directa y no la pérdida de tiempo en su intento de exploración y comprensión de lo que se le ofrece por pantalla [Krug, 2006].

En relación a lo anterior, y teniendo en cuenta la diversidad de actividades y acciones que un usuario puede y debe realizar al interactuar con un sitio web, particularmente si éste pertenece al ámbito educativo, es que se hace necesario su validación y verificación en cada paso de su diseño y construcción, ya que hoy en día, estos sitios son la principal fuente de información de las actividades y ofertas educativas que las universidades e instituciones nos ofrecen, y debemos interactuar con ellos al estar insertos en nuestras actividades académicas. [Revista Edutec-e]

## 3. Objetivos, Avances y Resultados

### Objetivo Principal

Elaborar un conjunto de recomendaciones de buenas prácticas al diseñar una página web universitaria, a partir de la evaluación de la usabilidad de sitios web de universidades nacionales que ya están publicadas en internet por las instituciones correspondientes, teniendo en cuenta el punto de vista del usuario. [Sandra Olariaga et al, 2016]

### Objetivos específicos

\* Investigar los estándares y normas establecidas a fin de obtener los parámetros a considerar, para realizar la evaluación de la usabilidad de los sitios web universitarios

\* Definir el perfil del usuario, es decir quién va a ser el sujeto desde el punto de vista del que va a ser realizada la evaluación, es decir, establecer las características que tendrá el sujeto que va a hacer uso del sitio web y cuyo punto de vista será objeto importante de esta evaluación.

\* Determinar las herramientas a ser utilizadas y los sitios web universitarios a ser evaluados.

\* Llevar a cabo la evaluación de la interacción de los usuarios con las páginas universitarias seleccionadas a fin de determinar si cumplen con los parámetros de usabilidad que se establezcan, tomando como base las medidas de usabilidad propuestas por Jacob Nielsen. (Heurísticas) [Nielsen et al, 2006].

\* Elaborar informes acerca de cuáles son los aspectos a ser considerados a fin de que la página web de los sitios universitarios ofrezca un nivel óptimo de usabilidad.

Nuestro trabajo se viene desarrollando a través de varias tareas, algunas de ellas se han realizado simultáneamente, dando el punto de partida a otras. En consecuencia, ya se han efectuado tareas de recopilación de información sobre normas y estándares, lo cual permitió obtener los parámetros a considerar, para realizar la evaluación de la usabilidad de los sitios web universitarios. También se ha definido el perfil del usuario, es decir, se han establecido las características que tendrá el sujeto que va a hacer uso del sitio web y cuyo punto de vista será objeto importante de estudio.

De igual manera hemos procedido a seleccionar las universidades nacionales a ser evaluadas. En los Sistemas de Información Web existen conjuntos de atributos que son interesantes medir, como son: la usabilidad, la accesibilidad, la navegación, etc. Estos atributos son evaluados una vez que el sistema es desarrollado. [Aguirre, Riesco, Figuereido, 2012]

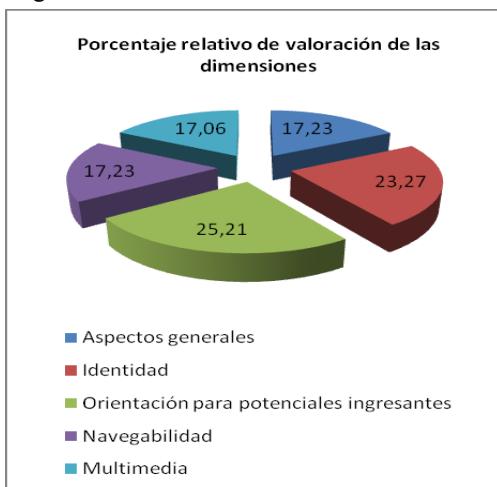
Actualmente el equipo de docentes abocados al presente proyecto se encuentra realizando una selección de recursos, técnicas y estrategias para determinar y confeccionar la herramienta más adecuada para ser utilizada en este proyecto. Para ello hemos definido dimensiones y subdimensiones, las que se muestran en la siguiente tabla.

#### Dimensiones y subdimensiones a analizar

Dimensión	Subdimensión	Items
Aspectos generales	Claridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿El sitio web tiene una dirección clara?</li> <li>- ¿Muestra cuales son los contenidos principales que ofrece el sitio web?</li> <li>- ¿El tamaño de la letra es el adecuado?</li> <li>- ¿Es posible modificar el tamaño de la letra desde el sitio web?</li> <li>- ¿Hay un botón para imprimir la página web?</li> </ul>
	Sencillez	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Es simple de comprender la estructura del sitio web?</li> </ul>
	Versatilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Contiene los links suficientes?</li> </ul>
	Medios de transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Presenta mapa de la ubicación geográfica?</li> <li>- ¿Brinda información clara acerca de su ubicación geográfica y cómo llegar?</li> </ul>
Identidad	Claridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Puede leer y entender claramente el nombre de la institución?</li> <li>- ¿Brinda información acerca de las autoridades que representa la institución?</li> </ul>
	Medios de contacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Se especifican dirección de mail y números de teléfonos de la institución?</li> </ul>
	Logotipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Es representativo de la institución?</li> </ul>
Orientación para potenciales ingresantes	Becas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Se brinda información acerca de becas y jornadas de información sobre el ingreso a la institución?</li> </ul>
	Trámites administrativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Explica los requisitos necesarios para inscribirse?</li> </ul>
	Volumen de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Se ha evitado la sobrecarga informativa?</li> </ul>
	Tutorías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Se mencionan si existen tutorías?</li> </ul>
Navegabilidad	Mapa del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Marca el punto donde se encuentra dentro del sitio web?</li> </ul>
	Sentido de avance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Podemos avanzar y retroceder dentro de la página sin usar los botones del navegador?</li> <li>- ¿Muestra los enlaces visitados y aquellos que no ha visitado aún?</li> <li>- ¿Se ha sentido perdido dentro de la estructura de la página web?</li> </ul>
	Sencillez	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Existen elementos dentro del sitio web que puedan distraerlo?</li> <li>- ¿Hay que dar demasiados clicks para llegar a obtener la información deseada?</li> </ul>
	Búsqueda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿El resultado de la búsqueda es útil?</li> <li>- ¿Existe un botón de búsqueda dentro del sitio web?</li> </ul>
	Manejo de errores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Hay enlaces que no lleven a ningún lado?</li> </ul>
	Tamaño de imágenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Las fotografías están correctamente dimensionadas?</li> <li>- ¿Hay alguna muy grande o muy pequeña?</li> </ul>
Multimedia	Tipo de imágenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Son claras y sencillas?</li> <li>- ¿El uso de imágenes o animaciones proporciona algún tipo de valor añadido?</li> <li>- ¿Se han incluido animaciones cíclicas?</li> </ul>

A partir de ellas se desarrollará la intervención con los usuarios de los sitios a evaluar para conocer sus puntos de vista, interacción, opinión y valoración de los mismos y extraer a partir de ello una serie de conclusiones que nos permitirá elaborar el compendio de buenas prácticas que constituye el objetivo principal del proyecto.

A continuación se muestran como ejemplo los resultados de experiencias de los usuarios finales de una prueba piloto llevada a cabo, en este caso la evaluación de una la página web del Instituto Tecnológico Buenos Aires. de una universidad de Argentina.



Este gráfico muestra el porcentaje relativo de valoración del sitio web, del Instituto Tecnológico de Buenos Aires en las cinco diferentes dimensiones evaluadas en las encuestas. Se puede apreciar que las dimensiones de orientación para potenciales ingresantes y de identidad, son las mejores valoradas. La implementación de estas pruebas piloto, consisten en encuestas a diferentes usuarios, a fin de poder ajustar la herramienta de recolección de datos, de manera de obtener respuestas para elaborar el conjunto de recomendaciones y buenas prácticas aplicables en el diseño y construcción de los sitios web universitarios

## 4. Formación de recursos humanos

El desarrollo del Proyecto que engloba este trabajo, tendrá un alto impacto en la formación de RRHH en el área de desarrollo web mediante la determinación de pautas para lograr la eficiencia y la optimización de la usabilidad del diseño de los sitios web universitarios. Los investigadores que recién inician forjarán sus primeras herramientas en I+D lo que les permitirá ampliar conocimientos en el área en cuestión además de incrementar sus antecedentes académicos. El proyecto contribuirá también a consolidar los conocimientos de los integrantes del grupo y a fortalecer la formación de un becario, estudiante de Ingeniería en Sistemas de Información.

A su vez induce a la interacción de trabajo en conjunto de investigadores de diferentes ámbitos y departamentos académicos de la Facultad Regional Córdoba tales como el Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información y el Departamento de Ciencias Básicas que unirán sus esfuerzos logrando un intercambio de experiencias y conocimientos que enriquecerán su saber.

## 5. Referencias

- Aguirre, Riesco, Figuereido, "Evaluación de la Usabilidad en el desarrollo de Sistemas Web dirigido por modelos" WICC 2012
- Krug, S., No me hagas pensar: Una aproximación a la usabilidad en la web, 2<sup>a</sup> ed. Madrid: Pearson Educación, 2006.
- Martínez de la Teja, G. (2003) *Usabilidad y Accesibilidad en WEB*. Sociedad de Ergonomistas de México. Universidad. Fecha de consulta: 01-08-2016. Disponible en <http://www.semac.org.mx/archivos/6-11.pdf>
- McQuillen, D. (2003) *Taking Usability Offline*, Darwin Magazine, June 2003.
- Morales Martínez, M. (2010) *Analítica web para empresas*. Arte, ingenio y anticipación. Editorial UOC, 1<sup>a</sup> ed. Barcelona.
- Nielsen, J., Loranger, H., Gallud Jurado, E. (2006) *Usabilidad. Prioridad en el diseño Web*. Anaya Multimedia-Anaya Interactiva, 1<sup>a</sup> ed. Madrid.

-Olariaga Sandra, et al. (2016) "Interface de sitios web universitarios: análisis de usabilidad" II JATIC. II Jornadas Argentinas de Tecnología, Innovación y Creatividad 2016.  
<http://www.jatic2016.ucaecemp.edu.ar/>

-Revista Edutec-e Revista Electrónica de Tecnología Educativa Nro. 37 Septiembre 2011. Evaluación de la usabilidad de un sitio web educativo y de promoción de la salud en el contexto universitario.

## Hacia un aprendizaje aprehendido

Una experiencia con la definición formal de límite usando tecnología.

Scagnetti Olga Etel, Ramirez Sandra Cristina

Materias Básicas

Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional  
Lavaise 610, [oscagnetti@frsf.utn.edu.ar](mailto:oscagnetti@frsf.utn.edu.ar), [scramirez@frsf.utn.edu.ar](mailto:scramirez@frsf.utn.edu.ar)

### Resumen

Cuando un alumno ingresa a la universidad debe adaptarse a las nuevas maneras de abordar los conocimientos, incluso cambiando su lenguaje cotidiano por un lenguaje específico. Como docente buscamos constantemente nuevas estrategias pedagógicas para que los alumnos lleguen a entender y luego comprender los nuevos saberes. Creamos un material para la enseñanza usando la tecnología para formar modelos mentales en los alumnos que les faciliten la comprensión de la definición formal de límite puntual, desarrollando un conocimiento generador, produciendo luego una aprehensión del mismo. Nuestra experiencia se realizó con alumnos de primer año de dos carreras de Ingeniería, proporcionándoles un programa junto con una guía que les servía como andamiaje. Esta experiencia nos permitió acercar a los alumnos una definición con lenguaje matemático, que muchas veces les es difícil de comprender. Los resultados obtenidos nos demostraron que todavía les cuesta entender la formalidad del enunciado y el significado de cada elemento del mismo. También destacamos un pequeño grupo predispuestos a experimentar con el material. Pero por más "atractivo" que hagamos el material, deben entender que la decisión de involucrarse está en ellos ya que son los responsables de la organización y el desarrollo de su trabajo académico.

**Palabras clave:** límite, material para la enseñanza, comprensión.

### 1. Introducción

Son muchos los cambios que transita un alumno cuando cambia de la escuela

secundaria a la universidad. Incluso puede ser difícil en sus comienzos ya que debe asumir responsabilidades en la organización y desarrollo de su trabajo académico. Este cambio también implica tener que incorporar lenguaje específico de las distintas ciencias. En nuestro caso, la experiencia fue realizada en el primer cuatrimestre del primer año con alumnos de las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información e Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional. Propiciamos el acercamiento del lenguaje específico matemático de una manera en la que ellos pudieran visualizar cada elemento de la definición de límite puntual para luego de trabajarla pudieran comprenderlo y aprehenderlo.

### 2. Marco teórico

En la era del internet, de la comunicación instantánea con todo el mundo y de la realidad virtual, la educación y sobre todo la educación matemática en muchos casos aún hoy, permanece apegada a las prácticas de enseñanzas tradicionales donde los materiales siempre fueron la tiza y el pizarrón. Muchas veces la presión sobre los docentes para la incorporación de la tecnología en sus prácticas resulta ser una *inclusión efectiva* (Maggio, 2012), donde el docente no reconoce su valor para la enseñanza ni la integra con sentido didáctico. En nuestro caso la inclusión es genuina ya que reconocemos que es muy importante la incorporación de la tecnología en nuestras prácticas para que en el momento de dar una interpretación geométrica de algún concepto los alumnos

puedan visualizar de mejor manera la situación.

La tecnología interactiva es muy eficaz para ayudar a los alumnos a manejar la complejidad de los conceptos y lograr un conocimiento más profundo. “Al manipular y explicar modelos dinámicos, los estudiantes llegan a entender las relaciones entre sistemas y a descubrir los puntos fuertes y débiles de sus concepciones” (Kozma, 2000). Es difícil para los alumnos sin lenguaje matemático asimilar las definiciones de límite, derivadas e integral definida, por ejemplo. Estos modelos dinámicos generan buenas explicaciones ya que ayudan a concretar ideas abstractas y las relaciona con los contenidos teóricos dados en clase. También ayuda a plantear preguntas genuinas y a generar ejemplos que los podemos relacionar con situaciones concretas de la vida cotidiana.

La tecnología nunca va a reemplazar al docente pero puede facilitarles algunas tareas. Ya que les permite formarse modelos mentales más precisos de las situaciones, facilitando así su comprensión. Pero “el uso de medios tecnológicos no garantiza per se que los alumnos desarrollen estrategias para aprender a aprender, ni fomentar el desarrollo de las habilidades cognitivas de orden superior. La calidad educativa de estos medios de enseñanza depende, más que de sus características técnicas, del uso o explotación didáctica que realice el docente y del contexto en el que se desarrolle” (Liguori, 1995). No porque los alumnos estén en contacto directo con la tecnología van a aprender, el resultado va a depender del tratamiento que les demos a estas tecnologías.

La idea de crear este material es para desarrollar lo que Perkins llama el *conocimiento generador*, es el conocimiento que no se acumula sino que sirve enriqueciendo la vida de las personas y ayudándolas a comprender el mundo y a desenvolverse en él. Tiene tres reglas generales: Retención del conocimiento, los alumnos pueden saber las definiciones a la

hora de los exámenes pero no sirve de nada si no las recuerdan a la hora en que realmente los necesitan usar. Comprensión del conocimiento, no sirve de mucho tener los conocimientos si no se comprenden. Y la tercera, uso activo del conocimiento, es cuando realmente ponemos en la práctica esos conocimientos. Perkins (1995) resume esto en un simple enunciado: “El aprendizaje es una consecuencia del pensamiento. Sólo es posible retener, comprender y usar activamente el conocimiento mediante experiencias de aprendizaje en las que los alumnos reflexionan sobre lo que está aprendiendo y con lo que están aprendiendo”.

Junto con el material les propusimos a los alumnos una actividad que funciona como *andamiaje*, es decir, son preguntas orientadoras que brindan un soporte cognitivo a los alumnos que carecen de conocimiento sobre los temas. Ayuda a reflexionar sobre cuál es el significado de cada elemento de la definición y cuál es el rol de cada uno de ellos. Este andamiaje les permite a los alumnos emprender tareas más complejas que las que ellos pueden hacer solos, es decir, el alumno es capaz de realizar en colaboración mucho más que por sí mismo, lo que Vigotsky (1934) llama la *zona del desarrollo próximo*. Estas actividades se hacen en grupos ya que alimentan la diversidad, promueven las discusiones que llevan a reflexiones y argumentaciones donde es necesario buscar razones, explicar intentando defender su verdad o falsedad, forjando a demás vínculos entre pares.

Se trata de atraerlos captando su atención, despertando el entusiasmo auténtico, cultivando la curiosidad constante y el espontáneo esfuerzo de comprensión de todo lo nuevo, para que la matemática no sea un tema lejano a ellos. Ya que Dewey (1989) afirma: “Cuando los alumnos estudian temas demasiado ajenos a su experiencia, esto no despierta su curiosidad activa ni supera su capacidad de comprender”.

En matemática, muchas veces, los *conocimientos son ingenuos* (Perkins) ya que los alumnos captan de manera superficial las definiciones y los teoremas. Otras veces los *conocimientos son inertes* ya que cuando tienen que hacer la práctica o problemas relacionados a dichos conocimientos no los saben usar porque no saben hacer ese traspaso de la teoría a la práctica. Es por eso que con estos materiales queremos reorganizar los conocimientos vistos en la teoría de una manera diferente tendiendo puentes para favorecer la comprensión. Haciéndolos de una forma más atractiva y tratando de estimular el interés, generando actitudes de mentalidad abierta, entusiasmo y responsabilidad. Con el objetivo de que surja un interés genuino, porque ningún individuo puede reflexionar a no ser que esté personalmente animado por ciertas actitudes dominantes de su propio carácter.

Como docentes queremos que los alumnos *aprendan a aprender* (Jackson, Perkins), es decir, a crear conceptos y comportamientos que sirvan al aprendizaje en sí mismo, equipándolos con instrumentos que les sirvan para el autoaprendizaje, autogobierno y autocuestionamiento. Cuando lo realizan satisfactoriamente se obtienen dos resultados: uno intelectual, es decir, a razonar y a crear pensamientos lógicos matemáticos. El otro más relacionado con el carácter total de la persona, es decir, equipar al alumno con los atributos actitudinales y emocionales que lo predispone a usar la razón. El individuo ingenuo y atropellado aborda directamente una tarea, en cambio, el individuo inteligente es astuto, sagaz, sutil, habiloso, artificiose, intrigante. A este segundo tipo de alumno Perkins lo define dentro de la categoría *aprender por incrementos*.

Cuando decimos “*hacia un aprendizaje aprehendido*” estamos hablando de aprehender los conceptos. Aprehender en el sentido de Dewey (1989), “Aprehender el significado de una cosa, un acontecimiento o una situación es

contemplarlo en sus relaciones con otras cosas, observar cómo opera o funciona, qué consecuencias se sigue de él, qué lo produce, qué utilidad puede dársele”. Aprehender un conocimiento es hacerlo propio, es construirlo con sentido para sí mismos, es asimilarlo o comprenderlo por completo, dándole sentido o lógica y sobre todo siendo un agente activo en su propio proceso de aprendizaje. Resumiendo, el alumno debe ser intelectualmente responsable adquiriendo hábito de pensamiento reflexivo, es decir, el alumno tiene que *aprender a aprender*.

Es por eso que los docentes estamos en la búsqueda constante de nuevos materiales para la enseñanza, para que los alumnos realmente aprehendan los conocimientos y aprendan a aprender.

### 3. Objetivos y Metodología

Creamos un material para la enseñanza con el objetivo de que los alumnos ejerciten su pensamiento y estimulen la comprensión de una de las definiciones medulares del cálculo. Vemos constantemente que los alumnos estudian de memoria las definiciones, sin siquiera pensarlas y mucho menos interpretarlas. Para el caso de la definición de límite puntual, primero dimos ejemplos de manera gráfica acentuando la forma intuitiva de la definición. No usamos palabras específicas del lenguaje matemático sino que tratamos de usar un lenguaje cotidiano para ir familiarizándose con la idea del límite puntual. Luego pasamos a hacer ejemplos de forma gráfica y analítica de algunas funciones elementales. Una vez que detectamos que los alumnos captaron la idea de dicha definición pasamos a formalizarla. Previamente en la materia se habían dado algunos símbolos matemáticos y ejemplo del uso de ellos. Dicha definición es:

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L \Leftrightarrow \quad (1)$$

$$\forall \varepsilon > 0, \exists \delta > 0 / \text{si } 0 < |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x) - L| < \varepsilon$$

Explicamos qué son  $\varepsilon$  y  $\delta$  y dónde se ubican en el plano. Como  $\varepsilon$  es arbitrario lo hacemos lo más pequeño posible y mostramos cómo  $\delta$  depende de  $\varepsilon$  y no al revés.

El material fue creado en el software GeoGebra que es específicamente matemático. El material está disponible en la página del software donde se pueden manipular desde allí sin la necesidad de descargarlo. Es libre y compatible con cualquier dispositivo digital. El objeto de aprendizaje es interactivo, cuenta con casillas de entradas y deslizadores, donde los alumnos pueden colocar la función que ellos deseen analizar y mover los deslizadores para visualizar mejor el concepto en cuestión. En nuestro material el deslizador, que se puede mover arbitrariamente, se relaciona con  $\varepsilon$  que es independiente. Los alumnos pueden mover dicho deslizador y ver cómo cambia  $\delta$  dependiendo del valor de  $\varepsilon$ .

La actividad fue subida al campus virtual de la cátedra donde los alumnos tienen libre acceso desde cualquier dispositivo digital y en cualquier momento. En dicha actividad estaba el enlace del objeto de aprendizaje junto con una serie de consignas. La primera parte les pedía que eligieran una función elemental estudiada en clase y un punto donde existiera el límite. Luego le debían realizar una traslación y una reflexión sobre el eje y a la función elegida. Debían visualizar y analizar dónde se encontraban  $\varepsilon$  y  $\delta$  y qué relación encontraban entre ellos, justificando de forma gráfica haciendo capturas de pantallas y exponiendo sus observaciones. En la segunda parte de la actividad pedía que eligieran otra función y otro punto pero que no existiera el límite. Debían observar y argumentar la existencia o no de  $\varepsilon$  y  $\delta$  y justificarlo de forma analítica.

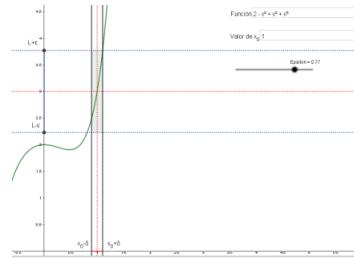


Fig. 1: Construcción dinámica con GeoGebra  
Concepto formal de límite

#### 4. Resultados

Esta experiencia se realizó con 104 alumnos de primer año de las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información e Ingeniería Mecánica. El tamaño de muestra fue grande gracias a que lo hicimos a mediados de abril del primer cuatrimestre de una materia anual y todavía no había un índice de deserción grande. Luego del mes de junio este índice aumenta a un 30%. El trabajo lo realizaron en grupos de hasta 3 integrantes y fue entregado en formato papel. Observamos que en un 27% tuvieron problemas para interpretar la definición formal. Tuvieron serios problemas para identificar donde se ubicaban  $\varepsilon$  y  $\delta$ , los entornos generados por ellos y la relación de dependencia. Generando un conocimiento frágil como consecuencia de un pensamiento pobre. En la figura 2 se puede apreciar dos respuestas de grupos diferentes, que no sólo no interpretaron la definición, sino que evidencia la falta de coherencia y mal manejo de uso del lenguaje matemático.

- a)  $\delta \exists \wedge \varepsilon \nexists$  CUANDO  $\delta \rightarrow 0 \Rightarrow \delta \rightarrow \infty$
  - b) Si  $\varepsilon = 0 \Rightarrow X_0 - \delta = X_0 + \delta \wedge L - \varepsilon = L + \varepsilon$
- Si  $\varepsilon \rightarrow 0 \Rightarrow \delta \rightarrow 0, \therefore \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = L$

Fig. 2: Dos casos de la mala interpretación de la definición y mal uso del lenguaje matemático.

Los alumnos debían elegir una función donde no existiera el límite. La figura 3 a) muestra un error común concluyen que no existe  $\varepsilon$  en la no existencia del límite y este grupo en particular tampoco comprendió la dependencia de  $\delta$ . En la parte b) Concluye igual que el grupo

expuesto en a) pero tiene mal la parte conceptual de límite.

a) AL NO EXISTIR EL LÍMITE NO EXISTE  $\epsilon$  SIGLO!  
CUANDO QUITA TIENDE A 0

b)  $F(x) = (x^2 - 1) / (x - 1)$   
Si en esta función elegimos que  $x$  obtiene como valor 1,  $\epsilon$  no existirá pero delta seguirá existiendo. Por lo cual tampoco existirá L.  
 $\lim_{x \rightarrow 0} (x^2 - 1) / (x - 1) = \text{No existe. Pero tiende a } 2$ .  
Pero existe...  
 $|x - 1| < \delta$

Fig. 3: Dos casos de la mala conclusión en la no existencia de límite.

El 55% logró superar los objetivos respondiendo bien a lo que se les preguntaba pero no razonaron sobre la definición. Sólo el 18% pudo ir más allá de la consigna, experimentar con distintas funciones e investigar en el material para la enseñanza los distintos casos de la no existencia del límite. También trabajaron con la definición formal del límite de la función elegida demostrando la existencia del mismo de forma analítica. Lograron superar lo pedido e hicieron un uso activo del conocimiento consiguiendo aprehender el concepto de límite.

$$\begin{aligned}|x + 2| &< \delta & |(-x - 3)^2 + 2| &< \epsilon \\|x^2 + 6x + 8| &< \epsilon \\|(x + 2)(x + 4)| &< \epsilon \\|x + 2||x + 4| &< \epsilon\end{aligned}$$

Elegimos un valor  $k$  para  $\delta$ .

$$\begin{aligned}|x + 2| &< 1 \\-3 < x &< -1 \\&\text{Luego de } (x+4): \\-3 + 4 &< x + 4 < -1 + 4 \\1 < x + 4 &< 3 \\1 < |x + 4| &< 3\end{aligned}$$

Entonces:

$$\begin{aligned}|x + 2| &< \delta \\|x + 4| &< 3 \\|x + 4||x + 2| &< 3\delta \\&\text{Y:} \\3\delta &= \epsilon\end{aligned}$$

Fig. 4: Demostración analítica de la existencia del límite.

En la figura 4 se puede ver como usaron los recursos que tenía para demostrar la relación de  $\epsilon$  y  $\delta$  para esa función en particular.

## 5. Conclusiones

En la búsqueda de nuevas estrategias para abordar un tema tan complejo como es la definición formal del límite. Recurrimos a la creación de un material para la enseñanza que facilite la comprensión del mismo ya que este consta de un lenguaje puramente matemático.

Observamos que los alumnos realizaron esta actividad como algo obligatorio y que no le dedicaron el tiempo necesario para la interpretación del mismo. Hubo pocos alumnos realmente involucrados en la actividad que decidieron manipular el material y generarse imágenes mentales que ayudaron a la comprensión genuina del concepto.

Es nuestro trabajo como docente generar nuevas formas de transformar los saberes en saberes comprensibles para los alumnos. Continuamente estamos creando nuevos materiales para la enseñanza para la aprehensión del conocimiento. En esta búsqueda, realizamos otros materiales sobre los conceptos de derivada puntual, sumas de Riemann y series de Taylor, los cuales implementaremos en nuestras futuras prácticas. Pero por más “atractivo” que hagamos el material, deben entender que la decisión de involucrarse está en ellos ya que son los responsables de la organización y el desarrollo de su trabajo académico.

## Referencias

- Dewey, John (1989) Como pensamos, nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo. Barcelona. Paidós.
- Litwin, Edith (2008) El oficio de enseñar. Condiciones y contextos. Buenos Aires. Paidós.
- Litwin, Edith (comp) (1995) Tecnología educativa. Política, historias, propuestas. Buenos Aires, Paidós.
- Litwin, Edith (comp) (2005) Tecnologías educativas en tiempos de internet. Buenos Aires. Amorrortu.

- Litwin, Edith (2005) De caminos, puentes y atajos: el lugar de la tecnología en la enseñanza. Conferencia inaugural del II Congreso Iberoamericano de EducaRed “Educación y nuevas tecnologías”.
- Maggio, Mariana (2012) Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad. Buenos Aires. Paidós.
- Perkins, David (1995), La escuela inteligente, del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente. Barcelona. Gedisa.
- Stewart, James (2008), Cálculo De Varias Variables. Trascendentes y Tempranas, sexta edición (edición revisada), CENGAGE learnig,
- Vigotski, Lev (1934) *Pensamiento y Habla*. Editorial Colihue. Buenos Aires. 2007

# La ciencia ficción como herramienta didáctica en carreras tecnológicas

Martín Casatti (mcasatti@frc.utn.edu.ar), Analía Guzmán (aguzman@frc.utn.edu.ar)

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información Facultad Regional Córdoba –  
Universidad Tecnológica Nacional Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina –  
Córdoba 0351 – 4686385

## RESUMEN

El presente trabajo expondrá los beneficios de la inclusión de obras de ciencia ficción como auxiliar didáctico en el dictado de materias de carreras científico/tecnológicas. Se revisarán las bases del género, tanto en su expresión literaria como audiovisual, y su utilidad académica así como experiencias desarrolladas en otros países y sus resultados. Por último se presentará un proyecto, que está surgiendo en ámbitos académicos y divulgativos locales, que podría traer los beneficios mencionados a las universidades Argentinas.

**Palabras clave:** instrumentos didácticos, educación, ciencia ficción

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. ¿Qué es la ciencia ficción?

Todo lo que nos rodea son elementos que ayudan a forjar la cultura, lo que define la sociedad y lo que se produce en torno a ello (películas, literatura, música, videojuegos, entre otros) es un fiel reflejo de la época en que vivieron quienes los crearon.

Cada género, cada corriente artística y cada tendencia de la cultura pop tiene un sentido y busca llenar una necesidad. Desde esta perspectiva se podría afirmar que la ciencia ficción ha cumplido un rol importante y necesario en el devenir científico de la humanidad.

La ciencia ficción tiene tantas definiciones como autores y estudiosos decidan tocar el tema, pero la más precisa es quizás la que sostiene:

“La ciencia ficción es un género de narraciones imaginarias que no pueden darse en el mundo que conocemos, debido a una transformación del escenario narrativo, basado en una alteración de coordenadas científicas, espaciales, temporales, sociales o descriptivas, pero de tal modo que lo relatado es aceptable como especulación racional”. (Sánchez y Gallego, 2003)

También existen algunas definiciones un tanto poéticas como por ejemplo la de Rod Serling, el creador de la conocida serie de ciencia ficción “La dimensión desconocida”:

“La fantasía es lo imposible hecho probable. La ciencia ficción es lo improbable hecho posible”.

—Rod Serling

La ciencia ficción, que se inicia como género literario, es, desde todo punto de vista, un género artístico y como tal no necesita justificaciones más allá de ser una forma de expresión de su autor y una fuente de placer para quienes la leen.

Pero el verdadero valor de la ciencia ficción no radica tanto en sus causas y orígenes sino en los efectos que produce.

### 1.2. La “ciencia ficción científica”

En sus orígenes, el término anglosajón *Sci Fi*, diminutivo de *Science Fiction*, tenía una interpretación mucho más acabada y exacta que el término que se utiliza hoy en día. Eso es por la inexacta traducción de *Science Fiction* como *Ciencia Ficción* (literal) y no con su interpretación correcta, que sería *Ficción Científica*.

Analizada desde este punto de vista la Ciencia Ficción tiene un aire de ciencia imaginaria, ficticia, inexistente y hasta absurda, que se aleja mucho del verdadero sentido que tenían en mente quienes acuñaron el término original.

Por el contrario, si una Ciencia Ficción tiene un aire imaginario, una Ficción Científica habla de una obra de ficción sustentada con teorías científicas, con hipótesis, con proyecciones futuras y aún con máquinas y dispositivos factibles o al menos plausibles.

Parte de esos preconceptos han hecho que con el correr de los tiempos el uso de la ciencia ficción como herramienta especulativa no sea aprovechada en ámbitos académicos formales, aún a pesar de que

muchos de los más grandes exponentes del género cuentan con estudios formales en ciencias.

Sin pretender una enumeración exhaustiva se podría mencionar a Isaac Asimov (Asimov, 1995) (*Fundación, Robots*), que fue doctor en química, Larry Niven (Niven, 1974) (*Mundo Anillo, La Paja en el Ojo de Dios*) es psicólogo y matemático, Michael Crichton (Crichton, 2011) (*Jurassic Park, Presa*) era antropólogo y médico, mientras Arthur C. Clarke (Clarke, 2013) (2001, *Cita con Rama*) era matemático y físico, entre muchos otros.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. La ciencia ficción y los límites del conocimiento

Un pre-requisito inherente a toda obra de ciencia ficción es que debe desarrollarse más allá de algún tipo de límite, real o ficticio.

Considerando que la búsqueda del conocimiento científico tiene como premisa básica y fundamental, el expandir el conocimiento humano más allá de los límites actualmente existentes, se puede apreciar un paralelo significativo entre ambos enfoques, el de la ciencia y el de la ficción.

No en vano cada vez más científicos, ingenieros y tecnólogos, reconocen abiertamente la influencia fundamental que ha tenido el género, tanto en su elección de carrera como en sus trabajos y líneas de investigación.

Sin embargo, hasta el día de hoy, es notable la falta de presencia que la ciencia ficción tiene en las aulas de universidades e institutos superiores. Los científicos que se mencionaron anteriormente reconocen la influencia del género pero no de manera formal, sino como un hobby o pasatiempo de índole privada. Todos ellos han disfrutado del desafío intelectual de la ciencia ficción pero en sus vidas privadas, en sus tiempos libres, y luego han llevado esas inquietudes a sus ámbitos profesionales.

Estudios muestran que uno de los principales problemas a afrontar para la enseñanza de la ciencia radica en la percepción de la misma que tiene la sociedad en general y los alumnos en particular, quienes describen a la ciencia como:

“difícil, aburrida, sólo apta para genios y en gran parte responsable de algunos de los grandes problemas de nuestro tiempo, como el armamentismo, la contaminación, etc.” (Pérez y Matarredona, 2012)

Aún así, existen multitud de experiencias piloto realizadas en universidades que han obtenido resultados muy prometedores, tanto en el ámbito de las Ciencias Exactas (en este caso Física) (Palacios, 2007), como por parte de las Ciencias Sociales (Ciencia, Tecnología y Sociedad) (Vesga Vinchira, 2015) o la Ingeniería (Casatti, 2016).

### 2.2. ¿Para qué sirve la ciencia ficción en las aulas?

Se podría analizar el género de ciencia ficción desde un punto de vista literario y quizás desde un punto de vista especulativo y no se tardaría en encontrarle beneficios. Pero ¿qué se puede esperar de la inclusión de la ciencia ficción en los ámbitos académicos?

La ciencia ficción se caracteriza por partir de premisas científicamente plausibles para construir sus historias. Esta construcción generalmente parte de conocimiento actual que se extrapola a futuro para analizar una posible evolución de la ciencia, la técnica, el ambiente, etc. y en base a esa posible condición futura se construye un relato.

La ciencia ficción es una narrativa que nos presenta especulaciones arriesgadas y, muy a menudo, francamente intencionadas que hacen meditar sobre el mundo actual y la organización social o sobre los efectos y las consecuencias de la ciencia y la tecnología en las sociedades que las utilizan.

Desde ese punto de vista la incorporación del género es útil en cualquier ámbito académico que se preste de fomentar espíritu crítico en la juventud.

Por otra parte, las carreras de índole científica o tecnológica se pueden ver muy favorecidas por incluir en su temática el análisis de soluciones a problemas actuales pero tratados desde la óptica de la ciencia ficción. Se puede partir de condiciones ficticias y luego someterlas a análisis para determinar los puntos fuertes en la propuesta y explorar distintos medios por los cuales se podría llegar a un resultado favorable.

En tal sentido, en el año 1970 se funda la Asociación para la Investigación de la Ciencia Ficción (SFRA, por sus siglas en inglés), una asociación sin fines de lucro cuyo objetivo es el estudio de la ciencia ficción y su impacto en la sociedad y en la academia.

Formada por académicos, bibliotecarios, estudiantes, escritores, editores y aficionados en general, se dedica principalmente al estudio y análisis de libros, películas, cómics, a la vez que elabora trabajos de investigación asociados al género. Su longevidad es una muestra de la importancia que se le atribuye a la temática en algunos círculos académicos.

La organización desarrolla eventos anuales en donde, además de escuchar a expertos en el tema, se hacen entrega de diversos premios a los trabajos más destacados. En dichos eventos se han tratado temas de actual relevancia tales como perspectivas de género y feminismo (*Feminism, Fans, and the Future: Traveling the Shifting Worlds of Writers, Readers, Gender, and Race in Science Fiction* (2014)), teorías de la información, gestión del conocimiento (*Systems and Knowledge* (2016)) y la actualidad del trabajo y sus perspectivas (*The Future of Labor* (2018)) (“Science Fiction Research Association - Home”, 2018).

### 3. OBJETIVO Y METODOLOGÍA

#### 3.1. ¿Qué podemos estudiar con el auxilio de la ciencia ficción?

La gama de temas que se pueden analizar como contrapunto con obras de ciencia ficción es enorme y abarca tanto ciencia exactas, físicas y naturales como ciencias sociales y humanidades. En las próximas líneas se expondrán sólo algunos ejemplos, de algunas áreas en donde se han tratado mencionado o elaborado temáticas relacionadas, las cuales se enunciarán de manera no exhaustiva.

#### 3.2. Astrofísica con Interstellar

La película Interstellar (James, von Tunzelmann, Franklin y Thorne, 2015), del director Christopher Nolan, presenta una de las representaciones más realistas del aspecto y el funcionamiento de un agujero negro supermasivo de la que se tenga noticia. Tal hecho es reconocido por el famoso físico teórico Kip Thorne, quien colaboró en la creación del film y suministró a los equipos de efectos visuales las fórmulas matemáticas que debían describir el fenómeno (Thorne, 2014).

El análisis de la ciencia y la ficción tras la representación de Gargantúa (tal es el nombre del agujero negro) así como de la representación del hipercubo de dimensión cinco (Luminet, 2015) en el que el protagonista se encuentra en un momento del filme, servirán para tener entretenido a un curso no menos de un semestre.

#### 3.3. Ingeniería y Física con Mundo Anillo

En la novela Mundo Anillo, del escritor, psicólogo y matemático Larry Niven, los protagonistas deben explorar una extraña estructura artificial en forma de anillo que orbita un pequeño sol, y que se desplaza alejándose de un peligroso fenómeno galáctico, en dirección a la Nube de Magallanes (Besla et al. 2007). La parte interna de la estructura, que mira al sol central, ha sido terraformada (Ruiz, 2015) y es apta para la vida.

Tanto sea desde el punto de vista de la estabilidad de la estructura (McInnes, 2003), en el análisis de la dureza del material necesario para construirla, considerando que soporta tensiones extremas, o estudiando los mecanismos que impiden que el aire sea expulsado de la zona interna y se pierda en el espacio, pasando por los fenómenos climáticos de una estructura circular, la novela brinda una colección de temas que son fascinantes de explorar con una clase motivada.

Y no es cuestión sencilla refutar las especulaciones de Niven, quien ha sido conocido como el “primer autor moderno de ciencia ficción hard” debido a la precisión y exactitud con que utiliza las leyes físicas y principios de ingeniería en sus trabajos.

#### 3.4. Inteligencia artificial con Blade Runner

Aún cuando el título original de la novela de Philip K. Dick, que dio lugar a la película, es *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?*, la amplia difusión del filme (considerado ahora “de culto”) hace que la denominación más popular sea la de *Blade Runner*.

Los educadores de las áreas de informática, computación y estudios similares pueden extraer multitud de tópicos interesantes para analizar, tanto de la película como del libro, y no solamente desde un punto de vista técnico o tecnológico sino ético y moral.

Novela y película comparten un eje argumental común, en donde un conjunto de androides (robots con apariencia humana) autoconscientes, denominados *replicantes*, se utilizan en el espacio profundo para realizar trabajos en condiciones infrumanas. Deckard, el protagonista, es el encargado de “retirar” a los androides fugitivos que se refugian en la Tierra.

La novela plantea una sociedad tecnificada y decadente y coloca en medio de este escenario el dilema moral de una máquina que es consciente de si misma y se rebela contra sus creadores y explotadores. Plantea asimismo la falta de empatía tanto de los androides como de sus perseguidores y se pregunta si cualquier “autoridad moral” por parte de alguno de ellos no es sino una ilusión (Sims, 2009).

La evolución de la IA, al punto de reconocer emociones y empatizar con el otro, está representada magistralmente en la escena en la que Roy Batty, el último replicante, le dice a su perseguidor que cuelga de una cornisa:

“Es toda una experiencia vivir con miedo  
¿verdad? Eso es lo que significa ser un  
esclavo”

—Roy Batty, *Blade Runner*

Estas son sólo algunas de las posibles aplicaciones de la ciencia ficción en las aulas, pero la lista es interminable y abarca todo tipo de disciplinas, desde la biología y la genética con *Gattaca* o *The Andromeda Strain*, la sociología de *1984* o *Fahrenheit 451*, la ecología en toda la obra de Jack Vance o en películas como *Wall-E* o *Avatar* y por último la joya matemática y cinematográfica que es la película argentina *Möbius*, que tiene, además, el valor agregado de ser el trabajo de fin de carrera de estudiantes universitarios de cine (Zunino, 2008).

### 4. RESULTADOS

Existen instituciones, docentes y escritores que han dado pasos concretos para la integración de la temática de ciencia ficción con el dictado de las materias en el aula, algunos de los cuales se expondrán a continuación.

#### **4.1. De King Kong a Einstein: La física de la ciencia ficción (1999)**

Los profesores José Pont y Manuel Moreno Luján, de la Universidad Politécnica de Cataluña, publican en el año 1999 un libro titulado ‘*De King Kong a Einstein: La física de la ciencia ficción*’ (Luján y Pont, 1999) que tiene dentro de su resumen la sugestiva frase:

“[la ciencia ficción] constituye una vía alternativa de aproximación a la ciencia. La búsqueda de los principios que rigen el universo se convierte así en un reto fascinante, lúdico, sorprendente, que permite desarrollar un saludable espíritu crítico y escéptico.”

—*De King Kong a Einstein : la física en la ciencia ficción*

#### **4.2. Paradojas: Ciencia en la ciencia ficción (2000)**

El conocido estudioso y divulgador español Miquel Barceló publicó en el año 2000 el libro “*Paradojas: Ciencia y ciencia ficción*” (Barceló, 2000) en el que su prólogo habla por sí mismo:

“En cierta forma, la creación tecnocientífica, la divulgación o popularización de la ciencia y la buena ciencia-ficción se presentan como tres niveles de la necesaria comunicación de las ideas científicas entre los seres humanos de una sociedad como la actual que vive directamente las consecuencias de las realidades tecnocientíficas”.

—Miquel Barceló. *Paradojas: Ciencia en la ciencia ficción*

#### **4.3. Física de la Ciencia Ficción (2007)**

En el año 2007, Sergio L. Palacios publica en Eureka, una revista sobre enseñanza y divulgación de la ciencia, un artículo titulado “*El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: una experiencia en el aula*” (Palacios, 2007).

En el mismo describe la metodología utilizada en el dictado de la materia (electiva) “Física de la Ciencia Ficción”, de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo, en España. En el artículo, además de la metodología, se publica una lista de material bibliográfico y audiovisual y algunas guías para la adecuación de estos conceptos para su uso en otras disciplinas, como son la química, la biología, e incluso el dictado en el colegio secundario.

Es de destacar el programa propuesto de la materia, en donde un aficionado se sentiría extasiado de leer títulos como: *La ley de escala y su aplicación a criaturas gigantes y diminutas*, *La física de los superhéroes* o incluso *La física de Star Wars y Star Trek*, entre otros.

#### **4.4. Entre la ciencia ficción y las ciencias sociales: el "lado oscuro"de las ciudades americanas (2007)**

En este artículo el autor, Alain Mussei, de la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales, de París (Mussei, 2007), analiza distintas metrópolis imaginarias evaluando las descripciones que hacen sus autores sobre los pobladores, los servicios públicos, las oportunidades de empleo, la seguridad, la atención sanitaria y muchos otros aspectos.

Asimismo estudia los problemas actuales en las grandes ciudades a la luz de las soluciones que los autores de ciencia ficción han propuesto en sus obras y se detiene a analizar detenidamente la viabilidad de cada una de ellas así como sus pro y sus contras.

#### **4.5. La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias (2012)**

En el año 2012 se publica un interesante trabajo, por parte de las investigadoras Petit Perez y Solbes Matarredona (Pérez y Matarredona, 2012), que trata sobre el efecto en el alumnado del uso de la ciencia ficción para la enseñanza de las ciencias.

Es un artículo encuadrado dentro de la pedagogía de la enseñanza, pero que hace especial foco en la actitud de los estudiantes con y sin conocimiento del género hacia los científicos y la ciencia en general. Analiza también las posturas de los estudiantes con respecto a los avances científicos y tecnológicos y su capacidad para evaluar los potenciales efectos futuros de esos avances.

#### **4.6. Cine y ciencia: cuantificación y análisis de la utilización del cine de Ciencia Ficción en papers académicos (2014)**

En septiembre de 2014 Luciano Levin, de la Universidad de La Pampa (Argentina) y Daniela de Filippo, de la Universidad Carlos III de Madrid (España) publicaron este artículo en el “*Journal of Science Communication*” en el que analizan cuantitativamente la aparición de menciones a películas de ciencia ficción dentro de papers académicos (Levin y De Filippo, 2014).

El análisis que se realiza es sumamente interesante ya que incluye como criterios bajo estudio la mención del filme de acuerdo a la sección del paper (abstract, cuerpo, conclusiones), al tipo de mención que se realiza (ejemplo, descripción, contraste, análisis, validación), la frecuencia con que se menciona en el texto y quién nombra el film (el propio autor, un tercero conocido, un tercero desconocido), así como el tipo de paper (paper de investigación, presentación en congreso, artículo de revista) y la rama de la ciencia a la que pertenece (ciencias puras, ciencia aplicada, ingeniería, ciencias sociales, etc.).

También tiene en cuenta el nivel multidisciplinario que tienen estos trabajos, es decir, el grado con el cual

investigadores de diversas disciplinas trabajaron en conjunto para producir el documento y es notable la cantidad de trabajos multidisciplinarios, generalmente de ciencias duras combinadas con ciencias sociales, que utilizan la ciencia ficción como argumento en sus investigaciones.

Como se puede ver hay una creciente actitud de apertura hacia la ciencia ficción en general y un interés genuino en la utilización del género como una herramienta de educación.

Este tipo de actitud respecto de la ciencia ficción ha llevado también a la aparición de bibliotecas universitarias especializadas. Las mejores y más completas colecciones bibliográficas sobre ciencia ficción se encuentran hoy en día en algunas de las mejores universidades norteamericanas.

Son famosas en este aspecto la *Science Fiction Society Library* del conocido Massachusetts Institute of Technology (MIT) de Boston o la *Science Fiction Research Collection* de la Texas A&M University entre otras. Y ello sin olvidar la importante *Sección de Ciencia Ficción de la Biblioteca Gabriel Ferraté* de la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona, que dispone ya de más de 4500 volúmenes.

#### 4.7. UNIVAC: Red Universitaria de Artes y Ciencias

Recientemente ha surgido, por parte de alumnos, docentes y no docentes de diversas universidades públicas de Argentina, el proyecto de generar la *Red Universitaria de Artes y Ciencias*.

UNIVAC (Casatti, 2015), tal es el nombre del proyecto, busca propiciar la inclusión de la temática del género de ciencia ficción en actividades académicas, de extensión y de divulgación en los ámbitos universitarios, como una forma de reducir la brecha entre las aulas, el aficionado y la sociedad en general.

El proyecto aspira a proveer espacios de estudio de la temática, desde los puntos de vista tanto artístico como científico, y desarrollará actividades concretas tendientes a la incorporación del género como parte de las herramientas didácticas al alcance de docentes de las casas de altos estudios. Asimismo buscará la difusión de las carreras científico-tecnológicas dentro de la comunidad de aficionados al género y del público en general y brindará un enfoque alternativo de divulgación de las ciencias.

*Pórtico - Encuentro de Ciencia Ficción*, un evento emarcado dentro de las actividades de UNIVAC, ha desarrollado ya cuatro ediciones en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y una en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (UTN FRC). En el transcurso de 2018 se realizarán ediciones del evento en UNLP, UTN FRC y en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo, en Mendoza, demostrando de esta manera un crecimiento sostenido y una gradual dispersión territorial.

El evento, si bien de marcado espíritu popular y divulgativo, incorpora una sección académica de importancia, con ponencias de profesionales de diversos sectores, investigadores, escritores y mesas de debate. Muchos de esos trabajos han sido publicados en el Repositorio Institucional de la UNLP (“Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de La Plata”, 2018) y se prevé la publicación en papel de las Memorias de cada una de las ediciones, a fines de 2018 o principios de 2019.

#### 5. CONCLUSIONES

Como se ha visto la incorporación de la ciencia ficción dentro de las actividades académicas va en paulatino aumento y los resultados que se pueden esperar no son menos que prometedores.

Aunque en nuestro país las iniciativas de este tipo están todavía en una etapa muy incipiente, proyectos como UNIVAC pueden impulsar un trabajo serio y consensuado en un marco académico que pueda explotar con creces los beneficios que hemos mencionado en las líneas anteriores.

Durante el desarrollo de una reciente edición del evento *Pórtico - Encuentro de Ciencia Ficción* (noviembre de 2017), en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, se ha manifestado un importante interés en el desarrollo de este tipo de actividades, materializado en la participación de las actividades, en el envío de trabajos de investigación y ponencias, en la participación de mesas de debate y presentación de material literario y como parte integral de la organización del evento.

Un punto destacable de esta participación es que incluyó tanto a alumnos y graduados como a docentes e investigadores tanto con títulos de grado como de posgrado, evidenciando una interés transversal a todas las etapas de formación.

Encuestas posteriores al desarrollo del evento también mostraron un marcado interés en el público asistente en conocer más sobre las carreras dictadas en la Universidad Tecnológica, su ámbito de aplicación y sus incumbencias, evidenciando que este tipo de eventos pueden ser un excelente vehículo de divulgación por la gran difusión del género de ciencia ficción en la cultura general, sobre todo en el rango de edades de personas próximo al ingreso universitario.

Por otra parte, actualmente se encuentra bajo estudio la posibilidad de constituir un Grupo de Estudio de Ciencia Ficción, dentro de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, con la finalidad de explorar diversos usos del género en las carreras de ingeniería y en la producción de material de investigación y literario por parte de alumnos, docentes e investigadores.

Dicho grupo proveería un marco de trabajo ordenado y consistente que contribuiría a la generación de técnicas, materiales y lineamientos didácticos para

el uso de las diversas cátedras, así como una ámbito de discusión y debate para quienes tengan otras inquietudes como la investigación pura del género, la literatura o el desarrollo de eventos y actividades de extensionismo universitario asociadas a la ciencia ficción.

## REFERENCIAS

- Asimov, I. (1995). *I. Asimov: a memoir*. Bantam.
- Barceló, M. (2000). *Paradojas: ciencia en la ciencia ficción*. Equipo Sirius.
- Besla, G., Kallivayalil, N., Hernquist, L., Robertson, B., Cox, T., van der Marel, R. P. & Alcock, C. (2007). Are the magellanic clouds on their first passage about the milky way? *The Astrophysical Journal*, 668(2), 949.
- Casatti, M. (2015). UNIVAC. En *I Pórtico-Encuentro de Ciencia Ficción (La Plata, 2015)*.
- Casatti, M. (2016). Advertencias del futuro: ¿Qué tiene la ciencia ficción que enseñarnos a los ingenieros? En *II Pórtico-Encuentro de Ciencia Ficción (La Plata, 2016)*.
- Clarke, A. C. (2013). *Profiles of the Future*. Hachette UK.
- Crichton, M. (2011). *Conversations with Michael Crichton*. University Press of Mississippi.
- James, O., von Tunzelmann, E., Franklin, P. & Thorne, K. S. (2015). Gravitational lensing by spinning black holes in astrophysics, and in the movie Interstellar. *Classical and Quantum Gravity*, 32(6), 065001.
- Levin, L. G. & De Filippo, D. (2014). Cine y Ciencia: cuantificación y análisis de la utilización del cine de Ciencia Ficción en papers académicos. *Journal of Science Communication - SISSA – International School for Advanced Studies*.
- Luminet, J.-P. (2015). The Warped Science of Interstellar. *Inference - International Review of Science*, 1(2).
- Lupiáñez, M. M. & Pont, J. J. (1999). *De King Kong a Einstein*. Univ. Politèc. de Catalunya.
- McInnes, C. R. (2003). Non-linear dynamics of ring world systems. *Journal of the British Interplanetary Society*, 56(9/10), 308-313.
- Mussei, A. (2007). Entre la ciencia ficción y las ciencias sociales: el "lado oscuro" de las ciudades americanas. *EURE (Santiago)*, 33(99), 65-78.
- Niven, L. (1974). Bigger than worlds. *A Hole in Space*.
- Palacios, S. L. (2007). El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: una experiencia en el aula. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 4(1), 106-122.
- Pérez, M. F. P. & Matarredona, J. S. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(2), 55-72.
- Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de La Plata. (2018). acceso: Julio 7,2018. Recuperado desde <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61827>
- Ruiz, R. A. (2015). Terraformación::; Ciencia o Ficción? *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, (17), 11-3.
- Sánchez, G. & Gallego, E. (2003). ¿Qué es la ciencia ficción? acceso: Julio,2018. Recuperado desde <https://www.ciencia-ficcion.com/opinion/op00842.htm>
- Science Fiction Research Association - Home. (2018). acceso: Julio,2018. Recuperado desde <http://www.sfra.org/>
- Sims, C. A. (2009). The Dangers of Individualism and the Human Relationship to Technology in Philip K. Dick's"Do Androids Dream of Electric Sheep?". *Science fiction studies*, 67-86.
- Thorne, K. (2014). *The science of Interstellar*. WW Norton & Company.
- Vesga Vinchira, A. (2015). La ciencia ficción como herramienta pedagógica en un curso de estudios en ciencia, tecnología y sociedad: descripción de una experiencia docente. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, (12), 520-528.
- Zunino, D. (2008). Moebius: Buenos Aires subterránea y un relato de fuga [reseña de cine]. *Bifurcaciones: revista de estudios culturales urbanos*, (8), 8.

---

## Análisis y detección de patrones en un grafo conceptual construido a partir de respuestas escritas en forma textual a preguntas sobre un tema específico.

María Alejandra Paz Menvielle, Cynthia Lorena Corso, Analía Guzmán, Martín Gustavo Casatti,  
Karina Ligorria

*Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
CIDS – Centro de Investigación Desarrollo y Transferencia  
de Sistemas de Información  
Facultad Regional Córdoba – Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina – Córdoba  
0351 – 4686385*

pazmalejandra@gmail.com, corso.cynthia@gmail.com, analia.guzman@the-group.com.ar,  
mcasatti@gmail.com, karinaligorria@hotmail.com

### Resumen

En este trabajo se presenta un proyecto que busca descubrir patrones asociados a una base de conocimiento representada como una base de datos orientada a grafos. La misma contiene respuestas de exámenes en formato de texto de redacción libre relacionadas a un dominio específico, utilizada para realizar el análisis de texto en respuestas a preguntas de exámenes en la cátedra de Paradigmas de Programación, con el objetivo de detectar el grado de acierto de las respuestas de los alumnos, a la forma de representación de las preguntas de los docentes, entre otras.

Hasta el momento se ha realizado el estudio teórico de diferentes patrones, el estudio y la elección de la forma en que se implementa el diseño de un sistema de reconocimiento de los mismos, finalizando en el análisis e identificación de diferentes patrones que puedan servir para mejorar el dictado de la materia y mejorar el aprendizaje, objetivo este central en cualquier proceso educativo.

**Palabras clave:** evaluación - grafos – patrones.

### 1. Identificación

Código del PID: PIDEIUTNCO0004812.  
Tema en que se inserta: Investigación aplicada en Sistemas de Información e informática, en el campo de aplicación del desarrollo de la educación y de la promoción general del conocimiento.  
Fecha de Inicio: 01/01/2018  
Fecha de Fin: 31/12/2019

### 2. Introducción

El proyecto utiliza como caso testigo a la cátedra de Paradigmas de Programación, perteneciente a la carrera Ingeniería en Sistemas de Información, dictada en la Facultad Regional Córdoba, de la Universidad Tecnológica Nacional.

El trabajo que aquí se presenta es la continuación de los trabajos realizados durante el desarrollo del PID EIUTNCO0003592 “Metodología para determinar la exactitud de una respuesta, escrita en forma textual, a un interrogatorio sobre un tema específico”. Durante el transcurso de dicho proyecto se generó una base de conocimiento modelada como grafo

dirigido, que posee preguntas y respuestas de exámenes escritas en forma textual, así como cualquier otro concepto contenido en el programa de estudios de la materia Paradigmas de Programación. Dicho grafo es una base de conocimientos amplia y extensible, generada inicialmente por los docentes de la cátedra, utilizada para evaluar a los alumnos y que pueda ser alimentada con las respuestas que no hayan sido consideradas aún y que aporten mayor variedad a la base de conocimiento.

En el presente proyecto se propone complementar la funcionalidad del proyecto anteriormente mencionado, creando un segundo grafo, obtenido a partir de las respuestas de todos los alumnos que realizan los exámenes y que almacene el historial de las respuestas de los alumnos, para poder cotejarlo después con el grafo inicial y así poder realizar la búsqueda, el análisis y la propuesta de patrones frecuentes en el grafo conceptual.

Con el análisis de patrones se pretende descubrir algunas características importantes que se relacionen con las respuestas de los alumnos y que puedan reflejar la evaluación y el aprendizaje de los mismos. También que se pueda determinar el nivel de profundidad con el que se evalúa cada tema, si los distintos exámenes son consistentes en alcance y profundidad de evaluación de conceptos, entre otros. En relación a los contenidos de la materia, se pretende identificar si hay áreas de conocimiento evaluadas con mayor frecuencia, si hay temas que no se están evaluando, qué conceptos de la materia son mejor conocidos por los alumnos y cuáles lo son en menor medida. Esto permitirá, en última instancia, mejorar los materiales didácticos empleados como así también ajustar los instrumentos de evaluación.

## 2.1 Patrones y grafos

Un patrón es una entidad a la que se le puede dar un nombre y que está representada por un conjunto de propiedades medidas y las relaciones entre ellas (vector de características) (Watanabe, 1985).

En el dominio utilizado como caso testigo, por ejemplo, un patrón puede ser la ruta resultante de una respuesta de un alumno, de las cuales se extrae el vector de características formado por un conjunto de valores numéricos que pueden representar nivel de exactitud de la respuesta, la puntuación de la misma, la cantidad utilizada de conceptos y de relaciones, etc. El reconocimiento automático, descripción, clasificación y agrupamiento de patrones son actividades importantes en una gran variedad de disciplinas científicas, como la biología, psicología, medicina, visión por computadora, inteligencia artificial, teledetección, etc.

Lo importante de detectar patrones en los datos es que se pueden inferir causas para la agrupación de los mismos (en el caso de que se estén detectando patrones ya conocidos y ya estudiados).

Este trabajo, tiene paralelos con el llamado SNA (Social Network Analysis, Análisis de Redes Sociales) que es una disciplina cuyo objetivo es “Analizar la estructura de una red social para ‘inferir conocimiento’ de un individuo, un grupo, o las relaciones entre ellos” (Scott y Carrington, 2011).

Un grafo conceptual (Sowa, 1992) es un sistema de notación simbólica y de representación del conocimiento. Presentado por John F. Sowa, se basa en los gráficos existenciales (Peirce, 1909) de Charles Sanders Peirce, en las estructuras de redes semánticas y en datos de la lingüística, la filosofía y la psicología.

## 2.2 Patrones en Grafos

El reconocimiento o detección de patrones dentro de grafos busca detectar un subgrafo (patrón) en un grafo (objetivo). Debemos considerar que esta búsqueda de coincidencias se puede descomponer en dos partes:

1. Una concordancia estructural, en donde los nodos y relaciones del patrón conforman una estructura existente en el grafo objetivo
2. Una concordancia a nivel de elementos, en donde los nodos y relaciones, a nivel de sus atributos

particulares, tiene los mismos valores que en la estructura encontrada en el grafo objetivo.

Muchas veces la búsqueda de estas dos concordancias se ejecuta de forma separada para optimizar los algoritmos o reducir el espacio de búsqueda (Fan ,2012).

En el dominio bajo estudio, la detección de un subgrafo (patrón), se realizará en los grafos (objetivos) que representan los contenidos de la materia y las respuestas de los alumnos en las instancias de exámenes.

### 2.3. Métricas en grafos

Una herramienta ampliamente utilizada para describir grafos y que muchas veces se utiliza para iniciar el análisis de patrones existentes en los mismos, es el cálculo de métricas (Van Steen, 2010), locales o globales, que permiten caracterizar el grafo objetivo o el grafo patrón. Las métricas se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Métricas estáticas: Cuando se calculan sobre un grafo estático en un punto en el tiempo determinado. Se enfocan principalmente en las características estructurales del mismo.
- Métricas dinámicas: Tienen en cuenta la dimensión temporal de los cambios que se producen sobre el grafo. Están más enfocadas en las variaciones entre dos instantes de tiempo, antes que en las características propias del grafo en cada uno de esos instantes.

Otro enfoque para el análisis de las métricas radica en analizar sobre qué componentes del grafo se realizan las mediciones. Desde este punto de vista se tienen diversas perspectivas, siendo las más comunes:

- Métricas de redes (o globales): Son las métricas que toman como referencia el grafo completo, con todos los nodos y arcos que lo conforman. Por ejemplo: Centralidad, Conexión, Cantidad de Componentes, Tamaño del

componente gigante, Ruta más corta/larga, entre otras.

- Métricas nodos (o locales): Son aquellas que toman como referencia un nodo o subconjunto de nodos para realizar los cálculos. Por ejemplo: Conectividad, Centralidad de grado, Centralidad de cercanía, Centralidad de intermedición, entre otras.

## 3. Objetivos, Avances y Resultados

### 3.1 Objetivos

El objetivo del proyecto es analizar, detectar y evaluar patrones topológicos frecuentes en un grafo conceptual construido para determinar la exactitud de las respuestas, escritas en forma textual sobre un tema específico, utilizando una base de conocimientos diseñada como un grafo dirigido. Para ello se han identificado los siguientes objetivos particulares:

1. Explorar patrones topológicos de grafos que contengan información relevante para la identificación de estructuras dentro de la base de conocimientos de la materia Paradigmas de Programación.
2. Analizar la existencia de patrones recurrentes o subyacentes en los grafos generados a partir de las respuestas base de los docentes y los obtenidos de las respuestas dadas por los alumnos.
3. Proponer algoritmos que permitan detectar patrones conocidos en la teoría de grafos como son las "comunidades", "pares", "rutas principales" y otros patrones comunes, por medios del análisis de las métricas sobre la base de conocimiento.
4. Identificar características como exactitud, coherencia y consistencia, entre otras, de las respuestas escritas en forma textual, en la base de conocimiento diseñada como un grafo dirigido.

### 3.2 Avances

Al momento de la confección de este trabajo se ha podido cumplir con los dos primeros objetivos particulares del proyecto.

Para comenzar se realizó la exploración de diferentes patrones topológicos de grafos que pudieran ser relevantes para la identificación de estructuras dentro de la base de conocimientos de la materia Paradigmas de Programación.

Luego se analizaron diferentes formas de diseñar un sistema de reconocimiento de patrones, llegando a establecer dicho diseño a través de tres fases (Alonso Romero y Calonge Cano, 2001):

1. Adquisición y preprocesso de datos.
2. Extracción de características.
3. Toma de decisiones o agrupamiento.

#### 1 Adquisición y preprocesso de datos.

En la introducción del presente trabajo, se mencionó que se cuenta con la base de conocimiento de la materia, donde están almacenados en un grafo, los datos adquiridos y procesados relacionados a los contenidos, las preguntas y las respuestas, tanto las provistas por los docentes como las respondidas por los alumnos.

Para el manejo de la base de datos de grafos se utilizó el producto OrientDB Community Edition, es una aplicación de código abierto, con licencia Apache 2 y gratuita para todo tipo de uso. Esta base de datos de grafos implementa de forma nativa dos características que son centrales en el planteo del método de corrección. La implementación se realizó en el lenguaje Java, utilizando librerías de corrección ortográfica y de visualización de la base de grafos.

Para poder generar la segunda base de grafos, que contiene las respuestas de los alumnos, se realizó el análisis y diseño de la registración automática, cuando el sistema califica las respuestas de los alumnos en las distintas instancias de los exámenes.

#### 2 Extracción de características y agrupamiento

Para las dos siguientes fases, extracción de características y toma de decisiones o agrupamiento, se consideraron los objetivos y contenidos de la materia, las necesidades de los docentes de la cátedra, respecto a la información que les podría brindar el prototipo de calificación y en general, las características que son de interés para evaluar o estudiar los mecanismos de evaluación de la materia y el grado de aprendizaje de los alumnos.

También se consideraron algunas métricas mencionadas en el apartado anterior, relacionadas a los patrones inicialmente identificados.

Se identificaron dos grandes clases de patrones, aquellos relacionados a la evaluación y aquellos relacionados al aprendizaje de los alumnos, a partir de allí se definieron los conjuntos de patrones asociados a cada uno.

### 3.2 Resultados

El reconocimiento de patrones es un ámbito de gran auge en la actualidad, si bien la mayoría de las aplicaciones se orientan al reconocimiento de patrones sobre imágenes u otro tipo de información bidimensional, el reconocimiento sobre grafos está cobrando cada vez mayor importancia debido en gran medida al auge de las redes sociales, naturalmente modeladas como grafos, principalmente en la búsqueda de información valiosa que ya existe en la estructura de datos y que se pueda aprovechar.

En el caso particular de este proyecto de investigación se busca detectar patrones subyacentes tanto en la información del programa de la materia como de los exámenes elaborados por los docentes o en los conocimientos aprehendidos por los estudiantes, de forma tal que se pueda mejorar el dictado de la materia y mejorar el aprendizaje, objetivo este central en cualquier proceso educativo.

Se estima que los patrones previamente detectados brindarán a la cátedra de Paradigmas de Programación un sustento fáctico sobre el cual basar las posibles modificaciones a los materiales de estudio a

los métodos de dictado y a los instrumentos de evaluación, así como una herramienta tecnológica eficaz para evaluar, en un tiempo relativamente breve, el impacto de esas modificaciones sobre el cursado y la evaluación.

Se proseguirá la investigación de forma tal que los docentes cuenten con herramientas informáticas para realizar consultas sobre la base de datos de grafos, que ayuden a detectar patrones diferentes a los actualmente planteados. El objetivo final es que los propios docentes puedan indicarle al sistema, a modo de aprendizaje supervisado, qué se debe buscar de acuerdo a los objetivos de la cátedra y tener una realimentación inmediata que posibilite el análisis de diversos escenarios a la hora de plantear herramientas de evaluación y planificar el dictado.

#### 4. Formación de Recursos Humanos

La estructura del equipo de investigación está conformada por un director, un codirector, dos investigadores tesistas, un investigador de apoyo, un becario BINID, un becario alumno SAE y un becario alumno UTN-SCYT.

Relacionado con el tema del proyecto, hasta el momento se ha presentado y aprobado el trabajo integrador en la Especialidad en Sistemas de Información de uno de los investigadores tesistas. Se estima que en el transcurso del mes de agosto también presentará el plan de tesis para la Maestría en Sistemas de Información.

En el transcurso de los meses siguientes el otro investigador tesista presentará el trabajo integrador en la Especialidad en Sistemas de Información y el plan de tesis para la Maestría en Sistemas de Información.

Los becarios se incorporan con la finalidad de que inicien su formación en investigación científica y tecnológica, quienes también colaborarán en la recolección, manipulación y desarrollo de este marco metodológico.

En el marco del proyecto los estudiantes tendrán la posibilidad de hacer la Práctica Supervisada de quinto año. Los avances,

propuestas y herramientas construidas, estarán disponibles para su transferencia y aplicación en el Centro de Investigaciones, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información - CIDS. Del mismo modo la detección de patrones sobre el dominio de conocimiento de la materia Paradigmas de Programación continuará beneficiando a los integrantes de la cátedra y a los estudiantes.

#### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Desde el comienzo del proyecto se realizó la difusión de las actividades a través de la participación en congresos. Para la difusión del nuevo proyecto se presentó un trabajo en formato de paper, en WICC 2018 (WICC, 2018), en el cual se aprobó y se realizó la presentación resumen en formato de Poster. Para la difusión del primer resultado de los avances, se confeccionó un trabajo en formato de paper, presentado en CADI y CAEDI (4º CADI y 10º CAEDI, 2018), con aprobación sin objeciones.

#### Referencias

4º CADI y 10º CAEDI, 2018. *4to. Congreso Argentino de Ingeniería - CADI 2018 - y 10mo. Congreso Argentino de la Enseñanza de la Ingeniería - CAEDI -, 19, 20 y 21 de septiembre de 2018, en Hotel Holiday Inn de la Ciudad de Córdoba – ARGENTINA.*

Alonso Romero L. y Calonge Cano, T. (2001). *Redes neuronales y reconocimiento de patrones.*

Fan, W. (2012) *Graph pattern matching revised for social network analysis.* Proceedings of the 15th International Conference on Database Theory. ACM, p. 8-21.

Peirce, C (1909) *Existential graphs,* Collected Papers of Charles Sanders Peirce 4, pp. 1-7.

Scott, J. y Carrington, P. (2011). *The SAGE handbook of social network analysis.* SAGE publications.

Sowa, J. (1992) *Conceptual graph summary*, Conceptual Structures: Current Research and Practice. Ellis Horwood, New York London Toronto, pp. 3-66.

Van Steen, M. (2010) *An Introduction to Graph Theory and Complex Networks*. Copyrighted material.

Watanabe S. (1985) *Pattern Recognition: Human and Mechanical*. Wiley, New York.

WICC, 2018, 20° edición del workshop, Corrientes, Argentina, 26 y 27 de abril de 2018, organizado por Red de Universidades Nacionales con Carreras de Informática (RedUNCI) y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste.

## Alfabetización Científica, Influencia en la Formación de Competencias en Estudiantes de Ingeniería

Vanina Mazzieri\*, Mauren Fuentes Mora, Nicolás Carrara, Agustina Grimaldi, Carlos A. Avalis

Departamento Materias Básicas. Facultad Regional Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional.  
Santa Fe. Argentina \*E.mail: [vanimazzieri@hotmail.com](mailto:vanimazzieri@hotmail.com)

### Resumen

Con este trabajo se pretende evaluar el grado de alfabetización científica y su influencia en la formación de competencias en estudiantes universitarios de las carreras de Ingeniería Mecánica, Sistemas, Civil y Eléctrica de la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, a través de la implementación de nuevas tecnologías de la información como son actividades no presenciales.

Se analizan los resultados de dos actividades secuenciales realizadas durante el primer cuatrimestre de 2018, como estrategia para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de Química General, materia del ciclo básico de la currícula de Ingeniería, y formar competencias en comunicación, interacción con el mundo físico, tratamiento de la información, matemáticas y de aprendizaje.

La actividad consistió en la observación y análisis de videos desarrollados en la Unidad Docente Básica (UDB) de Química sobre temas integrados de la materia. Las respuestas debían estar basadas en textos argumentativos, desarrollados en ambientes no presenciales y en grupos reducidos. Según el análisis taxonómico, más de un 80% de las respuestas fueron satisfactorias, notándose una ligera mejoría hacia la segunda actividad.

De acuerdo con las habilidades y competencias puestas en juego, y en el contexto de las estrategias empleadas, se denotaron avances en la adquisición de conocimientos de la materia.

**Palabras clave:** alfabetización científica, competencias, taxonomía SOLO.

### 1. Introducción

Una enseñanza basada en competencias se orienta a formar ciudadanos para un mundo en plena transformación, capaces de afrontar situaciones y problemas de la vida cotidiana. La búsqueda de soluciones a determinados problemas en cualquier área del conocimiento no es algo innato a las personas, sino que depende de las competencias que tienen dentro de esa área. Estas competencias básicas tienen la finalidad de fomentar un aprendizaje continuo, desarrollar las capacidades necesarias para desenvolverse en la sociedad actual y promover valores que sustentan la práctica de una ciudadanía democrática y la cohesión social (Pérez Gómez, 2007). Se trata de integrar una enseñanza/aprendizaje de conocimientos con la adquisición y desarrollo de competencias, especialmente la de transferir los conocimientos aprendidos a otros contextos, formando de este modo personas con alto grado de alfabetización científica (Biggs, 2005).

El alfabetismo científico se caracteriza particularmente por involucrar habilidades argumentativas como hipotetizar, fundamentar, justificar, manejar datos, etc; que determinan no solo una mejora en los aprendizajes curriculares en ciencias, sino que favorece el desarrollo de recursos cognitivos para la construcción de un conocimiento flexible y habilidades de pensamiento complejo (Khun, 2000).

Para este fin se trabajó con actividades no presenciales, en las que se plantearon conceptos básicos de la asignatura Química General. Estas actividades se encuentran en las aulas virtuales de cada una de las Ingenierías que se dictan en la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional (FRSF-UTN). Se utilizaron distintos instrumentos de evaluación: textos argumentativos, resolución de problemas

matemáticos, interpretación de resultados, resolución de problemas integradores, secuencias de actividades, etc. Para su análisis se utiliza la Taxonomía SOLO acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes (Biggs, 2005).

## 2. Marco teórico

El conocimiento científico y tecnológico se ha convertido en un elemento esencial para el funcionamiento de las sociedades modernas, así lo reconocen los distintos organismos internacionales y nacionales que sitúan el desarrollo de la educación científica y tecnológica entre los objetivos educativos más importantes de este siglo. Un imperativo de la educación actual es la formación de ciudadanos, que se integren en un mercado laboral cada vez más flexible, capaces de desarrollar un proyecto de vida autónomo y participar democráticamente en la nueva sociedad del conocimiento. Mientras el currículo tradicional prima la enseñanza de los saberes declarativos y tiene una finalidad dirigida a desarrollar estudios superiores; un currículo basado en competencias se orienta a formar ciudadanos para un mundo en plena transformación capaces de afrontar situaciones y problemas de la vida cotidiana. Se trata de una enseñanza/aprendizaje de conocimientos con la adquisición y desarrollo de competencias, especialmente la de transferir los conocimientos aprendidos a otros contextos: formar alfabetos científicos.

El alfabetismo científico supone haber desarrollado un conjunto de competencias básicas para desempeñarse no en un sistema semiótico sino en muchos a la vez. La actividad científica es un género discursivo que moviliza una combinación de sistemas semióticos (habla, escritura, aritmética, álgebra, química, etc) y tipos discursivos (argumentativo, narrativo) conformando una estructura simbólica funcional (Khun, 2000). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2006) expresó que el alfabetismo científico no solo implica tener los conocimientos científicos pertinentes, sino la capacidad de aplicarlos funcionalmente. Es una de las competencias indicada por organismos internacionales

(OCDE, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, American Association of Advancement of Science) como indispensable para el desarrollo del capital humano de un país.

La educación, bajo el enfoque de competencia, asume que las situaciones de la vida real no vienen envueltas en disciplinas o contenidos exactos, por lo que, para resolver los problemas que la vida presenta es necesario contar con un saber interdisciplinario y no solo con un cúmulo de conocimientos disciplinares, por más sólidos que estos sean.

El concepto de competencia científica pone el acento en el hacer y en el saber hacer, en la movilización o aplicación del conocimiento, subrayando de este modo la importancia de la funcionalidad de los aprendizajes escolares. No basta con adquirir unos conocimientos, retenerlos y memorizarlos, ni siquiera con memorizarlos comprensivamente, como lo haría una persona erudita; además, hay que movilizarlos e integrarlos cuando la situación y las circunstancias lo requieran (Coll, 2007).

Las competencias que se evaluarán en este trabajo son:

-Competencia en comunicación lingüística: utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita, de representación, interpretación y comprensión de las actividades.

-Competencia matemática: habilidad para utilizar y relacionar los números, sus operaciones básicas, los símbolos y las formas de expresión y razonamiento matemático.

-Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana.

-Tratamiento de la información y competencia digital: habilidad para buscar, obtener, procesar y comunicar la información y transformarla en conocimiento.

-Competencia para aprender a aprender: supone disponer de habilidades para iniciarse en el aprendizaje y ser capaz de

continuar aprendiendo de manera cada vez más eficaz y autónoma de acuerdo con los propios objetivos y necesidades.

Para la química tiene especial relación la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. Esta competencia requiere el aprendizaje de los conceptos básicos que permiten la interpretación de los fenómenos, el establecimiento de relaciones elementales entre ellos, la asociación de causas y efectos y la transferencia de manera integrada de estos conocimientos en otros contextos.

Los avances que se han venido observando en la última década en materia de tecnología aplicada a la educación, necesariamente han generado cambios en el paradigma de la forma en cómo se enseña y se aprende. Una de las herramientas más importantes que son aplicables a este contexto, son las aulas virtuales o entornos virtuales de aprendizaje, que favorecen una mayor competitividad y posicionamiento como entidad de Educación Superior y genera una cultura del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Cuban (2002) afirma que la incorporación de las TIC permite organizar las clases en forma diferente dando a los estudiantes mayor control sobre sus aprendizajes (Díaz Barriga, 2009). Esta situación transforma fundamentalmente los roles de los docentes y de los alumnos, la organización social de la clase y las relaciones de poder entre los docentes y alumnos (Linn, 1998).

El aprendizaje transversal de herramientas basadas en las TIC aparece en todos los planes nacionales de educación (Ley de Educación Nacional N° 26.206. Art 100. Resolución 123. Anexo I).

Hay que considerar, por otra parte, la conveniencia de proponer actividades de enseñanza tanto dentro como fuera del aula, en consonancia con el carácter de los créditos universitarios actuales (Alfa Tuning América Latina, 2011- 2013).

### 3. Objetivos y Metodología

En este trabajo se evalúan actividades no presenciales, en las que se plantearon conceptos básicos de la asignatura Química General. Estas actividades se encuentran en

las aulas virtuales de cada una de las Ingenierías que se dictan en Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional. Se utilizaron distintos instrumentos de evaluación: textos argumentativos, resolución de problemas matemáticos, interpretación de resultados, resolución de problemas integradores, secuencias de actividades, etc. Para su análisis utilizamos la Taxonomía SOLO, acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes (Biggs, 2005), que permite clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural. Se puede evaluar, de modo sistemático, cómo los estudiantes crecen en complejidad estructural al llevar a cabo tareas, haciendo referencia a cinco niveles o enfoques de aprendizajes (procesos cognitivos requeridos para obtener resultados de aprendizaje).

#### • Aprendizajes superficiales

I. Preestructural: Las respuestas son simplemente erróneas o utilizan tautología, que no dan pruebas de un aprendizaje relevante.

II. Uniestructural: Las respuestas sólo cumplen con una parte de la tarea, pasan por alto algunos atributos importantes. Estas respuestas se quedan en la terminología, están bien orientadas, pero poco más.

III. Multiestructural: En estas respuestas no se aborda la cuestión clave. Esta respuesta si se elabora de manera más completa constituiría lo que llaman “contar conocimientos”, apabullar con un montón de datos, pero sin estructurarlos como se debiera.

#### • Entendimiento profundo

IV. Relacional: Se produce un cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión. Ya no se trata de hacer una lista de datos y detalles: abordan un punto, dándole sentido a la luz de su contribución, al tema en su conjunto. Éste es el primer nivel en el que puede utilizarse adecuadamente el término “comprensión” en un sentido académicamente relevante.

V. Abstracto ampliado: La esencia de la respuesta abstracta ampliada es que trasciende lo dado, mientras que la respuesta relacional se queda en ella. El todo

coherente se conceptúa en un nivel superior de abstracción y se aplica a unos campos nuevos y más amplios.

A través de la evaluación usando este sistema de calificación definimos qué pretendíamos que aprendan los alumnos (competencias establecidas):

- Resolución de una situación problema.
- Conocimientos académicos vinculados a la materia.
- Conocimientos vinculados al medio profesional.
- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo.
- Comunicación: argumentación y presentación de información.
- Actitudes y valores: meticulosidad, precisión, revisión, tolerancia, contraste.

El desafío consistió, entonces, en diseñar experiencias de aprendizaje en un entorno TICs (Díaz-Barriga, 2009) en las que el estudiante pueda, desde sus formas de ver y comprender la realidad, construir nuevos aprendizajes significativos y formular y aplicar soluciones a distintas situaciones problemáticas.

Se trabajó en forma grupal, evaluando dos actividades consecutivas. Los alumnos debieron justificar secuencialmente (con una diferencia de 4 semanas) experiencias de las Actividades 1 y 2, desde el punto de vista nanoscópico. Estas actividades no presenciales se encuentran en el Campus de la Facultad y en los links (<https://youtu.be/LzpV6-FNZMA>; <https://youtu.be/GP6FPLHfzW4>). La primera actividad involucra sustancias como: agua, cobre, dicromato de potasio, disolución (dsn) de sulfato de cobre; la segunda: disolución de ácido sulfúrico, granallas de cinc, disolución de sulfato de cinc e hidrógeno. Ambas actividades incorporan conceptos similares y permiten evaluar la progresión del nivel de interpretación y la calidad con la que se brindan las respuestas. En ambas actividades debieron responder cuestionarios con las siguientes preguntas:

1. Escribir las fórmulas químicas.
2. Clasificar las sustancias en simples, compuestas o mezclas.

3. Agrupar las sustancias puras en iónicas, covalentes o metálicas.

4. Realizar las estructuras puntos de Lewis de las sustancias puras.

5. Identificar las propiedades intensivas y extensivas que se presentan.

La competencia matemática es evaluada en la segunda actividad a través de la siguiente consigna:

6. Resolver un problema integrado de esquiometría y concentraciones.

En síntesis, el trabajo tiene como objetivo evaluar, haciendo uso del método taxonómico SOLO, si los alumnos han adquirido las competencias mencionadas, a partir de la resolución de actividades grupales no presenciales consecutivas.

#### 4. Resultados

Como se ha mencionado, se pretende analizar si los estudiantes pueden mejorar sus competencias científicas mediante ejercicios secuenciales, desarrollados en forma grupal y en entornos no presenciales. Se trabajó con una muestra de 85 grupos de entre tres y cuatro alumnos cada uno, evaluando a un total de 420 estudiantes.

La Tabla I resume los resultados de la evaluación por preguntas de acuerdo con la clasificación taxonómica SOLO. En la Figura 1 se muestran en forma gráfica los porcentajes del análisis taxonómico por pregunta comparativo entre ambas actividades. Las preguntas (2) y (5), relacionadas con la clasificación de las sustancias en simples, compuestas o mezclas y la clasificación de propiedades intensivas y extensivas, respectivamente, resultaron ser las más desfavorables; denotando un aprendizaje superficial (preestructural y uniestructural) entre un 16% y 21%.

En el caso de la pregunta (1), algunos estudiantes no supieron distinguir la presencia de agua en las disoluciones; es decir, su comportamiento como mezcla, definiendo sólo el soluto como compuesto. En la pregunta (5) si bien hubo definiciones correctas sobre los conceptos de propiedades intensivas y extensivas, falló la clasificación.

Como se puede observar, el mayor porcentaje de respuestas para todas las preguntas y en ambas actividades recae en la categoría de entendimiento profundo relacional (IV). Un ligero incremento en la calidad de las respuestas se observa entre ambas actividades, yendo del 10% al 15% y hasta 20% en las preguntas (2), (3) y (5) con clasificación de entendimiento profundo abstracto ampliado (V). La pregunta (3) se basaba en la clasificación de las sustancias de acuerdo a las características de sus enlaces, agrupándolas en iónicas, covalentes o metálicas. La mayor dificultad estuvo dada por reconocer cuándo se trata de una sustancia pura. En muchos casos se clasificaron los solutos de las disoluciones, porque de inicio no se reconoció que se trataba de una mezcla.

De forma general, los estudiantes mostraron una buena predisposición hacia las actividades propuestas. Estas son actividades grupales, pero a diferencia de otras como los trabajos en comisiones para el informe de trabajos prácticos, las actividades evaluadas en este trabajo estuvieron basadas en el uso de tecnologías de la información (TICs), cuyo resultado depende de las interacciones e interpretaciones que pueden aportar cada uno de los miembros del grupo sin la intervención del docente, a partir de la orientación previa de dicha actividad en el aula.

Si bien se les provee de un formato para la presentación del informe, cada grupo tiene la posibilidad de personalizar la entrega, incorporando los elementos de imagen y edición que estimen pertinentes. Esto les da

la posibilidad de crear e innovar en la medida de la madurez, comprensión y habilidades adquiridas. En la Figura 2 se puede observar que, como resultado general, las respuestas incluidas en las categorías de entendimiento profundo (III-V) superan el 80% en ambas actividades, con una ligera mejoría hacia la segunda. Por lo que consideramos satisfactoria la experiencia y en vías de consolidar las competencias previstas: comunicación lingüística, conocimiento del mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital; y competencia para aprender a aprender, con un mejor manejo de habilidades y herramientas en la segunda actividad.

Específicamente, la pregunta 6, evaluada como problema integrador en la actividad 2, también evidenció la capacidad de los estudiantes de integrar conocimientos y desarrollar ciertas competencias matemáticas. Sólo un 2% de los grupos no logró resolver en forma satisfactoria el problema, que requería calcular la masa de reactivos a partir de un cálculo de concentración y luego definir la sustancia limitante para resolver la estequiometría de la reacción.

Como trabajo futuro, se continúa trabajando en el diseño y producción de nuevas actividades sobre temas de interés de la materia Química General, haciendo uso de las capacidades materiales, técnicas y humanas con las que cuenta la UDB, y con el objetivo de incentivar el interés por la investigación, el uso de tecnologías de la información y el trabajo en equipo. Todas, competencias imprescindibles para la formación de ingenieros.

Tabla 1. Resultados de la evaluación taxonómica de las Actividades 1 y 2.

Preg.	Taxonomía* (%)									
	Actividad 1					Actividad 2				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	2	0	0	98	0	0	0	0	100	0
2	18	0	0	72	10	11	5	0	64	20
3	8	5	0	77	10	5	8	0	72	15
4	5	0	0	87	8	0	0	0	92	0
5	21	0	0	68	11	20	0	0	65	15
6						2	0	10	80	8

\* Aprendizajes superficiales: I- Preestructural, II- Uniestructural. Entendimiento profundo: III- Multiestructural, IV- Relacional, V- Abstracto ampliado.

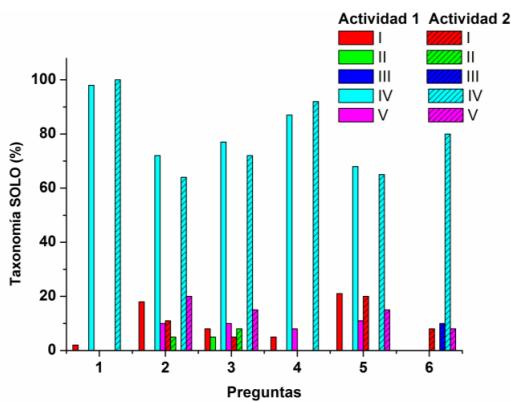


Figura 1. Comparación entre los resultados taxonómicos, por preguntas, obtenidos para las actividades 1 y 2.

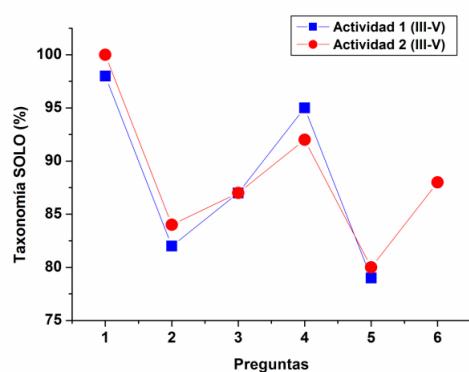


Figura 2. Comparación entre los resultados taxonómicos (categorías III-V) obtenidos para las actividades 1 y 2.

## 5. Conclusiones

A partir del análisis taxonómico de los resultados de dos actividades no presenciales consecutivas de la materia Química General del ciclo básico de las carreras de Ingeniería de la FRSF-UTN, se evaluaron las habilidades cognitivas y las competencias de los estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica, Civil, Sistemas y Eléctrica de dicha facultad. En general, hubo una buena asimilación de los contenidos de la materia en las actividades propuestas. Más del 80% de las respuestas estuvieron categorizadas dentro de lo que se conoce como entendimiento profundo (categorías III-V), observando una ligera mejoría en la calidad de respuesta de la segunda actividad. Se considera satisfactoria la experiencia, tanto en el cumplimiento de los objetivos de la materia propuestos con la resolución de las actividades, la metodología de evaluación empleada y el mejoramiento de la formación de competencias en estudiantes de las carreras de ingeniería. Se continuará desarrollando este tipo de actividades que generan autonomía y promueven el uso de herramientas computacionales y de la información, que se encuentran a disposición de los estudiantes.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a las autoridades, docentes de la UDB Química y estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica,

Civil, Sistemas y Eléctrica de la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

## Referencias

- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Nancea de Ediciones.
- Coll (2007). *Una encrucijada para la educación escolar*. Cuadernos de Pedagogía, Nº370.
- Cuban, L. (2002). *Computer in the classroom*, Cambridge & London: Harvard University Press, 2001.
- Díaz-Barriga, F. (2009). *Las TIC en la educación y los retos que enfrentan los docentes*. Madrid: OEI.
- Informe PISA 2006 - Datos: *Competencias científicas para el mundo del mañana*, OCDE-Santillana, 2006.
- Khun, D. (2000). *Metacognitive Development*. Sage Publications Inc. Vol 9. Nº 5. Pag. 178- 181.
- Linn, M.C. (1998). *Educational Technology, Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, New York, 265-420.
- Pérez Gómez, A. (2007). [http://213.0.8.18/portal/Educantabria/Descargas/Publicaciones/2007/Cuadernos\\_Educa\\_cion\\_1.PDF](http://213.0.8.18/portal/Educantabria/Descargas/Publicaciones/2007/Cuadernos_Educa_cion_1.PDF).
- Proyecto Tuning. Alfa Tuning América Latina: Innovación Educativa y Social. Revisado 04/12/14. [www.tuningal.org.2011](http://www.tuningal.org.2011)

# La enseñanza de geotecnia y cimentaciones

Gonzalo Aiassa Martínez y Pedro Ariel Arrúa

Departamento Ingeniería Civil  
Facultad Regional Córdoba, Universidad tecnológica Nacional  
Ciudad Universitaria, Córdoba, [gaiassa@frc.utn.edu.ar](mailto:gaiassa@frc.utn.edu.ar)

## Resumen

*El plan de estudios de ingeniería civil de la UTN, contempla la asignatura de geotecnia en cuarto año, y cimentaciones en quinto. Son asignaturas íntimamente relacionadas, y el objetivo general en la formación se orienta hacia lograr desarrollar habilidad para la solución de problemas de ingeniería geotécnica. Para cumplir este objetivo final, consideramos necesario proporcionar una formación basada en cuatro principios: (1) Teoría, (2) Aplicación, (3) Experimentación, y (4) Proyecto de Ingeniería. En este trabajo se presenta la implementación de las asignaturas en la Facultad Regional Córdoba orientada a formar futuros profesionales con fuerte formación básica y destreza en la solución de problemas en el proyecto y diseño de estructuras geotécnicas.*

**Palabras clave:** teoría, experimentación, obras.

## 1. Introducción

El perfil del ingeniero tecnológico es claro. Se presenta como un ingeniero capacitado para desarrollar sistemas de ingeniería y paralelamente desarrollar su creatividad en el uso de nuevas tecnologías, con capacidad de innovación al servicio del crecimiento productivo, generando empleos y posibilitando el desarrollo social.

El ingeniero civil de hoy está encargado de resolver los problemas de infraestructura para la producción de bienes y servicios del país en general: edificios, fábricas, viviendas, puentes, carreteras, vías ferroviarias y navegables, puertos y aeropuertos, usos hidroeléctricos, sistemas de riego, defensas aluvionales, distribución de agua, desagües pluviales, cloacas, e

industriales, entre otros. También entiende en seguridad, mantenimiento y operación, modernización, planificación, control ecológico y eficiente reemplazo de la infraestructura, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos (UTN, 2004).

La ingeniería de cimentaciones se considera parte de la ingeniería geotécnica. Podemos decir que la ingeniería geotécnica estudia los problemas referidos a la relación entre las obras de ingeniería y el ámbito que los contiene y soporta. Diferentes autores han propuesto diversas definiciones para esta especialidad de la ingeniería civil. Terzaghi (1949) define la mecánica de los suelos como la aplicación de las leyes de la mecánica y de la hidráulica a los problemas de ingeniería relacionados con los sedimentos y otros depósitos no consolidados de partículas sólidas producidos por la desintegración mecánica o química de las rocas, prescindiendo de que contengan o no elementos orgánicos. Por otro lado, la ingeniería de fundaciones o cimentaciones puede definirse como la ciencia y arte de aplicar los principios de mecánica de suelos y estructuras, junto al criterio y juicio del ingeniero, para resolver problemas de interfase (Bowles, 1982). La ingeniería geotécnica integra a la mecánica de suelo y la ingeniería de fundaciones. En este sentido, se define a la mecánica de suelos como el estudio del comportamiento ingenieril del suelo al ser empleado como material de construcción o fundación. Luego, la aplicación de los principios de la mecánica de suelos para el diseño y construcción de fundaciones de diferentes tipos de estructuras corresponde a la ingeniería de fundaciones o cimentaciones. La ingeniería geotécnica incluye ambas, mecánica de suelos y fundaciones (Venkatramah, 2006). De alguna manera,

la ingeniería geotécnica combina la física y geología, con la hidráulica, estructuras, transporte y construcción (Holtz and Kovacs, 1981).

Para Das (2010), la ingeniería geotécnica es una disciplina de la ingeniería civil que involucra los materiales naturales próximos a la superficie de la Tierra, e incluye la aplicación de principios de la mecánica de suelos y rocas al diseño de fundaciones, estructuras de sostenimiento, y obras de suelo estructural.

Las definiciones presentadas permiten pensar en la ingeniería geotécnica como un área de conocimiento que se fundamenta en las ciencias formales y fácticas, y se aplica en combinación con la experticia del ingeniero civil.

La propuesta es acercarse a los problemas de la especialidad, integrando teoría y práctica al estilo de trabajo profesional. Es necesario abordar lo teórico y práctico de manera complementaria, y no aislada, a los fines de entrenar un estilo de trabajo profesional racional, metodológico, fundamentado, y abierto a nuevas soluciones.

## 2. Propósitos

En la actualidad se ha facilitado fuertemente el acceso a la información. Es deseable priorizar la formación por sobre la información. No obstante, prestando cuidado de no caer en un desbarate de contenidos en la estructura de programas analíticos. No resulta imaginable un profesional formado desinformado, y que ignore en absoluto los contenidos. Estamos convencidos de que el desafío actual no es simplemente reducir contenidos. La información, los contenidos básicos, deber estar presentes e internalizados, y sobre esta base, avanzar en una formación que permita un espíritu científico y técnico, crítico, independiente, innovador, creativo y con habilidad de resolver problemas y asimilar nuevos conocimientos a futuro.

De esta manera, consideramos apropiado proporcionar una formación basada en cuatro principios:

- (1) Teoría
- (2) Aplicación
- (3) Experimentación

### (4) Proyecto

Si se logra cumplir estos cuatro principios en la formación de Geotecnia y Cimentaciones, creemos que estamos en camino hacia una formación integral dentro del área de conocimiento.

## 3. Geotecnia

Se desarrolla en 13 ejes temáticos, que incluyen el siguiente contenido específico:

- Introducción
- Propiedades geológicas y formación de depósitos naturales de suelos
- Propiedades físicas y químicas de los suelos utilizados en ingeniería.
- Hidráulica de los suelos.
- Presiones y deformaciones en la masa de suelo.
- Compresibilidad y asentamiento en los suelos
- Resistencia al corte del suelo.
- Empuje de suelos.
- Compactación de suelos.
- Estabilidad de taludes.
- Capacidad de carga.
- Exploración geotécnica.
- Mecánica de rocas

El desarrollo de la asignatura es mediante clases teórico práctica, con resolución de ejercicios básicos de aplicación de la teoría. Por otro lado, se realizan actividades de laboratorios ejecutando los ensayos clásicos y de control. Los siguientes, son los ensayos que se realizan:

- Contenido de humedad.
- Peso Unitario.
- Límites de consistencia.
- Análisis Granulométrico. Tamices e hidrómetro.
- Consolidación.
- Compresión confinada
- Compresión simple y triaxial.
- Compactación. Proctor estándar y modificado.
- Peso Unitario In situ.

En Geotecnia se trabaja fundamentalmente en la formación básica en teoría, y aplicaciones elementales. También experimentación en prácticas de laboratorio y campo.

## 4. Cimentaciones

Se desarrolla en 6 ejes temáticos, con el siguiente contenido específico:

- Tipos de cimentaciones.
- Cimentaciones superficiales.
- Cimentaciones profundas.
- Cimentaciones sometidas a acciones vibratorias.
- Estructuras sometidas a presión de suelo.
- Patología

El desarrollo de la asignatura es mediante clases teórico práctica, con resolución de ejercicios y problemas de aplicación. Recientemente, se ensayos experimentales de laboratorio y campo, para la determinación del valor soporte y pruebas de carga de fundaciones.

Durante el cursado se desarrolla un trabajo práctico integrador, correspondiente a la solución completa de un sistema de cimentación para un proyecto de ingeniería. Se trabaja en grupos de 2 o 3 integrantes. La presentación del trabajo práctico integrador se realiza mediante un coloquio, y deberá incluir memoria de cálculo, planos de proyecto, y una reseña de la metodología de construcción. Para el desarrollo, cada grupo deberá presentar un proyecto de ingeniería/arquitectura al inicio del cursado, con su respectivo informe de estudio de suelo. Los docentes de la asignatura deberán avalar el mismo.

En Cimentaciones se trabaja fundamentalmente en la formación aplicada para la resolución de problemas de proyecto y obras de ingeniería.

## 5. La explicación como medio facilitador

Uno de los objetivos atribuido a la actividad docente es la aspiración de proporcionar explicaciones. En la ciencia, la conformidad con los hechos observables y la compatibilidad con otros conocimientos aceptados tienen gran peso. El poder explicativo de una teoría constituye un factor importante, y los científicos lo tienen en cuenta en el momento de optar entre teorías rivales.

La clasificación de los distintos géneros de explicación se basa a menudo en el hecho de que una explicación se concibe habitualmente como un argumento o razonamiento en el cual las premisas ofrecen un fundamento total o parcial de la conclusión, la cual describe el hecho que se quiere explicar. Los criterios de clasificación suelen apoyarse en la inclusión o la ausencia de leyes científicas entre las premisas y en las diferencias que surgen del carácter deductivo o probabilístico de la conexión inferencial que vincula los componentes de la explicación. Las discusiones generadas en torno de la explicación se inscriben en el debate suscitado alrededor de la cuestión de si existe un método compartido por todas las ciencias fácticas o si los métodos varían conforme la naturaleza de las distintas disciplinas. (Gaeta et al., 1996).

La forma en que explicamos “contenidos básicos” o “estrategias para resolver problemas” es importante. No basta con saber, sino saber transmitir, y para este propósito los modelos de explicación científica proporcionan una poderosa herramienta que, desafortunadamente, no siempre la aprovechamos en la docencia.

## 6. Futuro cercano

La facilidad de acceso a la información y velocidad en las comunicaciones, son dos factores claves para el replanteo de “futuras próximas” modalidades de implementación didáctica. En este sentido migrar de un docentes “dictador de contenidos” hacia un “facilitador de contenidos” es algo que debe ser considerado. El tiempo presencial debería comenzar a destinarse a esclarecer dudas y resolver problemas aplicados. La clase debería ser el disparador de preguntas y búsqueda de soluciones para situaciones problemáticas concretas de ingeniería.

Ahora, ¿cuándo los alumnos estudian el tema? La respuesta es simple: debemos procurar facilitar a los estudiantes, a través del portal institucional, material de estudio, vínculos de interés, a fin de que el mismo sea leído en forma previa a la clase. Sólo de esta manera, el esquema presencial propuesto tendrá provecho.

Las actividades experimentales básicas, científicas y didácticas en el laboratorio, constituyen un instrumento fundamental e irremplazable en la formación. De esta forma, “ver, tocar, sentir le suelo”, así como “instrumentar, medir, reportar”, para finalmente pasar en limpio, analizar, concluir y emitir recomendaciones sobre la base de los resultados constituye un proceso valioso en la disciplina de geotecnia y cimentaciones.

¿Cómo debería ser la evaluación? Consideramos que la evaluación deberá estar compuesta de tres etapas:

- (1) Contenido: preguntas a responder y desarrollar. Así se podrá valorar el conocimiento de la teoría básica conceptual de la asignatura. Será bajo la modalidad presencial, individual, escrita, y a “libro cerrado”
- (2) Aplicación: resolver ejercicios básicos y problemas concretos. Así se podrá valorar la destreza práctica sobre los temas de la asignatura. Será bajo la modalidad presencial, individual, escrita, y a “libro abierto”
- (3) Proyecto: desarrollar un proyecto completo de ingeniería de la especialidad. Con memorias de cálculo, reglamentaciones vigentes, planos ejecutivos, y demás documentación. Será bajo la modalidad semi-presencial, grupal (2 a 3 integrantes), y un coloquio final.

De esta forma, se procura una formación integral en la disciplina.

## 7. Conclusiones

La docencia y sus estrategias didácticas se encuentran en un proceso de cambio de paradigma inminente. Esto es impulsado, fundamentalmente por la facilidad de acceso a la información y el incremento en la velocidad de las comunicaciones.

Esta facilidad de acceso a la información, o contenido, con frecuencia tienda a incurrir en la frase: “total está en la red”, lo busco cuando lo necesite. Esto, si bien en parte es cierto, no sustituye la necesidad de que la formación se base también en la adquisición de contenidos. La facilidad de acceso a la

información es una herramienta que debe proporcionar facilidades, pero no sustituir la necesidad de conocimiento de los principios básicos de cualquier disciplina.

No obstante, esta facilidad nos permite que modifiquemos la utilización del tiempo presencial hacia actividades donde se ponga a prueba la formación específica parcial previa de los estudiantes, y la habilidad de construir nuevos conocimientos a partir de la necesidad concreta.

Los nuevos tiempos nos llevan a la necesidad de “resolver problemas”. Esta destreza se logra bajo conocimientos básicos, práctica, habilidad para buscar contenidos complementarios, investigación, y mucha creatividad.

## Agradecimientos

Se agradece al apoyo recibido por la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (Departamento de Ingeniería Civil - GIGEF).

## Referencias

- Bowles J. (1982). *Foundation analysis and design*, McGraw-Hill, New York.  
Das B. (2010). *Principles of geotechnical engineering*, Cengage Learning, Stamford.  
Gaeta, R.; Gentile, N.; Lucero, S. y Robles, N. (1996). *Modelos de explicación científica*. Editorial Universitaria de Buenos Aires.  
Holtz R. y Kovacs W. (1981). *An introduction to geotechnical engineering*, Prentice Hall, New Jersey.  
Terzaghi K. (1949). *Theoretical soil mechanics*, Wiley and Sons, New York.  
UTN (2004). *Ordenanza 1030*. Adecua el diseño curricular de la carrera de ingeniería civil.  
Venkatramiah C. (2006). *Geotechnical engineering*, New Age International Publishers, New Delhi.

## Propuesta de modelo de multiclasicación aplicado a la enseñanza Blended learning.

Cynthia L. Corso, Calixto Maldonado, Luque Claudio, Casatti Martín, Martínez Gimena, Sarmiento Leandro.

Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información (CIDS)

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional

Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina – Ciudad Universitaria – Córdoba

0351 - 4686385

{corso.cynthia, calixtomaldonado, cluque, mcasatti, gimeMartinez05, lean.ls}@gmail.com

### Resumen

*Bagging IFS-CoEvolution (Bagging Instance Future Selection CoEvolución) es un modelo de multiclasicación diseñado para la generación de modelos de conocimiento de carácter predictivo, que será transferido para fortalecer el proceso de toma en el ámbito de la enseñanza Blended learning. Los objetivos principales son:*

*a) Desarrollar una nueva técnica de minería de datos que permita mejorar la calidad de los patrones y modelos de predicción que pueden extraerse con las técnicas de clasificación actualmente existentes. b) Brindar a los docentes modelos de predicción, referidos a los procesos de aprendizaje, que sean de calidad y precisión. c) Detección temprana y tratamiento de comportamientos irregulares entre los estudiantes matriculados en cursos virtuales, con la finalidad de mejoramiento en el rendimiento académico.*

**Palabras clave:** método de multiclasicación, Blended learning, modelos de conocimiento predictivos.

### 1. Identificación

*Código del PID: UTN3931*

*Programa: Ciencias de la Computación e Informática.*

*El proyecto tiene fecha de inicio el 01 de Enero de 2016, con finalización programada para el 31 de Diciembre del corriente año. El mismo es ejecutado en la Facultad Regional Córdoba. La propuesta de multiclasicación resultante de la*

*ejecución del PID, es una tecnología diseñada que será transferida para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el contexto de la cátedra de Paradigmas de Programación; asignatura del segundo año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información. Por tal motivo el tema del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería en que se inserta es: "Las tecnologías aplicadas en educación".*

### 2. Introducción

Actualmente la modalidad presencial de las universidades enfrenta un desafío; proporcionar estrategias de aprendizaje que respondan a las necesidades de la sociedad del siglo XXI, en la cual las Tics tienen un papel preponderante. Estas nuevas tendencias exigen a las universidades el desarrollo y adaptación a las nuevas condiciones de enseñanza, generación y distribución del conocimiento, así como a su aprendizaje. El Blended learning constituye un enfoque de aprendizaje que combina el e-learning (encuentros asincrónicos) con encuentros presenciales (sincrónicos), considerando las ventajas de ambos tipos de aprendizajes. Esta nueva tendencia implica la utilización de recursos tecnológicos, comunicación como entornos virtuales de aprendizaje, recursos multimedia, video conferencias, educación por competencias entre otros. Un entorno virtual de aprendizaje o LMS es una aplicación informática diseñada para facilitar la comunicación pedagógica entre los actores del proceso educativo. Combina una variedad de herramientas con la finalidad de dar soporte

a docentes y estudiantes y, al mismo tiempo, optimizar las distintas fases del proceso de enseñanza y de aprendizaje. Fueron diseñados con el propósito de facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso educativo, sea éste completamente a distancia, presencial, o de naturaleza mixta, es decir, un proceso que combina ambas modalidades en diversas proporciones (blended). Funcionan utilizando redes telemáticas como soporte, principalmente Internet. Si bien en un primer momento los entornos virtuales de aprendizaje se utilizaron casi con exclusividad en la educación a distancia, hace mucho tiempo que se han incorporado muy fuertemente a la educación presencial, generando así las modalidades conocidas como aula extendida, con un mayor grado de mediación.

Justamente el uso de entornos virtuales de aprendizaje genera una cantidad significativa de interacciones que queda registrada, ya que cada recurso accedido genera una huella digital. Estos se relacionan con los contenidos impartidos, actividades que desarrollan los estudiantes en dichos entornos, y la interacción que surge entre los diferentes actores del curso, como son los estudiantes y los docentes. Sin embargo, aunque existe un volumen significativo de datos, sigue siendo una tarea compleja el hecho de verificar hipótesis, extraer conclusiones o tomar decisiones basadas en hechos o situaciones detectadas no deseables.

Gracias a que los entornos de aprendizaje virtual disponen bases de datos en las que almacenan toda la actividad que los estudiantes desarrollan, es posible modelar el comportamiento de estos estudiantes mediante aplicación de técnicas de minería de datos. Existe una gran variedad de métodos de minería de datos de carácter predictivo que son aplicados en el ámbito de la educación. Con el propósito de brindar un aporte teórico respecto a los métodos de minería de datos de carácter predictivo, la finalidad es el desarrollo de un modelo que pueda inferir una variable a partir de alguna combinación de otras incluidas en los datos recolectados por el uso de entornos virtuales

de aprendizaje. Con este tipo de modelo, los docentes pueden obtener conocimiento fiable para poder adaptar sus cursos y favorecer el rendimiento académico disminuyendo la tasa de deserción. Algunos otros aspectos que se pueden llegar a detectar, entre muchos otros, son los relacionados con problemas como la falta de motivación, el bajo rendimiento, o el poco uso de los recursos más significativos que son de utilidad para la aprobación del cursado. La cátedra bajo estudio está permanentemente en la búsqueda de estrategias de mejoras y revisión de las prácticas docentes, teniendo antecedentes en: generación de material teórico y para trabajos prácticos y uso de aula virtual. Es por ello que la misma considera como una oportunidad de mejora la incorporación del modelo de multiclassificación propuesto, que se espera sea beneficioso para facilitar a los docentes el diseño de estrategias que permitan el mejoramiento del proceso de aprendizaje en la enseñanza Blended learning.

#### Síntesis de aspectos técnicos.

El diseño del modelo propuesto, se basó en los fundamentos de uno de los métodos clásicos de multiclassificación como lo es Bagging. Esta propuesta combina de manera eficaz, la incorporación de los métodos de reducción de datos con un enfoque basado en un esquema evolutivo, lo que constituye una propuesta novedosa en el campo del aprendizaje automático. La integración de métodos de reducción de datos a este modelo, facilita la selección simultánea de atributos e instancias significativas en el proceso de descubrimiento de conocimiento. El mismo será implementado usando el lenguaje de desarrollo R (versión 3.5), su elección se fundamenta en la disposición de una amplia variedad de librerías que facilita el manejo de metaheurísticas para el manejo de algoritmos de reducción de datos y evolutivos.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

#### Objetivo General

Desarrollar un modelo de multiclasicación con el propósito de generar conclusiones confiables y precisas respecto a los procesos de aprendizaje en la enseñanza blended learning.

#### Objetivos Específicos

- a) Relevar alternativas referidas a mecanismos de optimización basados en un esquema de funcionamiento evolutivo; como estrategias para la mejora en términos de precisión, del modelo de multiclasicación propuesta.
- b) Diseñar la estrategia de multiclasicación considerando la integración del mecanismo de optimización seleccionado.
- c) Apoyar el proceso de selección de lenguajes de programación y tecnología de persistencia de datos para la implementación del modelo propuesto.
- d) Efectuar diferentes pruebas de validación del modelo de multiclasicación, con distintos conjuntos de datos a los que se utilizará en la cátedra bajo estudio, con el propósito de determinar el grado de precisión alcanzado del modelo de conocimiento resultante.
- e) Identificar la situación actual relacionada con el rendimiento académico, a los fines de determinar los requerimientos de la cátedra sobre los aspectos de aprendizaje a optimizar.
- f) Analizar los logs del entorno virtual de aprendizaje usado en la cátedra bajo estudio, con el propósito de identificar el conjunto de datos de interés relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- g) Realizar tareas de preprocesado de los datos recolectados, esto incluye tipificaciones o transformaciones, con el propósito de obtener un conjunto de datos con el formato apropiado para lograr la entrada adecuada para el modelo de multiclasicación propuesto.
- h) Interpretación de las conclusiones arrojadas por el modelo de multiclasicación propuesto.
- i) Difusión de los resultados obtenidos a los docentes de la cátedra bajo estudio.

#### Avances

Se ha logrado diseñar el modelo de multiclasicación que será de utilidad para la elaboración de conclusiones y recomendaciones por parte de los docentes. Para su diseño fue necesario el relevamiento y evaluación de estrategias para el mejoramiento en términos de precisión, acerca del conocimiento predictivo generado. En esta búsqueda se ha detectado que una de las posibles estrategias factibles de ser integradas en el diseño del modelo, son los métodos de reducción de datos simultáneo. Hay una gran variedad de estos y con variados enfoques. El enfoque seleccionado se basa en un funcionamiento coevolución cooperativa, que es una variante de los algoritmos genéticos.

Queda pendiente la etapa de implementación del modelo de multiclasicación propuesto.

#### Oportunidades de mejora

Hacia el futuro se prevé el diseño y la implementación de una herramienta administrativa con una interfaz amigable, que facilite a los docentes la generación de nuevos modelos de datos e interpretación de los mismos. Este desarrollo constituirá un proyecto de investigación a futuro.

### 4. Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está constituido por: un director de proyecto, un codirector, dos docentes investigadores, dos estudiantes becarios y un graduado. La participación de becarios ha facilitado la capacitación mediante la ejecución de diversas tareas, complementando su formación académica con un acercamiento al ámbito de la investigación científica.

El aporte del desarrollo de este proyecto involucra i)desarrollar estrategias para la creación de antecedentes en quienes se inician en investigación; ii)profundizar antecedentes de investigadores formados; iii)lograr promoción en categorizaciones de la Universidad y del M.E.N.; iv)gestionar la incorporación de estudiantes de la carrera a través de becas de investigación.

Es importante mencionar la participación de alumnos avanzados en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información que

realizaron su práctica supervisada como requisito para el otorgamiento del título de grado de Ingeniero.

## 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Presentado en:

- CADI 2016 (III CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA). Artículo: "Propuesta para la prevención de incidentes informáticos usando técnicas de Minería de Datos.". Editorial: Universidad Nacional del Nordeste-Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Resistencia. ISBN: 978-950-42-0173-1.
- JATIC 2016 (II JORNADAS ARGENTINAS DE TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y CREATIVIDAD). Artículo: "Minería de Datos para la identificación de factores que influyen en la presentación de incidentes". Editorial: Universidad CAECE. ISBN: 978-987-46267-0-7
- WICC 2017 (XVIII WORKSHOP DE INVESTIGADORES EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN). Artículo: "Fusión de algoritmos bayesianos y árboles de clasificación como propuesta para la clasificación supervisada de fallos de equipos en un laboratorio de cómputos". Editorial: Instituto Tecnológico de Buenos Aires. ISBN 978-987-42-5143-5
- LATINITY 2017 (LATIN AMERICAN WOMEN IN TECHNOLOGY CONFERENCE). Artículo: "Aplicación de modelos de meta-clasificación para mejorar la gestión de fallos en equipos informáticos". Editorial: Universidad Católica de San María.
- WICC 2018 (XVIII WORKSHOP DE INVESTIGADORES EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN). Artículo: "Diseño de Método de Ensamble Homogéneo para Clasificadores Débiles usando un esquema de reducción de datos simultaneo basado un enfoque co-evolutivo". Editorial: Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. ISBN 978-987-3619-27-4

Transferencias realizadas: La metodología y herramientas desarrolladas en el contexto del presente PID han sido incluidas en el prototipo "Sistema de tratamiento integral de eventos de fallos", el cual ha sido registrado en la Dirección Nacional de Derecho de Autor como Depósito de Obra inédita en custodia – No Musical, Título: Metodología para la generación de modelo descriptivo para la prevención de fallos informáticos, Expediente: 5289040. Desarrollado dentro del Grupo GIDTSI "Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia en Sistemas de Información". Uno de los objetivos del PID es que el diseño e implementación del modelo de multiclasificación propuesto pueda ser transferido como un recurso que fortalezca el proceso de toma de decisiones en diferentes ámbitos de aplicación. En breve se planifica otra transferencia del desarrollo al ámbito de la cátedra de Paradigmas de Programación de la Carrera Ingeniería en Sistemas de Información, de la Facultad Regional Córdoba. La misma tiene como objetivo proponer acciones correctivas a través que permitan fortalecer el mejoramiento en el proceso de aprendizaje en la enseñanza blended learning.

## Referencias

Ávila M., Martha Diana Bosco H. (2001, Accedido el 27 de febrero de 2017). *Virtual Environment for Learning, A New Experience* [Online]. Disponible: [http://investigacion.ilce.edu.mx/panel\\_control/doc/c37ambientes.pdf](http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c37ambientes.pdf).

Cataldi, Z., Figueroa, N., Lage, F., Kraus, G., Britos, P. & Martínez, R. G. (2005). *El rol del profesor en la modalidad de blearning tutorial*. En Anales del Congreso Internacional Educación Superior y Nuevas Tecnologías. Santa Fe. Argentina.

Eid M. and Al-Jabri I. (2016) *Social Networking, knowledge sharing, and student learning: The case of university students*. pp. 14-27, vol. 99, Computers and Education.

- Garbanzo Vargas G. M. (2007) *Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública*: pp. 43-63, vol. 31, núm. 1, Educación. Universidad de Costa Rica. San Pedro, Montes de Oca. Disponible en: [http://www.redalyc.org/articulo\\_oa?id=44031103](http://www.redalyc.org/articulo_oa?id=44031103)
- Garino C., Haderne M., Catania C., Pacini E. (2016) *SIPREU: An Intelligent System for characterization and Prediction of University Students performance*. ADNTIIC: Advances in New Technologies, Interactive Interfaces and Communicability. Córdoba.
- Haderne M. (2012) *Uso de Tecnologías de la Información para detectar posibles deserciones universitarias*. VII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, TE & ET.
- Haderne M. y A. Marín. (2013) *Hacia una educación de calidad: uso de minería de datos para la detección precoz de factores de riesgo académico*, pp 90-102, Vol. 1. Tecnologías y aprendizaje. Avances en Iberoamérica.
- Hernández Schäfer (2002, marzo 2017) *Estado actual y futuro de las plataformas e-learning: estándares y especificaciones IMS*. Universidad Católica del Norte, Chile. [Online] Disponible en <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspuir-Gim%20Ivy.pdf>
- Onrubia, J. (2016) *Aprender y enseñar en entornos virtuales: Actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento*. RED. Revista de Educación a Distancia. (50).
- Sanz, C. V., Madoz, M. C., Gorga, G., & González, A. H. (2007) *La importancia de la modalidad “blended learning”*. En II Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.
- Szpinak, Cecilia V. Sanz. (2009, Marzo 2017) *Hacia un modelo de evaluación de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. La importancia de la usabilidad*. Revista TEyET [Online] N° 4 pp. 10 - 14. Disponible en: <http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/numero-4-octubre-de-2009/>
- Tessio, N. M., & Di Stefano, A. G. (2015). *Nuevas herramientas para la evaluación a distancia, hacia un nuevo rol docente*. Educación y Tecnología, (7), 1-17.
- Zapata, M. (2015). *Evaluación de competencias en entornos virtuales de aprendizaje y docencia universitaria*. Revista de Educación a Distancia, (1DU).

# Evaluación de prácticas de programación mediante el uso de rúbricas.

Corsò Cynthia, Guzmán Analía, Marciszack Marcelo

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina – Ciudad Universitaria – Córdoba  
correo.cynthia@gmail.com, analia.guzman@the-group.com.ar, marciszack@gmail.com

## Resumen

*El objetivo de este trabajo es la presentación de una herramienta dirigida a la evaluación de las prácticas relacionadas a la unidad 4: Paradigma Orientada a Objetos en el contexto de la cátedra de Paradigmas de Programación, del segundo año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información. Esta herramienta propone una rúbrica que refleja diferentes aspectos y criterios relacionados con el desarrollo de una práctica referida a la unidad temática bajo estudio. Se espera con su implementación que los alumnos puedan analizar el grado de cumplimiento de cada aspecto evaluado y aprender de los errores para tenerlos en cuenta en el desarrollo de las siguientes prácticas y lograr un mejor rendimiento. Además, se espera que los docentes de la cátedra puedan optimizar diferentes aspectos de sus prácticas docentes, como agilizar el proceso de corrección y lograr mayor objetividad en la valoración. Para el desarrollo de esta propuesta se prevé la formación pedagógica del plantel docente en el ámbito del proceso de evaluación lo que facilitará la implementación de la misma. Se pretende extender esta propuesta a las restantes unidades temáticas de la asignatura.*

**Palabras clave:** rúbrica, Moodle, prácticas de programación.

## 1. Introducción

En el contexto universitario, el proceso de enseñanza siempre ha estado centrado en la figura del profesor, y el alumno estaba considerado como un receptor pasivo de este proceso, recibiendo retroalimentación al

final del proceso. El trabajo del docente no solo consiste en enseñar, sino además guiar, evaluar y dar retroalimentación a sus alumnos continuamente (Grangel y Campos, 2013). En este sentido, la retroalimentación o feedback está considerada como un importante elemento con el cual el alumno puede obtener información sobre el grado de logro de los objetivos/competencias dentro de una prueba de evaluación permitiéndole conocer los objetivos logrados y los que le faltan por alcanzar (Bañares, Marco-Galindo, 2013; García, Fernández, Terrón, 2011; Espasa, Barbera, 2011). Para conseguir la retroalimentación, diversos autores proponen como alternativa la utilización de rúbrica, como herramienta de evaluación, por su versatilidad y su potencialidad didáctica en los procesos de evaluación (Blanco, 2008; Conde, Pozuelos, 2007). Mediante las rúbricas se hace más transparente y fácil el proceso de evaluación tanto para el profesor como para el alumno (Antoni, Guerrero, Miró, 2012). La motivación de implementar esta alternativa surge como una necesidad de mejorar la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje en el contexto de la cátedra Paradigmas de Programación, del segundo año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información. Para realizar este trabajo se utilizó como marco de trabajo la unidad N° 4: Paradigma de Programación con Orientación a Objetos, explicitada en la modalidad académica 2017 de la cátedra (2017). El objetivo de este trabajo es que los alumnos conozcan los objetivos que tienen que alcanzar y los criterios que se van a considerar para evaluarlos, para que al concluir el cursado de la asignatura hayan

alcanzado estos objetivos en el mayor grado posible.

## 2. Marco teórico

Una rúbrica, o matriz de valoración, es una guía de puntuación usada en la evaluación del desempeño de los estudiantes que describen las características específicas de un producto, proyecto o tarea en varios niveles de rendimiento, con el fin de clarificar lo que se espera del trabajo del alumno, de valorar su ejecución y de facilitar la proporción de feedback (Andrade, 2005).

Algunas de las características de las rúbricas que consideramos más apropiadas a la hora de realizar una evaluación:

- Facilitan la evaluación al profesor.
- Definen lo que se espera que un alumno demuestre en la realización de un trabajo.
- Reducen la ambigüedad que pueda tener un alumno cuando es evaluado.
- Garantizan una evaluación más equitativa.

Antes de proponer las rúbricas, fue necesario establecer los criterios de evaluación que se esperaban evaluar en los instrumentos de evaluación.

Los criterios de evaluación son un marco de referencia tomado por los docentes a la hora de evaluar el rendimiento académico de sus alumnos. Estos criterios aluden a los conocimientos que los estudiantes deben adquirir y a lo que tienen que aprender a hacer con dichos conocimientos (Porto Pérez, 2017). Los criterios de evaluación son el principal referente para evaluar los aprendizajes de los alumnos. Describen aquello que se quiere valorar. La necesidad de definir los criterios de evaluación, surgió debido a que no había sido formalizado ningún instrumento de evaluación y además, la modalidad de evaluación unificada de la cátedra, requería una descripción detallada y documentada de lo que se desea valorar.

Para definir los criterios de evaluación, se consideraron los objetivos y los contenidos de la unidad. En general, debido a que los instrumentos de evaluación varían en el dominio del problema o en la estructura

resolutiva del mismo, se establecieron dos grandes objetivos de evaluación:

1. Implementación del modelo
2. Implementación de comportamientos

En los cuales se enmarcaron los criterios de evaluación que se definieron.

## 3. Objetivos y Metodología

**Objetivo General:** diseñar e implementar rúbricas para optimizar el proceso de evaluación, correspondiente a la Unidad 4 de la cátedra Paradigmas de Programación.

**Objetivos Específicos:**

- a) Analizar los fundamentos de la Unidad 4 reflejada en la modalidad académica de la cátedra.
- b) Definir los objetivos a tener en cuenta en la instancia de evaluación.
- c) Diseñar los criterios de evaluación a considerar para cada objetivo de evaluación establecido.
- d) Apoyar el proceso de selección para la herramienta que facilite la automatización de la rúbrica.

Cuando se propuso la rúbrica se sugirió instrumentar la misma mediante alguna herramienta de calificación automatizada, que permita brindar la infraestructura adecuada para implementar la misma.

La escala de calificación que se utilizó, se basó en la escala de notas de regularidad detallada en la modalidad académica 2017, que considera notas del 1 al 10 con el respectivo porcentaje máximo de 100%.

Sin embargo para la valoración de la rúbrica se sugirió utilizar una escala de calificación con 6 seis grados de valoración, dos para la desaprobación y cuatro para la aprobación, ellos son: Muy Mal, Mal, Regular, Bien, Muy Bien y Excelente, los cuales servirán para apreciar la cantidad y calidad de los conocimientos de los alumnos y facilitará el proceso de calificación con un rango valorativo manejable para el criterio evaluado. Para obtener un valor de calificación, al final se debe realizar una conversión de los valores de la rúbrica, respecto a la escala de calificación establecida en la cátedra, dicha conversión arrojará un valor de puntaje o un rango

predeterminado para cada ítem a evaluar en el instrumento de evaluación.

La siguiente Tabla 1 ejemplifica los criterios de evaluación usando un modelo de examen parcial correspondiente a la unidad temática bajo estudio:

Objetivo de Evaluación	Criterio de Evaluación	Puntaje Máximo
Implementación del modelo	Implementación de la jerarquía de clases, con métodos comunes	2.5
	Definición de métodos polimórficos en la jerarquía	1.5
	Implementación de métodos comunes en la clase Contenedora	1.0
Implementación de comportamientos	Implementación de un método de recorrido completo de la colección	1.5
	Implementación de un método de búsqueda única	1.5
	Implementación de un método de búsqueda con filtro	2.0
		10

Tabla 1. Criterios de evaluación.

A continuación, en la Tabla 2 se visualiza el procedimiento de rúbrica para el primer criterio de evaluación, cuya valoración total es de 2.5 puntos sobre 10, la valoración porcentual y la nota equivalente surgen de la escala de notas de la modalidad académica:

Criterio de Evaluación	Valores	Muy Mal	Mal	Regular	Bien	Muy Bien	Excelente
Implementación de la jerarquía de clases, con métodos comunes. (Máximo 2.5 puntos)	Valoración Porcentual	0-29	30-54	55-59	60-77	78-95	96-100
	Nota Equivalente	2	3	4,5	6,7	8,9	10
	Puntaje Promedio	0	3.5	5.5	7.0	8.6	10
	Valor	0	0.9	1.4	1.8	2.2	2.5
	Rango	0-2.9	3.0-5.4	5.5-5.9	6.0-7.7	7.8-9.5	9.6-10
	Valor	0-0.6	0.7-1.3	1.4-1.5	1.6-1.9	2.0-2.3	2.4-2.5

Tabla 2. Procedimiento de la rúbrica para el primer criterio de evaluación.

El modelo de rúbrica que se visualiza en la Tabla 3 es el que se propuso para difundir a los alumnos es el que se muestra a continuación:

Criterio de Evaluación	Calificación	Muy Mal	Mal	Regular	Bien	Muy Bien	Excelente
	Puntaje	0	0.9	1.4	1.8	2.2	2.5
Implementación de la jerarquía de clases, con métodos comunes. (Máximo 2.5 puntos)	Descripción	No implementa la jerarquía / Implementa mal los métodos comunes	Incorreta la jerarquía / Implementa mal los métodos comunes es incorrecto	Correcta la jerarquía / Implementa menos métodos comunes	Correccionalia / al menos dos métodos comunes incompletos o incorrectos	Correccionalia / al menos dos métodos comunes incompletos o incorrectos	Correccionalia / al menos dos métodos comunes incompletos o incorrectos
	Puntaje Obtenido	0	0.9	1.4	1.8	2.2	2.5

Tabla 3. Modelo de rúbrica propuesto.

La muestra de este estudio se obtuvo de los estudiantes de la Facultad Regional Córdoba, matriculados durante el ciclo lectivo 2016-2017 en la asignatura de Paradigmas de Programación.

## 4. Resultados

El procedimiento para la implementación de la propuesta de rúbrica, se realizó mediante la utilización de los recursos provistos por la plataforma Moodle. Para diseñar la rúbrica se consideraron los criterios de evaluación y las puntuaciones establecidas.

Para realizar la automatización de la rúbrica, en primera instancia, se debe crear en Moodle una Tarea que corresponda al instrumento de evaluación, allí se ingresará el nombre de la tarea, una breve descripción asociada y un archivo adjunto que puede contener el enunciado del instrumento elegido para la tarea, luego se deberán configurar algunas opciones de la misma:

- Disponibilidad: Se establecerán las fechas de entrega, las fechas límites, etc.

- Tipos de entrega: Se establecerá la forma en que el alumno va a entregar su evaluación, en este caso se optó por usar la opción: *archivos enviados*, para que el docente pueda evaluar la tarea del alumno en el formato que la cátedra haya especificado.
- Tipos de retroalimentación: Si bien esto es opcional, se recomienda seleccionar *Comentarios y Archivos* para que el alumno reciba los comentarios del docente respecto de la evaluación realizada y permita la retroalimentación de las partes.
- Calificación: Se establecerán las configuraciones para definir la forma de corrección, la Figura 1 muestra las opciones elegidas para calificar la tarea:

Una vez creada la tarea, desde el menú *Administración de curso -> calificaciones*, se podrán usar las opciones de edición y configuración, que se ofrecen en la vista simple. Para realizar la conversión automática de los valores de la rúbrica, respecto a la escala de calificación establecida en la cátedra, se realiza la configuración personalizada de las letras de calificación, quedando conformada como se muestra en la Figura 1:

Editar letras de calificación		
Más alta	Más baja	Letra
100,00 %	96,00 %	10
95,99 %	87,00 %	9
86,99 %	78,00 %	8
77,99 %	69,00 %	7
68,99 %	60,00 %	6
59,99 %	58,00 %	5
57,99 %	55,00 %	4
54,99 %	30,00 %	3
29,99 %	20,00 %	2
19,99 %	0,00 %	1

[Editar letras de calificación](#)

Figura 1. Configuración de escala para la propuesta de rúbrica.

Para realizar las configuraciones necesarias, se debe seleccionar la Tarea, a partir de allí se podrán seleccionar y editar los ajustes que

facilitarán la visualización referido a cada ítem evaluado.

Para definir la nueva rúbrica, se utiliza la opción del menú *Administración de tareas -> calificación avanzada -> definir rúbrica*. Allí se definirá la nueva rúbrica definiendo un formulario con la matriz de corrección, utilizando los criterios establecidos y la ponderación de cada uno de ellos, como se muestra en la Figura 2:

<b>Implementación de la jerarquía de clases, con métodos comunes.</b>	No implementa nada <i>0 puntos</i>	Incorrecta la jerarquía. <i>0.9 puntos</i>	Correcta la jerarquía / implementa mal los métodos comunes <i>1.4 puntos</i>	Correcta la jerarquía / al menos dos métodos comunes incorrectos <i>1.8 puntos</i>	Correcta la jerarquía / un método común incompleto o incorrecto <i>2.2 puntos</i>	Implementa Excelente <i>2.5 puntos</i>
	Implementa incorrectamente la funcionalidad de los métodos <i>0.5 puntos</i>	Implementa bien al menos uno de los métodos <i>0.8 puntos</i>	Implementa bien todos los métodos <i>1 puntos</i>	Implementa bien todos los métodos <i>1.3 puntos</i>	Implementa bien todos los métodos / no implementa reutilización de código u optimización de código <i>1.5 puntos</i>	Implementa Excelente <i>1.5 puntos</i>
<b>Definición de métodos polimórficos en la jerarquía.</b>	No implementa nada <i>0 puntos</i>	Implementa incorrectamente la funcionalidad de los métodos <i>0.5 puntos</i>	No implementa el método en la clase base / implementa bien al menos uno de los métodos <i>0.8 puntos</i>	No implementa el método en la clase base / implementa bien todos los métodos <i>1 puntos</i>	Implementa bien todos los métodos / no implementa reutilización de código u optimización de código <i>1.3 puntos</i>	Implementa Excelente <i>1.5 puntos</i>
	Implementa bien la definición de la clase / implementa mal los métodos comunes incorrectos <i>0.5 puntos</i>	Implementa bien la definición de la clase / al menos dos métodos comunes incorrectos <i>0.7 puntos</i>	Implementa bien la definición de la clase / un método común incompleto o incorrecto <i>0.8 puntos</i>	Implementa bien la definición de la clase / un método común incompleto o incorrecto <i>1 puntos</i>	Implementa Excelente <i>1 puntos</i>	
<b>Implementación de métodos comunes en la clase Contenedora.</b>	No implementa nada <i>0 puntos</i>	Incorrecta la definición de la clase. <i>0.3 puntos</i>	Correcta la definición de la clase / implementa mal los métodos comunes incorrectos <i>0.5 puntos</i>	Correcta la definición de la clase / al menos dos métodos comunes incorrectos <i>0.7 puntos</i>	Correcta la definición de la clase / un método común incompleto o incorrecto <i>0.8 puntos</i>	Implementa Excelente <i>1 puntos</i>
	Mal implementado <i>0.5 puntos</i>	Bien Estructura / Regular la Invocación Objetos / Regular el uso de colecciones <i>0.8 puntos</i>	Bien Estructura / Regular la Invocación Objetos / Regular el uso de colecciones <i>1 puntos</i>	Bien Estructura / implementa bien Invocación Objetos / regular Uso de Colecciones <i>1.3 puntos</i>	Bien implementa do / no implementa reutilización de código u optimización de código <i>1.5 puntos</i>	Implementa Excelente <i>1.5 puntos</i>
<b>Implementación de un método de recorrido completo de la colección. (Uso de mensaje do)</b>	No implementa nada <i>0 puntos</i>	Mal implementado <i>0.5 puntos</i>	Bien Estructura / Regular la Invocación Objetos / Regular el uso de colecciones <i>0.8 puntos</i>	Bien Estructura / implementa bien Invocación Objetos / regular Uso de Colecciones <i>1 puntos</i>	Bien implementa do / no implementa reutilización de código u optimización de código <i>1.3 puntos</i>	Implementa Excelente <i>1.5 puntos</i>
	Mal implementado <i>0.7 puntos</i>	Bien Estructura / Regular la Invocación Objetos / Regular el uso de colecciones <i>1 puntos</i>	Bien Estructura / implementa bien Invocación Objetos / regular Uso de Colecciones <i>1.3 puntos</i>	Bien Estructura / implementa bien Invocación Objetos / regular el comportamiento de Colecciones <i>1.5 puntos</i>	Implementación Excelente <i>1.5 puntos</i>	
<b>Implementación de un método de búsqueda única. (Uso de mensaje detect)</b>	No implementa nada <i>0 puntos</i>	Mal implementado <i>0.5 puntos</i>	Bien Estructura / Regular la Invocación Objetos / Regular el uso de colecciones <i>0.8 puntos</i>	Bien Estructura / implementa bien Invocación Objetos / regular el comportamiento de Colecciones <i>1 puntos</i>	Bien implementa do / Podría mejorar el comportamiento de Colecciones <i>1.3 puntos</i>	Implementación Excelente <i>1.5 puntos</i>
	Mal implementado <i>0.7 puntos</i>	Bien Estructura / Regular la Invocación Objetos / Regular el uso de colecciones <i>1 puntos</i>	Bien Estructura / implementa bien Invocación Objetos / regular el comportamiento de Colecciones <i>1.3 puntos</i>	Bien implementa do / Podría mejorar el comportamiento de Colecciones <i>1.5 puntos</i>	Implementación Excelente <i>1.5 puntos</i>	
<b>Implementación de un método de búsqueda con filtro. (Uso de mensaje select)</b>	No implementa nada <i>0 puntos</i>	Mal implementado <i>0.7 puntos</i>	Bien Estructura / Regular la Invocación Objetos / Regular el uso de colecciones <i>1 puntos</i>	Bien Estructura / implementa bien Invocación Objetos / regular el comportamiento de Colecciones <i>1.3 puntos</i>	Bien implementa do / Podría mejorar el comportamiento de Colecciones <i>1.5 puntos</i>	Implementación Excelente <i>1.5 puntos</i>
	Mal implementado <i>0.7 puntos</i>	Bien Estructura / Regular la Invocación Objetos / Regular el uso de colecciones <i>1.4 puntos</i>	Bien Estructura / implementa bien Invocación Objetos / regular el comportamiento de Colecciones <i>1.5 puntos</i>	Bien implementa do / Podría mejorar el comportamiento de Colecciones <i>1.5 puntos</i>	Implementación Excelente <i>1.5 puntos</i>	

Figura 2. Matriz de corrección de rúbrica.

Para finalizar, antes de registrar la nueva rúbrica, se deben especificar las opciones de la misma, como muestra la Figura 3:

#### Opciones de rúbrica

- Criterio de ordenación por niveles: **Ascendente por número de puntos**
- Calculate grade based on the rubric having a minimum score of 0 
  - Permitir a los usuarios una vista previa de la rúbrica utilizada en el módulo (en caso contrario, la rúbrica solo será visible después de la clasificación)
  - Mostrar la descripción de la rúbrica durante al evaluación
  - Mostrar la descripción de la rúbrica a aquellos que serán calificados
  - Mostrar los puntos para cada nivel durante la evaluación
  - Mostrar los puntos para cada nivel a los evaluados
  - Permitir a quien califica añadir observaciones para cada criterio
  - Mostrar comentarios a los evaluados

Figura 3. Opciones de rúbrica.

La implementación de esta propuesta de rúbrica fue posible mediante una instancia de formación pedagógica dirigida al plantel docente de la cátedra. La capacitación tuvo como objetivo difundir y profundizar aspectos relacionados con el proceso de evaluación orientado al diseño, el dominio conceptual para la definición de criterios de evaluación y el contexto instrumental para la construcción de rúbricas.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se ha formalizado el proceso de diseño e implementación de una propuesta de rúbrica, fomentando el uso de las mismas en la confección de instrumentos de evaluación. Se ha expuesto un caso práctico correspondiente a una unidad específica de una cátedra de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, que se considera que puede ser extrapolado a otras cátedras, sobre todo a cátedras vinculadas con la introducción a la programación de soluciones. Además, se considera que esta experiencia puede resultar de gran utilidad a aquellos docentes e instituciones que están buscando soluciones que les faciliten implementar un sistema de calificaciones de cierta complejidad.

El sistema implementado en Moodle ayuda a los docentes a realizar los cálculos para que la calificación final sea ajustada a los pesos que se considera que debe tener cada competencia en la calificación final del estudiante, y al estudiante a comprender

mejor cómo ha sido organizada la calificación. Es importante tener en cuenta futuros rediseños de la propuesta con relativa frecuencia, como consecuencia de las actualizaciones realizadas por el centro de cómputos de la facultad sobre la plataforma Moodle.

Como futura línea de investigación se pretende retroalimentar y ajustar la propuesta de rúbrica, en el caso que sea necesario, con la opinión del alumnado. Para lograr esto se pretende considerar uno de los recursos que ofrece la plataforma Moodle como lo son los cuestionarios como medio para recabar información relacionada con el uso de rúbrica como parte del proceso de evaluación.

Actualmente se ha avanzado con el diseño del mismo que consistirá fundamentalmente en solicitar a los estudiantes la valoración sobre el sistema implementado en la evaluación de la unidad 4. Algunos de los aspectos a considerar para el relevamiento son: i) nivel de satisfacción del nuevo sistema de evaluación para la unidad, ii) preferencia de aplicarlo en la demás unidades de la asignatura, iii) preferencia en aplicarlo en otras asignaturas, iv) nivel de información más detallada acerca de su aprendizaje en la unidad, v) grado de conocimiento sobre los aspectos más relevantes de la asignatura con el nuevo sistema de evaluación, vi) nivel de satisfacción respecto a los pesos o ponderación asignada en cada requerimiento vii) nivel de equidad en la corrección respecto al sistema de evaluación anterior, viii) grado de feedback de tipo cualitativo por parte del docente en la evaluación. La escala de valoración propuesta para cada aspecto es: Mal, Regular, Bien, Muy Bien y Excelente.

La misma será configurada e implementada en la plataforma Moodle, en el aula virtual correspondiente a cada uno de los cursos de la asignatura por los docentes responsables de la parte práctica. Al finalizar esta instancia los docentes responsables de curso serán los responsables de exportar la información recolectada por el cuestionario

y tabularla para obtener información estadística respecto a los aspectos solicitados en el mismo.

Por último, decir que para los docentes ha sido sencillo y más objetivo, evaluar las prácticas de la asignatura con la rúbrica diseñada, como así también de muy fácil integración con demás tareas de Moodle que habitualmente se usan. La posibilidad de poder integrar la propuesta de rúbrica a la plataforma Moodle contribuirá a facilitar la calificación, como la recepción de las mismas por parte de los estudiantes logrando mayor coherencia e integración de todo el proceso formativo.

## Referencias

- Andrade H. (2005). Teaching with rubrics. (Ed.) College teaching. vol. 53. p. 27-31.
- Antoni, J; Guerrero, C; Miró, J; Egea, A. (2012). Elaboración de una rúbrica para la evaluación TFG y TFM de informática en la Universitat de les Illes Balears, en Actas *Simposio Taller JENUI 2012*, Ciudad Real, p. 17-24.
- Bañares, D; Marco-Galindo, M. (2013) .Análisis del retorno personalizado en un entorno virtual de aprendizaje, en Actas de las XIX JENUI, Castellón, p. 85-92.
- Blanco, Á. (2008) .Las rúbricas un instrumento útil en la evaluación de competencias, en la enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado, Barcelona: Octaedro.
- Conde, Á; Pozuelos F. J. (2007) .Las plantillas de evaluación (rúbrica) como instrumento para la evaluación formativa: un estudio de caso en el marco de la reforma de la enseñanza universitaria en el EEES, en Investigación en la escuela, p. 77-90.
- Espasa, A; Barbera E. (2011). Regulative feedback in an online environment in higher education: students' perceptions and design considerations, NOVA Sci. Publ., p. 177-194.
- García, M; Fernández, L; Terrón, M; Blanco, Y. (2008). Métodos de evaluación para las competencias generales más demandadas en el mercado laboral, en Actas de las XIV JENUI, Granada, p. 265-272.
- Grangel, R; Campos, C. (2013). Contratos de aprendizaje y evaluación entre iguales para responsabilizar al alumno de su aprendizaje, en Actas de las XIX JENUI, Castellón, p. 45-52.
- Modalidad Académica de la Cátedra Paradigmas de Programación, Carrera Ingeniería en Sistemas de Información, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, 2017.
- Porto Pérez J. (2017).Definición de criterios de evaluación. (<http://definicion.de/criterios-de-evaluacion/>) Publicado: 2017.

# Innovación curricular en la ingeniería de cimentaciones

Pedro Ariel Arriúa, Gonzalo Aiassa Martínez y Marcelo Eberhardt

Departamento Ingeniería Civil - GIGEF  
Facultad Regional Córdoba, Universidad tecnológica Nacional  
Ciudad Universitaria, Córdoba, [gaiassa@frc.utn.edu.ar](mailto:gaiassa@frc.utn.edu.ar)

## Resumen

*El presente trabajo tiene como objetivo presentar una innovación curricular referente a un aspecto problemático en la práctica didáctica. El mismo se basa en la observación de dificultades detectadas en los estudiantes que aprueba en forma directa la asignatura Cimentaciones. La dificultad observada se refiere a la habilidad para integrar conceptos de la misma en cursos posteriores indicados como pos-requisitos, tales como asignaturas de estructuras, o el Proyecto Final de la carrera.*

**Palabras clave:** innovación, currículum, ingeniería.

## 1. Introducción

La acción didáctica se compone de tres etapas:

Planteamiento. En esta etapa se formulan los objetivos educativos y los planes de trabajo adaptados a los objetivos previstos. La formulación de un plan implica la toma de decisiones anticipada y la reflexión con anterioridad a la puesta en práctica.

Ejecución. Posterior al planteamiento, el profesor pone en práctica los recursos y métodos didácticos, desarrollándose el proceso de enseñanza y evaluación.

Evaluación. Es la etapa en la que se verifican los resultados obtenidos con la ejecución, materializándose en el proceso de evaluación.

Cimentaciones es una asignatura ubicada en el primer cuatrimestre, del quinto nivel de la carrera de ingeniería civil de la UTN. Se propone en este trabajo analizar la etapa evaluativa o de cierre, ya que se considera el “punto débil” del currículo de la asignatura y determinar si la misma favorece o no la

integración de conceptos por parte de los estudiantes.

## 2. Hipótesis

En los alumnos que acreditan la asignatura de Cimentaciones, se visualiza gran dificultad al momento de integrar los conceptos de la misma en cursos posteriores. Nota aclaratoria: se entiende por “acreditar” el haber cumplido con los objetivos necesarios para aprobar la asignatura en forma de aprobación directa, sin examen final.

## 3. Dimensión Descriptiva

Se observan dificultades en asignaturas que se localizan como pos-requisito en el currículo de la carrera. Es el caso de asignaturas de estructuras, proyecto, y proyecto final de la carrera. Los estudiantes, en estos cursos posteriores, por lo general fallan a la hora de plantear un análisis estructural global, donde se distingue la cimentación como una parte integral de la misma y no como una parte aislada de la estructura. Por otro lado también tiene problemas al analizar solo la cimentación debido a la diferencia que existe al analizar esta como conjunto constitutivo del paquete estructural de la obra de ingeniería y no como piezas aisladas independientes, que no interactúan entre sí.

Estos problemas fueron observados mediante reuniones organizadas por el Departamento de Ingeniería Civil con docentes de las asignaturas en donde se debaten problemáticas académicas. Por otra parte, al actuar como docentes consultores de la asignatura Proyecto Final, donde los estudiantes recurren a docentes de las diferentes áreas para coordinar aspectos del proyecto, los mismos estudiantes

manifiestan en esta instancia final de su carrera esa falta de integración.

#### 4. Dimensión Interpretativa

Analizando las posibles causas generadoras de este problema descubrimos que en la metodología de evaluación implementada, no se produce un cierre integrador de la misma, debido a que se han tomado como contenidos de evaluación temas aislados, en forma de exámenes parciales y trabajos prácticos. Los alumnos de este modo pueden acceder a la aprobación completa de la asignatura sin un examen final en donde se produzca una globalización de conceptos.

Para realizar nuestra innovación curricular, a continuación se analizaremos los propósitos indicados en el currículo de la carrera de ingeniería civil (UTN, 2004):

- Establecer un diseño curricular abierto y flexible, que estimule la motivación de la comunidad educativa.
- Procurar una formación básica común entre especialidades.
- Desarrollar la formación por sobre la información.
- Lograr una formación científico-técnica actualizada y adecuada a las necesidades de un medio que está en continua evolución y que se caracteriza por cambios rápidos.
- Evitar la disociación entre la formación del estudiante y el ejercicio profesional, y la dicotomía teoría-práctica.
- Centrar el aprendizaje en los alumnos por su acción y capacitación frente a los problemas básicos de la profesión
- Reducir contenidos con una selección y jerarquización acertada que posibilite el nivel pretendido en el tiempo disponible.
- Respetar los tiempos para madurar los conocimientos y la formación.
- Resolver la desarticulación entre el proceso enseñanza y aprendizaje y la evaluación, que conlleva a un elevado porcentaje de fracaso en el

alumnado, a través de una evaluación continua y eficaz.

- Desarrollar un espíritu analítico, crítico independiente e innovador.
- Promover el trabajo activo y creativo en equipo con sus metodologías de acción y comunicación.
- Incentivar la actualización continua, y la capacitación de postgrado.

Si se analizan los propósitos, se observa que, de alguna manera, falta destacar la importancia que el estudiante adquiera conocimientos integrados, es decir, falta incentivar que la integración de conceptos tenga lugar en los estudiantes.

#### 5. Metodología de evaluación

Es necesario incorporar la evaluación educativa al desarrollo curricular y colocarlo al servicio del proceso enseñanza y aprendizaje en toda su amplitud, es decir integrada en el quehacer diario del aula y de la Facultad de modo que oriente y reajuste permanentemente tanto el aprendizaje de los alumnos como los proyectos curriculares.

Es importante considerar la evaluación como parte del proceso educativo, para no entenderla de manera restringida y única, como sinónimo de examen parcial o finales puntuales.

La evaluación adquiere todo su valor en la posibilidad de retroalimentación que proporciona; se evalúa para:

- Mejorar el proceso de aprendizaje.
- Modificar el plan de acción diseñado para el desarrollo del proceso.
- Introducir los mecanismos de correcciones adecuados.
- Programar el plan de refuerzo específico.

Desde este punto de vista, la evaluación es un proceso que debe llevarse a cabo en forma no interrumpida. Con este enfoque formativo, cualitativo y personalizado es posible hablar adecuadamente de evaluación educativa, pues contribuye decisivamente al logro de metas propuestas.

En la metodología de evaluación deben plantearse dos cuestiones:

- ¿Qué se debe evaluar?

Se pretende que los alumnos adquieran ciertos conocimientos o sigan determinados procesos. La evaluación deberá ser también en ambos sentidos, evaluando tanto los conocimientos adquiridos como los procesos que los llevan a resolver situaciones problemáticas. Es importante destacar nuevamente el carácter formativo que debe tener la educación universitaria. No solamente debe exigirse a los alumnos información sobre contenidos sino también deben ser evaluados en cuanto a cómo resuelven ciertas situaciones.

- **¿Cómo se debe evaluar?**

Esta segunda cuestión puede responderse teniendo en cuenta que puede tener dos características: (i) Permanente, (ii) Parciales de Promoción.

Con la evaluación permanente (participación en clase, resolución de problemas, realización de trabajos prácticos, monografías, etc.) es posible apreciar los progresos que cada uno va teniendo a lo largo del curso. Esto es importante ya que permite al docente conocer el grado de interés y de trabajo que el alumno va poniendo de manifiesto durante el curso. Puede agregarse, que el hecho de saberse evaluado, adiciona una motivación extra al alumno para seguir la materia durante todo el desarrollo del curso.

El Régimen de Parciales de Promoción escritos posibilita que el alumno demuestre haber adquirido conceptos claros y estar capacitado para aplicarlos en casos concretos. El corte arbitrario al proceso continuo de aprendizaje se efectúa a mitad de curso, como se aprecia en el cronograma tentativo explicitado en el currículo de la asignatura. Los alumnos que no alcancen el porcentaje mínimo en cualquiera de los parciales podrán recuperar uno de ellos al final del curso. Aquellos que no cumplan con los requisitos podrán rendir en las fechas de examen fijadas por la Facultad.

## 6. Dimensión Propositiva

Evaluación: *Proceso por medio del que, alguna o varias características de un alumno, de un grupo de estudiantes, de un ambiente educativo, de objetivos educativos, de materiales, profesores, programas, etc.,*

*reciben la atención del que evalúa, se analizan y se valoran sus características y condiciones en función de unos criterios o puntos de referencia para emitir un juicio que sea relevante para la educación.* (Gimeno Sacristán y Pérez Gómez, 1993).

Se entiende la evaluación como el proceso que permite verificar el cumplimiento de los objetivos educativos y comprobar que se ha producido el aprendizaje previsto. Se trata, por tanto, de evaluar lo que el estudiante ha aprendido después de la fase de enseñanza. Es preciso distinguir los términos verificación y evaluación del aprendizaje. Definimos verificación como el proceso por el que se comprueba lo aprendido por el estudiante. Mientras que denominamos evaluación al proceso de atribución de valor que se traduce en una calificación o nota. En la búsqueda constante del proceso de construcción del conocimiento, y gracias a observaciones de estudiantes, que han superado las instancias de evaluación, se propone la implementación de una evaluación integradora de la asignatura, con el objetivo claro de promover una globalización y contextualización efectiva de los conocimientos y habilidades adquiridas. Esta evaluación integradora podría realizarse mediante una instancia de Examen Final en donde se incluya como temática a ser evaluada los contenidos más significativos de la asignatura.

Entre las ventajas que se mencionan en este tipo de evaluación se encuentra el carácter objetivo, puesto que la puntuación no depende del profesor que corrige, por otra parte, presenta para el docente la ventaja de la rapidez y facilidad de evaluación, pero dada la exigencia institucional de forma y tiempo (entrevista pública frente a un tribunal examinador y en fechas predeterminadas), sistema rígido e inflexible, las opciones del profesor son pocas y abre juicio de acuerdo con una escala numérica de valores, se analiza solo la memoria mecánica sin tener en cuenta otras capacidades (intelectuales, físicas, cooperativas, comprensivas, deductivas, etc.); condenamos al fracaso a aquellos alumnos que no han podido cumplir con los requisitos, marginándolos de la sociedad

instruida, cuando en realidad es la institución (órgano de selección) que “acredita” la que ha fallado en la instrucción académica. Un examen de media hora o algo más es suficiente para determinar si el alumno es “excelente”, “sabe”, “no sabe”, “es bueno”, “no es suficiente” colocarle un título como estudiante, total en “la calle” demostrará sus verdaderas aptitudes o sus debilidades (la naturaleza como jurado). Se da forma al currículum oculto, los alumnos solo estudian para obtener una nota que posibilite aprobar la materia, es decir un trámite obligatorio y burocrático, estudian (preguntándose entre ellos) los temas que históricamente “salen” en los exámenes, los profesores solo “toman” los temas que dictan en sus clases magistrales. Los profesores preparan a los estudiantes para lo que van a tomar en los exámenes y los alumnos estudian lo que los profesores tomarán en los mismos.

Respecto a los exámenes finales ante tribunal nos interesaría dejar plasmada la siguiente reflexión, que posiblemente influyó mucho sobre nosotros al momento de elegir nuestro método de evaluación, el examen como medio de acreditación no existió siempre, “Cuando en el siglo pasado surgió la calificación en la práctica escolar, los maestros y alumnos se quejaron que se había perdido el placer de enseñar y aprender”.

*Piaget nunca intentó ponerles números a los procesos cognitivos de un sujeto: el percibió que el problema era describir y comprender los estados de evolución y no cuantificarlos* (Díaz Barriga, 1994).

En base al análisis realizado precedentemente se propone en la innovación curricular sobre la metodología de evaluación, la realización de un Proyecto Integrador de Asignatura realizado de manera individual en donde los docentes planteen al estudiante un problema concreto, donde se involucren conocimientos de la propia asignatura como de aquellas que se han presentado como prerrequisitos y de horizontalidad, con diferentes variables, para su posterior defensa oral y presentación de informe escrito, memorias de cálculo, planos ejecutivos, de detalles, planillas, etc.. De

esta forma se presentará a los estudiantes una situación de realidad profesional, garantizando la producción de los mismos debido al planteo de situaciones problemáticas diferentes y particulares a cada estudiante, fomentando de esta manera un papel activo de los mismos.

## 7. Dimensión política

Consideramos que esta dimensión reconoce distintos estadios de desarrollo, siendo necesario interpretarlos en términos de tendencia, de proceso en construcción, más que en términos de evidencias, pudiendo estas últimas ser detectadas en una futura evaluación de innovación curricular. La necesidad de evaluar la marcha de la innovación la concebimos como una actividad de objetivación de la propia práctica, siendo un tránsito adecuado para interpretarla críticamente, detectar zonas problemáticas y delinear estrategias de rectificación. En este sentido inscribimos a la evaluación como fase necesaria del propio proceso de innovación. Si efectuamos una lectura de gestación, implementación de la reforma, puede observarse una participación efectiva por parte de los actores.

El período de gestación podemos caracterizarlo como de comunicación; produciendo un estado consultivo que recoge adhesión, expectativas positivas y disponibilidad a la participación; derivado fundamentalmente del consenso sobre la necesidad de promover políticas de mejoras, a partir del diagnóstico hecho por los actores de la situación de su asignatura. Materializamos esta comunicación tanto sea en una fase horizontal; como la efectuada entre los docentes de esta asignatura con los de otras comprendidas dentro de una misma área de conocimiento en el currículo de la carrera, así como también con los educandos donde ellos manifiestan a los docentes en su instancia final de realización del Proyecto Final para acceder al título de grado sus diferentes problemáticas y principales falencias.

Durante la implementación esperamos se comiencen a advertir signos definidos en lo que se refiere a esta concepción de evaluación. Desde esta normativa se

plantean ciertas estructuras que crean condiciones para reformular los roles de los actores, generando un soporte importante en la creación de instancias grupales que seguirá trabajando con el objetivo de medir los aspectos positivos o no de esta reforma, como así también considerar nuevos aspectos a modificar. Cabe destacar que este trabajo se realiza a nivel asignatura, y aspira a ser implementado a nivel de carrera.

Creemos que esta innovación, a nivel Institucional, puede servir de base para otras asignaturas que planifican propuesta de mejora a su instrumento de evaluación, y de esta forma extender la reforma al currículo de la carrera generando un mecanismo de evaluación sustentable común a las diversas área curriculares en los que se divide la carrera.

Esta innovación, con sus recomendaciones, deberá ser sometida a análisis por del Consejo Departamental, con los fines de calificar su factibilidad y aplicabilidad dando lugar, en base a los resultados obtenidos, a su extensión a las diferentes áreas de conocimiento.

## 8. Dimensión académica

De la intención educativa asignado a nuestra innovación se desprende la preocupación por revertir el estado actual de las prácticas pedagógico - didácticas ubicando en el centro el problema de la metodología de evaluación.

Se parte de un diagnóstico efectuado por los docentes que revela la vigencia de una fragmentación de los conocimientos en los estudiantes que acreditan la misma. Desde aquí se intenta plantear una innovación en el diseño curricular, modificando la metodología de evaluación, con el objetivo de construir los conocimientos desde un enfoque integrador.

## 9. Conclusiones

Con esta modalidad de evaluación, se pretende adoptar una postura “constructivista” en donde el aprendizaje derive de la acción inteligente, exploratoria y transformado que el sujeto realice sobre los objetos para comprenderlos incorporándolos a sus esquemas de

asimilación (estructura cognitivas) y confiriéndoles una significación, evitando así una actitud “conductista”; como a la que se podría llegar tomando exámenes en la forma tradicional (examen con bolígrafo, ante tribunal examinador, ...etc.).

Proponemos este desarrollo de pensamiento integrado en los educandos de la carrera como una necesidad insatisfecha que se presenta en la actividad profesional, que extiende las fronteras de nuestra asignatura y se manifiesta como un desafío para el cuerpo docente de la carrera el promover una actitud constructivista.

## Agradecimientos

Se agradece al apoyo recibido por la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (Departamento de Ingeniería Civil - GIGEF).

## Referencias

- Díaz Barriga, A. (1994). Una polémica en relación al examen. *Revista Iberoamericana de Educación*. Número 5.
- Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. (1993). *Comprender y Transformar la Enseñanza*. Madrid: Ediciones Morata.
- UTN (2004). *Ordenanza 1030*. Adecua el diseño curricular de la carrera de ingeniería civil.

## La ingeniería y su relación con la Física.

Susana N. Roldán, Carlos J. Suárez, Fabián R. Gon.

Departamento de Materias Básicas-UDB Física  
Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional  
Lavalle 610, [ingsnroldan@yahoo.com.ar](mailto:ingsnroldan@yahoo.com.ar), [suarez\\_cj@yahoo.com.ar](mailto:suarez_cj@yahoo.com.ar)

### Resumen

*El desarrollo y crecimiento continuo de la óptica ha tenido como consecuencia novedosas aplicaciones en las actividades cotidianas del ser humano. Actualmente las investigaciones comprenden diversas áreas, que se encuentran interrelacionadas: instrumentación óptica, comunicaciones ópticas, metroología óptica y como soporte de estas tres, debe de mencionarse la óptica de frontera. La Física se encuentra aplicada en el quehacer de los ingenieros y es importante que los estudiantes adquieran las competencias que permitan asegurar la calidad de nuestros egresados. Pretendemos, por lo tanto, propiciar un espacio de divulgación de la física y sus aplicaciones en nuestras carreras de ingeniería: civil, eléctrica, industrial, mecánica y en sistemas de información. En este artículo, tomamos el caso de una aplicación de metroología óptica en el análisis de los gases de escape de los motores de combustión interna. Presentamos a continuación el estudio realizado.*

**Palabras clave:** Física aplicada, metroología óptica, chopper óptico.

### 1. Introducción

Una de las motivaciones para abordar la problemática surgió de observar que, en el proceso de formación, los estudiantes de nuestras carreras de ingeniería no cuentan con una idea clara sobre las diferentes ramas de la física y sus alcances. Nuestro planteo se basa en que el conocimiento temprano de la estructura general de un área de la Física le puede brindar una idea más clara de sus futuros estudios, involucrarlo tempranamente en tareas de investigación,

impulsarlo a utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería y contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. La Física se encuentra aplicada en el quehacer de los ingenieros y es importante que los estudiantes adquieran las competencias que permitan asegurar la calidad de nuestros egresados.

Pretendemos, por lo tanto, propiciar un espacio de divulgación de la física y sus aplicaciones en nuestras carreras de ingeniería: civil, eléctrica, industrial, mecánica y en sistemas de información.

Tomamos como ejemplo, en este caso, una aplicación de metroología óptica en el análisis de los gases de escape de los motores de combustión interna. En esta oportunidad, nos centramos en una aplicación accesible especialmente a ingeniería mecánica e industrial.

### 2. Marco teórico

El estudio de la Física concierne a dos grandes áreas, la Física Teórica y la Física Experimental, ambos estudios no son excluyentes. Dentro de las ramas de la Física teórico - experimental encontramos a la óptica.

La óptica es la parte de la física que involucra el estudio y el comportamiento de la luz, incluidas sus interacciones con la materia, así como la construcción de instrumentos que se sirven de ella o la detectan. Desde el punto de vista académico, la óptica podría clasificarse para su estudio en dos grandes grupos, la óptica básica y la fotónica. La óptica básica se encarga de estudiar los fenómenos fundamentales, como la propagación de la luz de un medio a otro, la polarización, la difracción, y la coherencia de la luz, etc. La fotónica se refiere al estudio de fenómenos más

complejos de la óptica, donde se entrelazan fenómenos básicos y complejos. Podemos realizar una clasificación de las aplicaciones en la óptica separándolas en cuatro grandes áreas en las cuales inciden las investigaciones que actualmente se realizan: instrumentación óptica, comunicaciones ópticas, metrología óptica.

La instrumentación óptica incluye el estudio y diseño de elementos, y sistemas ópticos que se utilizan principalmente para colectar imágenes. Entre los temas relacionados con la instrumentación óptica podemos citar: trazo de rayos, aberraciones, análisis de Fourier, difracción. Se incluyen en esta área de aplicación: cristales especiales, fibras ópticas, detectores, fuentes de luz (láseres), procesamiento de señales, holografía, óptica no lineal, entre otros. Una aplicación importante de la óptica en comunicaciones, es el empleo de fibra óptica para envío de información a través de lo que conocemos como "internet". Al hablar de metrología óptica nos referimos al monitoreo de parámetros físicos, usando sistemas y métodos de no contacto, utilizando luz, lo cual lleva a realizar pruebas no destructivas. La metrología óptica ha tenido un gran impacto en la solución de problemas industriales y de ingeniería, igualmente se han implementado técnicas de monitoreo en el área médica. La óptica de frontera investiga fenómenos relacionados con radiación luminosa de alta potencia, la rápida detección y transmisión de información generada con luz, nuevos materiales ópticos, fuentes de radiación y detección luminosa.

La comprensión de nuevos fenómenos en este campo son empleados para mejorar la solución de algunos problemas ya existentes y para solucionar algunos otros considerados con anterioridad.

En consecuencia, podemos sintetizar, que las aplicaciones más sobresalientes de estas áreas de la Física se manifiestan, por ejemplo, en las diversas ramas de la ingeniería, en la industria, la medicina, la biología, entre otros.

### 3. Objetivos y Metodología

Nuestro objetivo primordial en esta etapa, fue buscar algunas experiencias que involucrasen a la Física pero que mostraran una relación más cercana con las especialidades. De esta manera, propusimos a los estudiantes de las ingenierías mecánica e industrial esta aplicación de óptica dedicada en principio a la calibración de instrumentos.

En esta primera parte de nuestra propuesta, trabajamos con aquellos que voluntariamente accedieron a participar, específicamente a la calibración de filtros ópticos utilizados a su vez para la calibración de opacímetros, para luego poder realizar los controles de los equipos de medición y control de gases de escape de los motores.

Se sondaron los saberes previos y se propuso una búsqueda de información y una posterior puesta en común del material recopilado y de las conclusiones arribadas hasta el momento.

Con esto, los alumnos, junto con el docente moderador llegaron a la siguiente recapitulación:

- Según lo que establece la ley 24449, capítulo II, artículo 34 (Revisión técnica obligatoria). Existen talleres de revisión técnica vehicular, los cuales poseen equipos para los distintos controles que deben realizar los vehículos automotores para estar en condiciones de circular. Dentro de estos se encuentran, por ejemplo, frenómetros, alineadoras al paso, analizadores de gases, opacímetros.

#### a. Fundamentos básicos del análisis de gases de escape de un motor de combustión interna

Del resultado del proceso de combustión del motor se obtienen diversos gases y productos, entre ellos los más importantes son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el oxígeno (O<sub>2</sub>), hidrocarburos no quemados (HC), nitrógeno (N), agua (H<sub>2</sub>O) y bajo ciertas condiciones, óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>).

Un correcto análisis de las proporciones de los gases puede dar lugar a diagnósticos muy importantes del funcionamiento del motor.

El analizador de gases de escape analiza la química de estos gases y nos dice en qué proporciones se encuentran los mismos. Todos estos productos se obtienen a partir del aire y del combustible que ingresa al motor, el aire tiene aproximadamente un 80 % de Nitrógeno y un 20 % de Oxígeno.



Una combustión completa, donde el combustible y el oxígeno se queman por completo solo produce CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y H<sub>2</sub>O (agua).

Este proceso de una combustión completa y a fondo muy pocas veces se lleva a cabo y entonces surge el CO (monóxido de carbono) y consiguientemente aparece O<sub>2</sub> (Oxígeno) y HC (Hidrocarburos), tengamos en cuenta que la aparición de los mismos es porque al no completarse la combustión "siempre queda algo sin quemar."

A continuación, brindamos los valores normales que se obtienen a partir de la lectura de un analizador de gases conectado a un motor de un vehículo de inyección electrónica:

$$\text{CO} < 2\% \text{O}_2 < 2\% \quad (2)$$

$$\text{CO} > 12\% \text{HC} < 400 \text{ ppm} \quad (3)$$

El nitrógeno, normalmente, así como entra en el motor, sale del mismo y en la medida que el motor no esté bajo una carga importante no forma óxidos de nitrógeno. Los óxidos de nitrógeno son perjudiciales para los seres vivos y su emisión en muchos lugares del mundo se encuentra reglamentada. Surgen de la combinación del oxígeno y el nitrógeno del aire, y se forman a altas temperaturas y bajo presión. Este fenómeno se lleva a cabo cuando el motor se encuentra bajo carga, y con el objetivo de disminuir dicha emisión de gases, los motores incorporan el sistema de recirculación de gas de escape (EGR). El sistema EGR disminuye las emisiones de óxidos de nitrógeno, por una baja significativa en la temperatura de la cámara de combustión, como consecuencia del ingreso del gas de escape a la misma.

Existe un gran número de instrumentos para medir el humo, los cuales están diseñados para medir la opacidad, por lo que son llamados opacímetros.

### b. Opacímetros

Los opacímetros son clasificados en tres tipos:

- Opacímetros de flujo total en línea, analiza el total del humo que pasa por el tubo de escape. La medición es realizada dentro del tubo de escape.
- Opacímetros de flujo total tipo estela o fin de línea, analiza el total del humo que sale del escape en forma de estela. La medición es realizada a la salida del escape.
- Opacímetros de flujo parcial o muestreo, analiza una fracción del humo que pasa por el escape. La medición es realizada en una cámara especialmente diseñada.

El opacímetro sirve para la captación del coeficiente de absorción "K" [m<sup>-1</sup>] o su valor equivalente del grado de enturbiamiento (%), que son medidas de la cantidad de luz absorbida por el gas de escape en motores de encendido por compresión (diésel). Estas constantes son obtenidas gracias a la ley de Bourguer-Lambert-Beer (Atkins y de Paula, 2008).

A tal fin, durante la libre aceleración del vehículo, una parte del gas de escape se suministra al opacímetro mediante una sonda de toma de gases. Para calcular este valor, un emisor led emite una luz que es absorbida en parte por el gas de escape presente en la cámara de medición, la luz no absorbida llega al receptor (sensor de intensidad de luz), este toma esa señal lumínica y la emplea como información. Como el haz de luz que atraviesa la cámara, donde se encuentra el humo, posee una longitud de onda específica, la proporción incidente que alcanza el receptor se utiliza para obtener las propiedades de oscurecimiento del medio y, de esta manera, conocer si los gases se hallan en una proporción que contamina el medio ambiente o no.

En la siguiente ecuación se observa la relación entre ambos:

$$\text{Opacidad} = [1 - e^{-(l_e * K)}] * 100 \quad (4)$$

Siendo:

$K$ : Coeficiente de opacidad en  $[m^{-1}]$

$l_e$ : longitud de la cámara de medición

$e$ : N° de Euler en  $[m^{-1}]$

En la figura 1 se observa una imagen donde se puede ver el funcionamiento de un opacímetro.

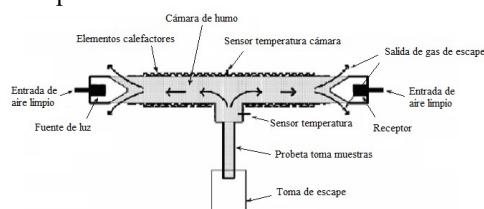


FIGURA 1. Descripción gráfica del funcionamiento de un opacímetro.

### c. Chopper óptico

En el laboratorio, se buscó construir un instrumento que permita la calibración y que garantizase la trazabilidad de los filtros ópticos utilizados para la calibración de los opacímetros.

Para lograr un valor de opacidad estable y confiable se utilizó un equipo que posee como estructura base partes de un Opacímetro DGA 6000 (nombre comercial del equipo fabricado por Control vehicular argentino S.A.), y ensamblado a este, los elementos del chopper óptico desarrollado por el laboratorio. Este chopper servirá para calibrar el equipo de calibración, el cuál será utilizado posteriormente para determinar el valor de cada lente.

El disco chopper posee paletas radiales que se alternan con espacios sin material, existiendo en nuestro caso diferentes diseños que permiten observar una relación entre espacio libre y obstrucción del 40%, 50% y 80%. Al girar el chopper a una velocidad determinada parte de la luz emitida por el emisor es obstruida por el chopper y el resto llega al receptor para que este convierta esa señal óptica en información que será captada por el software del Opacímetro DGA 6000 utilizado. De esta manera logra simularse el funcionamiento de un opacímetro reemplazando la cantidad de luz que es absorbida por el gas de escape en la cámara de medición por los rayos radiales del chopper óptico calibrado.

Existen distintos tipos de discos, dependiendo del campo de aplicación del instrumento, en los que se varía la cantidad de ranuras o su forma. En la Figura 2 se puede observar el disco utilizado en el experimento.

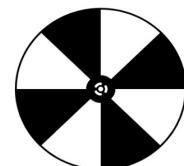


FIGURA 2. Disco ranurado (50% de opacidad)

### d. Análisis numérico y cálculo de variables chopper óptico

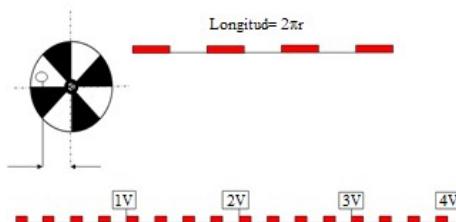


FIGURA 3. Disco ranurado (50% de opacidad), y longitud de desarrollo utilizada.

Para calcular las mediciones que se realizarán utilizando el chopper partiremos del cálculo del perímetro, observe la Figura 3:

$$P = 2\pi r \quad (5)$$

Tomando el radio del chopper utilizado para el análisis como  $r = 45,80$  [mm], tenemos que:

$$P = 2\pi \cdot 45,80 \text{ mm} = 287,643 \text{ mm} \quad (6)$$

Calculando el perímetro para cada sector, donde hay 4 blancos y 4 negros:

$$\frac{P}{8} = \frac{287,643 \text{ mm}}{8} = 35,96 \text{ mm} = L_{arc} \quad (7)$$

Teniendo la longitud que recorre por cada espacio, debemos calcular el tiempo que transcurre al recorrer dicho intervalo. Para esto se determinó experimentalmente el valor mínimo de revoluciones por minuto (rpm) para que el sistema sea estable, dando como resultado 500 rpm. Consideréndolo en velocidad angular:

$$\omega = 2\pi \frac{500 \text{ rpm}}{60} = 52,33[\text{s}^{-1}] \quad (8)$$

Entonces, considerando el ejemplo del chopper elegido, para un sector del mismo debería recorrer:

$$\omega = \frac{Vt}{r} \Rightarrow Vt = \omega \cdot r = \frac{Larc}{t} \quad (9)$$

$$t = \frac{35,95 \text{ mm}}{52,33 \text{ s}^{-1} \cdot 45,8 \text{ mm}} = 0,01499[\text{s}] \quad (10)$$

Donde  $Vt$  es la velocidad lineal y  $t$  es el tiempo empleado en recorrer un espacio del arco del chopper a la velocidad mínima considerada como estable.

Ya que el tiempo estimado de la comunicación entre emisor – receptor ( $T$ ) es de 3[us], según el fabricante del opacímetro, calcularemos cuantas veces está comprendido  $T$  en  $t$ , y lo llamaremos  $N$ .

$$N = \frac{T}{t} = \frac{1,499 \cdot 10^{-2} \text{ s}}{3 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = 4966[\text{veces}] \quad (11)$$

Es decir que en el tiempo que lleva recorrer los 35,95 [mm] de cada arco, el emisor realizará 4966 lecturas, pero si consideramos que para que lea el 50% de intensidad de luz, debe leer de ambos sectores circulares del hueco y del relleno. Es necesario cubrir el doble de distancia por lo que llevará el doble del tiempo, así:

$$N = 4966 \cdot 2 = 9933[\text{veces}] \quad (12)$$

Así entonces, el equipo realizará un total de 9933 lecturas. Al realizar en ese tiempo múltiples lecturas que varían en un rango entre 100% y 0%, esas lecturas que son captadas por el sensor y transferidas al software del equipo, realizarán el cálculo del valor medio, el cual es considerado finalmente como el valor de transmitancia del chopper o filtro óptico medido.

#### e. Experiencia de funcionamiento.

Se realizó una experiencia en el laboratorio para poder verificar algunos valores y arribar a conclusiones. Para la misma se utilizó un ordenador que permite ejecutar el software del opacímetro DGA 6000, un regulador de voltaje (para variar las velocidades del motor de corriente continua

ya que las mismas responden de manera lineal como se puede observar en la Figura 4), un emisor y receptor del haz de luz fijados en unos pequeños tubos que simulan la cámara de humo del opacímetro convencional (pintados de color negro mate en su interior, con un resorte para evitar cualquier tipo de reflexión en las paredes internas del tubo).



FIGURA 4. Resultados de la experiencia, Voltaje en función de las revoluciones por minuto.

Con los elementos que se observan en la Figura 5 se procedió a tomar mediciones para un mismo chopper (equivalente a una opacidad del 50%), a distintas velocidades y observar por medio de una comparación entre los valores prácticos y los obtenidos de los datos teóricos para esa misma opacidad. De esta manera se logró analizar el rango de velocidades para el cual se estabilizaban las mediciones y era el recomendable para realizar la calibración.



FIGURA 5. Instrumental y equipo empleado en la experiencia: chopper, notebook, regulador de voltaje y amperaje.

## 4. Resultados

En la Tabla I se indican los valores de opacidad (expresados en [ $\text{m}^{-1}$ ]) obtenidos en el experimento realizado.

RPM	Tensión [V]	Corriente [A]	Opacidad [ $\text{m}^{-1}$ ]
69,4	1,50	0,05	3,8
269,4	2,50	0,05	3,7

369,4	3,00	0,05	3,6
502,9	4,20	0,05	3,5
599,5	4,80	0,05	3,5
711,0	5,30	0,05	3,5
808,6	5,90	0,05	3,5
907,7	6,40	0,05	3,5
1006,0	7,10	0,05	3,5
1254,0	8,60	0,05	3,5
1519,0	10,20	0,05	3,5
2003,8	13,02	0,05	3,5

**TABLA I.** Resultados de la relación rpm-opacidad.

Si se grafican los resultados de dicha tabla, opacidad en función de la velocidad angular (RPM) se observa que los valores de opacidad medidos se estabilizan a partir de las 500 rpm y difieren muy poco del valor teórico ( $3,46 \text{ [m}^{-1}\text{]}$ ) que establece el software para una opacidad del 50 %, figura 6.



**FIGURA 6.** Opacidad en función de las rpm.

Con estos valores, se puede decir, que en primera instancia, la propuesta, además de resultar interesante a los alumnos ha brindado datos suficientemente confiables como para avanzar con esta propuesta en otros ámbitos de la facultad.

## 5. Discusión

Si nos basamos en los resultados empíricos obtenidos se puede observar que el sistema funciona de una manera estable y confiable a partir de las 500 rpm y que los valores obtenidos experimentalmente son muy próximos a los valores teóricos.

En futuras experiencias deberíamos enfocarnos en determinar el límite superior de velocidades para el cual la medición deja de ser confiable y pierde la exactitud requerida por el laboratorio. También en ver cómo influye la desalineación del emisor con el receptor, la influencia de la longitud

de la cámara entre otras causas posibles de análisis.

Si se pudiera validar el método y procedimiento de medición, serviría no solo para poder calibrar los filtros ópticos con los cuales se verifica el correcto funcionamiento de los opacímetros, sino también para corroborar a través de los mismos la opacidad de los vidrios tonalizados de fábrica para que estos se enmarquen dentro de lo que establece la ley para vehículos automotores.

Este aspecto se tomará en cuenta para reforzar y ampliar el horizonte que inicialmente nos propusimos.

## 6. Conclusiones

Esta práctica de Física aplicada ha resultado una muy buena experiencia para mostrar la importancia de la disciplina en algunas áreas de la ingeniería, en especial, mecánica e industrial. Cuestión que nos ha servido para interesar a los alumnos en la divulgación de esta relación.

Por otro lado, no podemos dejar de lado que a partir de este método sería posible realizar una calibración de filtros ópticos. El uso de los mismos, permitiría calibrar los opacímetros de los talleres de revisión técnica, equipos que son fundamentales para poder verificar y tener conocimiento del nivel de contaminación que emiten los vehículos al medio ambiente.

Además, sería posible desarrollar nuevos métodos para la calibración de los cristales tonalizados de los vehículos automotores, ley que está en vigencia en nuestro país y que regula este aspecto de los vehículos. Establecemos el compromiso de continuar adelante con el estudio de estas potenciales aplicaciones, así como a buscar otras aplicaciones de la Física que resulten interesantes para nuestros estudiantes en el resto de las carreras de nuestra unidad académica.

## Referencias

- Atkins, P. y de Paula, J. (2008). *Química-Física*. Editorial Panamericana.  
<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/302-an%C3%A1lisis-de-los->

[gases-de-escape-de-los-motores-de-combusti%C3%B3n-interna.html](#).

El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina. LEY 24449. Boletín Oficial. <http://www.seguridadvial.gov.ar>. Sitio consultado en marzo de 2018.

Hecht, Eugene. Óptica. 3<sup>a</sup> ed. Madrid: Addison-Wesley Iberoamericana, cop. 2000.

Pedrotti, F.L.; Pedrotti, L.S. Introduction to optics. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1993.

# Pautas para la Integración del Departamento de Tecnología Educativa en la Universidad

Valerio Frittelli; Andrés Kabusch; Marina Pindar; Carola Nievias

Dirección de Posgrado

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional  
vfritteli@gmail.com - arkabusch@gmail.com - marinapindar@gmail.com -  
carolanievas75@gmail.com

## Resumen

*Este trabajo es presentado desde el proyecto de investigación TEUTNCO0004507 - Diseño, implementación y evaluación de un Entorno Personal de Aprendizaje (EPA) para el grado y posgrado académicos de la UTN - Facultad Regional Córdoba. Se proponen pautas para la creación y puesta en funcionamiento de un Departamento de Tecnología Educativa (DTE) en el contexto universitario, de forma que ese DTE cumpla funciones de soporte y asesoramiento para la incorporación exitosa de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza universitaria. Se sugiere también la estructura que el DTE podría tener, así como sus principales alcances y funciones operativas.*

**Palabras clave:** Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Departamento de Tecnología Educativa (DTE).

## 1. Introducción

Con el avance del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la Universidad, basado fundamentalmente en la creación y mantenimiento de campus virtuales y espacios para la construcción de Entornos Virtuales de Aprendizaje disponibles para las diferentes cátedras, se suscita la cuestión de pensar qué acciones o políticas deberían plantearse desde los diferentes ámbitos de gestión para facilitar la inclusión de esas tecnologías en el proceso de enseñanza y de aprendizaje (Bates, 2001). Una alternativa es la creación y sostenimiento de un *Departamento de Tecnología Educativa* (DTE) que funcione como

mediador permanente, tal que provea conocimientos, asesoramiento y soporte para cubrir las necesidades de implementación de cada área y aprovechar las potencialidades de utilizar las TIC en la Universidad, además de orientar las estrategias de aplicación y detectar las oportunidades que se presenten en el momento de revisar y actualizar las prácticas de la enseñanza mediadas por TIC. En tal sentido, como parte de las actividades propuestas para el proyecto de investigación, se propuso elaborar y pensar estrategias y escenarios que permitan dilucidar pautas básicas de creación, conformación y mantenimiento del Departamento de Tecnología Educativa, atendiendo a diseñar actividades, pensar recursos, revisar estrategias y conformar acciones para llevar adelante las diferentes alternativas de soporte para las áreas académicas que pudiesen requerirlo (como cátedras de carreras de grado, docentes del área de posgrado, equipos de trabajo docente de cursos de extensión universitaria, entre otros).

Es importante aclarar, como base para lo que sigue, que se plantea un escenario de trabajo de *educación presencial* (aunque mediada por TIC), por lo que se apunta a comprender que el trabajo del futuro equipo estaría quizás más relacionado con reforzar y colaborar con estrategias de Blended Learning o B-Learning, sin que esto implique que, una vez conformado el DTE, el mismo no pueda colaborar en la creación y desarrollo de cursos o escenarios de educación virtual no presencial (e-learning) (Hernández, 2003).

A partir de lo anterior, se plantea como objetivo principal del presente trabajo la elaboración y análisis de diferentes estrategias y definiciones acerca de la

constitución del DTE en una institución universitaria.

## 2. Contexto

Por sus características particulares, en especial la división académica en cátedras y los niveles de jerarquía asociadas a ellas, es razonable pensar que el diseño de un Departamento de Tecnología Educativa debería conformarse transversalmente, a partir de una política concreta que haga clara la posible intervención de ese DTE en el trabajo de las cátedras (o niveles equivalentes en posgrado, extensión, carreras cortas y otras áreas universitarias).

Lo anterior es muy sensible si consideramos un principio básico: la libertad de cátedra y las diferentes visiones que pudieran encontrarse en la misma cátedra en relación a las concepciones de enseñanza y de aprendizaje. Ampliando aún más, es importante pensar que además de lo anterior, cada cátedra (y esto es absolutamente dependiente de su coordinador y los demás profesores) va a tener una o varias visiones concretas respecto de lo que significa incluir las TIC en las prácticas de enseñanza y los beneficios u obstáculos que las mismas pueden provocar en el desempeño de la cátedra.

Las siguientes pautas son básicas para pensar las estrategias de intervención:

- Las cátedras, o algunos de los docentes, pueden presentar resistencias concretas frente al uso de las TIC en el momento de pensar las prácticas de enseñanza (Bates, 2001).
- El uso de las TIC va a requerir, con seguridad, que se piensen al interior de las cátedras nuevos modos de coordinación y actuación de los docentes debido al trabajo que requerirá la inclusión de herramientas basadas en TIC (Cukierman, Rozenhauz, & Santángelo, 2009).
- Es importante entender que, en general, las formación de los docentes en relación con la Tecnología Educativa y el uso de herramientas TIC es aún bastante pobre o escasa. En particular, para los diferentes espacios para la creación de entornos

virtuales (generalmente Moodle) es muy escaso el conocimiento real de las diferentes potencialidades y alternativas que los mismos presentan y cómo utilizarlos en beneficio de mejores prácticas (Kabusch, 2017).

- A lo anterior podemos agregar que el uso de tecnología no representa por sí sola una mejora en las prácticas. Pensar que incorporar tecnología implica una mejora automática en las prácticas educativas, es cometer un grave error ya demostrado ampliamente a partir del fracaso de muchas iniciativas (Bates, 2001). El carácter predominantemente expositivo y presencial de la enseñanza universitaria, provoca que el uso de las TIC recaiga exclusivamente en prácticas que no aprovechan ampliamente el potencial de la misma o las utilizan en forma periférica.

A partir de las consideraciones anteriores, se puede afirmar que el proceso de incorporación de entornos virtuales de aprendizaje (o de entornos personales de aprendizaje como conveniente evolución) requiere de acciones y estrategias *que superen el mero hecho de capacitar a los docentes* y, quizás, colaborar con ellos en el uso de las herramientas (Área Moreira, 2010).

Algunas investigaciones han demostrado claramente que, en general, el uso más difundido y mayoritario de aulas virtuales está relacionado con disponer de materiales bibliográficos para que los alumnos dispongan de fuentes de estudio (apuntes, textos, libros digitales, etc.) (Morchio, 2015) (Kabusch, 2017). Ello presupone que la incorporación de tales herramientas no pone en juego ni revisa metodologías de trabajo que podrían replantearse a partir del uso de las herramientas digitales provistas por los entornos.

## 3. Creación del Departamento.

Teniendo en cuenta las cuestiones anteriores, se pueden delinear las actividades y pasos a cumplir con el fin poner en marcha el DTE y organizar las primeras actividades tendientes a su consolidación. Se enumeran a

continuación las pautas que se consideran esenciales para el origen y continuación del funcionamiento del mismo:

- a. Se requiere que el espacio se constituya como una política institucional de la organización (Facultad, Universidad, Dirección de Posgrado, o área que corresponda), con cierto nivel de prioridad. Ello permitirá que se consolide su inclusión en el espacio de trabajo académico con la autoridad necesaria para poder trazar planes de acción.
- b. Los coordinadores de las diferentes cátedras o espacios afines (y en general el plantel docente de estos espacios) deben ser informados claramente respecto de los objetivos y alcances del DTE.
- c. Es importante que se provea la infraestructura necesaria para poder desarrollar las acciones del equipo de trabajo del DTE, teniendo en cuenta la necesidad de trabajar con docentes en forma conjunta.

#### 4. Alcance y Funciones

El Departamento de Tecnología Educativa tendría las siguientes funciones, no excluyentes:

- a. Propiciar un espacio de asesoramiento relacionado con el diseño, la planificación, la construcción, el seguimiento y la evaluación de Entornos Virtuales de Aprendizaje relacionados con los procesos de enseñanza y de aprendizaje para cátedras, seminarios, cursos o cualquier otra actividad académica a desarrollar en la Universidad (tanto a nivel de grado como de posgrado).
- b. Propiciar un espacio permanente de capacitación docente en el uso de TIC aplicadas a la actividad educativa.
- c. Propiciar un espacio de asesoramiento pedagógico y tecnológico respecto de iniciativas relacionadas con la inclusión de otras herramientas TIC en el desarrollo de las prácticas de la enseñanza.
- d. Plantear y desarrollar un espacio que permita colaborar en la ejecución de planes de inclusión de Tecnología

Educativa, tanto a nivel de construcción de herramientas como a nivel de seguimiento de los procesos.

- e. Evaluar estrategias de inclusión de Tecnologías en las prácticas de enseñanza de las diferentes cátedras.

Reforzando las consideraciones que se realizaron previamente, es importante pensar en la transversalidad del trabajo a realizar, la cual podría definirse a partir de los siguientes aspectos:

- No tiene implicancias académicas ni disciplinares. Si bien su trabajo presenta características pedagógico-didácticas, no tiene diferencias por tratarse de una u otra disciplina o espacio académico. Se considera que la participación de la cátedra o los docentes es la que permite la especialización disciplinar requerida.
- No tiene jerarquía en un sentido de autoridad que determina cursos de acción. Siempre el trabajo se realiza a partir de la colaboración y el acuerdo con las cátedras y los docentes de las mismas.
- Permite la interacción entre diferentes estamentos de la Universidad.

#### 5. Estructura

A partir de lo expuesto hasta aquí, surge como razonable que el DTE debería constituirse de manera interdisciplinaria, y se proponen los siguientes roles:

- a. Coordinación general: Tendría a su cargo la definición de políticas generales del Departamento y la gestión del mismo. Este cargo debería ser asumido por un Tecnólogo Educativo u otro profesional que tuviera la capacidad de poder integrar conocimientos pedagógicos y tecnológicos.
- b. Coordinadores de proyecto: Sería necesario que los proyectos de cátedra (en cada una de sus fases) sea monitoreado y ejecutado por una persona concreta que tenga a su cargo las diferentes estrategias a aplicar.
- c. Asesores pedagógicos: Conformarían el cuadro de profesionales que facilitan o colaboran con el análisis pedagógico (en cuanto a los fines) y didáctico (en cuanto

- a las formas) de cada estrategia a aplicar, en relación a las diferentes prácticas y actividades planteadas en las cátedras.
- d. Asesores tecnológicos: Proveen al equipo el análisis y la evaluación de las diferentes herramientas utilizadas y su pertinencia técnica. Realizan además el análisis de factibilidad del uso de las herramientas y la evaluación de tales utilizaciones, una vez implementado el proceso.
  - e. Diseñadores Web, Programadores, Diseñadores gráficos: Facilitan la experticia técnica para favorecer el diseño y la configuración de herramientas TIC relacionadas con los requerimientos planteados en los diferentes proyectos.

Es evidente que la constitución de ese equipo no resultaría simple de formalizar en cualquier institución universitaria, debido a la complejidad que representa la asignación presupuestaria de cargos, la designación de esos cargos, la creación de la infraestructura correspondiente, etc. Ello implica que el proceso de creación y consolidación del equipo debe ser paulatino y que muchos de los cargos anteriores pueden ser, quizás, ocupados por las mismas personas (sobre todo en lo que se refiere a la jerarquía establecida).

Asimismo, un proceso permitiría que las diferentes actividades que se vayan realizando a medida que el proyecto avanza, sean aprovechadas y evaluadas por la comunidad universitaria, lo que facilitará que puedan distinguirse claramente las potencialidades que ofrece el trabajo del departamento.

En cuanto al trabajo interno de las cátedras, si tenemos en cuenta la transversalidad antes planteada, es menester comprender que la inclusión de las TIC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Universidad requiere de cátedras activas en tal sentido, comprometidas con el hecho de pensar nuevos escenarios de trabajo académico en el contexto de la Sociedad de la Información, del avance de las TIC y de nuevos paradigmas relacionados con el aprendizaje como el conectivismo, el aprendizaje ubicuo y el aula aumentada, por nombrar algunas de

las alternativas (Cukierman, Rozenhauz, & Santángelo, 2009).

Por lo tanto, es imprescindible que los docentes desarrollen nuevas prácticas que incluyan modelos de intervención que apunten a provocar escenarios de trabajo orientados a procesos de actividad más autónomos por parte de los alumnos (Frittelli, Páez, & Kabusch, 2013).

Si las TIC se convierten en vehículos para lograr tales fines, es preciso que las cátedras desarrollen un proceso de reconocimiento de tales cuestiones y realicen las pequeñas transformaciones necesarias para revisar las prácticas, tanto desde el punto de vista metodológico, como desde el punto de vista de la utilización contextualizada de nuevas herramientas.

Es por ello que es necesario identificar, en las diferentes cátedras, las diferentes posibilidades que cada persona pueda aportar para la gestión de los diferentes proyectos de integración de tecnología en las prácticas. Ello va a depender de una mirada interna y de un acuerdo que facilite el trabajo del DTE en la coordinación horizontal y vertical de programas de inclusión de herramientas, principalmente en lo referido al desarrollo y gestión de Entornos Virtuales de Aprendizaje, tal como se expuso anteriormente.

## 6. Conclusión

Con el fin de realizar un cierre que permita analizar posibilidades y alternativas de trabajo en relación a la integración de la Tecnología Educativa en la Universidad, sería interesante plantear los siguientes tópicos centrales:

- La creación del DTE requiere una fuerte decisión institucional.
- La consolidación del DTE requiere de acuerdos entre las diferentes cátedras, a partir del desarrollo de un programa institucional que muestre claramente la factibilidad y la proyección de estrategias y alcances que pueden alcanzarse.
- El DTE es de funcionalidad transversal.
- Las estrategias a aplicar deben apuntar a plantear cambios en las metodologías y en los entornos, superando la utilización

---

básica de la tecnología como soporte de un modelo de enseñanza presencial y centrado en el docente.

Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba.

## Referencias

Área Moreira, M. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos. (C. y.-E. Ministerio de Educación, Ed.) *Revista de Educación*.

Bates, A. W. (2001). *Cómo Gestionar el Cambio Tecnológico*. Barcelona: Gedisa.

Cukierman, U., Rozenhauz, J., & Santángelo, H. (2009). *Tecnología educativa: Recursos, modelos y metodologías*. Buenos Aires: Prentice Hall - Pearson Education.

Frittelli, V., Páez, R., & Kabusch, A. (2013). Estrategias basadas en la virtualidad para capacitación de Cátedras. *Conferencia EAD - Como virtualizar la oferta educativa con calidad*. Córdoba: Universidad Blas Pascal. Retrieved Mayo 8, 2013, from <http://www.upb.edu.ar/conferenciaead/files/2013/04/presentacioncongreso.pdf>

Hernández, E. (2003). *Estándares y Especificaciones de E-learning: Ordenando el desorden*. Retrieved from Universitat de Valencia:  
<https://www.uv.es/ticape/docs/eduardo.pdf>

Kabusch, A. (2017). *La inclusión de las TIC en las prácticas de enseñanza de los docentes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional*. Córdoba: UTN - FRC (Dirección de Posgrado).

Morchio, M. (2015). *Ánalisis de las fortalezas y debilidades de dos dispositivos tecnológicos implementados en las Cátedras de Lengua Inglesa I y de Gramática Inglesa I de la Facultad de Lenguas de la Universidad Nacional de Córdoba*. Córdoba: Universidad

---

## Participación de los estudiantes en una comunidad de software libre como criterio de evaluación

Ricardo Medel

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba  
Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja Argentina, Ciudad de Córdoba, Argentina  
rmedel@frc.utn.edu.ar

### Resumen

*El software libre es creado por comunidades de desarrolladores voluntarios, usuarios y empresas distribuidos globalmente. Debido a que puede ser utilizado, modificado y distribuido libremente por cualquier persona o entidad con cualquier propósito, el software de este tipo tiene gran difusión, tanto en ambientes educativos como comerciales e industriales. Nuestra universidad, sin embargo, tiene una larga tradición de no utilizarlo. Es por esto que desde el año 2015 se ofrece una asignatura electiva sobre software libre a estudiantes del último año de la Ingeniería en Sistemas de Información. La principal innovación es que, como parte de los criterios de evaluación del curso para su aprobación, los estudiantes deben participar activamente en una comunidad de software libre de su elección. En este trabajo reportamos los resultados, en general positivos, de esta exposición de los alumnos a la realidad del ambiente de desarrollo y utilización del software libre.*

**Palabras clave:** Software libre, Metodologías de desarrollo, Ingeniería de Sistemas de Información

### 1. Introducción

El software libre y su similar, el software de código abierto o de fuentes abiertas, son tan antiguos como las computadoras. En los inicios de la era de las computadoras, el valor comercial de un sistema provenía solo de hardware, mientras que el software era compartido libremente por las usualmente pequeñas comunidades de desarrolladores y operadores creada alrededor de un hardware

en particular (Dibona, Ockman y Stone, 1999). Recién en 1984 Richard Stallman definió formalmente el término “software libre” en El Manifiesto de GNU (Stallman, 2016). Más tarde, la creación de Open Source Initiative aportó la definición de software de código abierto (OSI, 2007). A pesar de algunas diferencias entre el software libre y el software de código abierto, ambos comparten la misma filosofía de construcción colectiva, libertad de uso y modificación colaborativa del código. Técnicamente, el software libre no se diferencia del software propietario (aquel software cuya licencia de uso no es libre). Sin embargo, su gran diferencia es la estructura de desarrollo y mantenimiento que se genera alrededor de cada proyecto de software libre. Incluso cuando algunos de estos proyectos son guiados por empresas, la mayoría de los proyectos son creados y mantenidos por una comunidad de desarrolladores y usuarios siguiendo distintos modelos de organización (Raymond, 2009).

Este enfoque novedoso para la construcción de software, así como sus aspectos filosóficos, sociales, legales y económicos, requieren que los profesionales de software estén informados sobre sus características, ventajas y limitaciones. Este conocimiento les permitirá tomar decisiones informadas sobre el desarrollo y uso de software libre durante su práctica profesional.

Debido a su bajo o nulo costo, y a la posibilidad de modificar y distribuir libremente el código fuente, este tipo de software se utiliza comúnmente en educación, especialmente en universidades con programas de informática o ingeniería de software (Lakhan y Jhunjhunwala, 2008;

Wilson, 2013). Sin embargo, nuestra Universidad tiene una larga tradición en no utilizarlo. En los pocos cursos donde se lo utiliza, sus características no técnicas (filosofía, licenciamiento, comunidades de desarrollo, etc.) no se estudian ni analizan. Es por esto que desde el año 2015 se ofrece una asignatura electiva sobre software libre a estudiantes del último año de la Ingeniería en Sistemas de Información (Cabral et al., 2014; Medel, 2016).

Además del objetivo de ampliar el cuerpo de conocimientos de los futuros ingenieros de sistemas de información, un aspecto crucial de esta propuesta es que, como parte de los criterios de evaluación del curso para su aprobación, todos los estudiantes deben elegir una comunidad de software libre ya existente y participar activamente en ella. En este trabajo presentamos los resultados de nuestras experiencias durante los cuatro años en que se ha ofrecido el curso. Cabe destacar que este curso no fue diseñado como un experimento sobre Educación, en cuyo caso requeriría un grupo de control y evaluaciones previas y posteriores de los estudiantes. Nuestro objetivo aquí es más bien modesto: comunicar las lecciones aprendidas durante la implementación de este curso en la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información, con la esperanza de ser útiles para otras universidades o carreras que estén en situaciones similares.

## 2. Marco teórico

El “software libre” es aquel software que asegura al usuario cuatro libertades esenciales (FSF, 2018):

0. La libertad de ejecutar el programa como se deseé, con cualquier propósito.
1. La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que el usuario quiera (el acceso al código fuente es una condición necesaria para ello).
2. La libertad de redistribuir copias para ayudar a otros.
3. La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros (el acceso al código fuente es una condición necesaria para ello).

Desde hace décadas, el software libre está presente en una gran cantidad de sistemas informáticos (Feller et al., 2005). En particular, fue y es clave en la infraestructura de Internet (Newman, 1999), y se puede encontrar incluso en los teléfonos inteligentes que usamos diariamente (Hoffman, 2014).

Como se dijo, debido a su bajo o nulo costo, a su cada vez mejor desempeño técnico y a la posibilidad de distribuirse libremente entre la comunidad educativa en general, el uso de software libre en educación se ha expandido en todos los niveles (García-Domínguez, Rodríguez Galván y Palomo-Duarte, 2008; Sánchez Vera, 2010). Esta expansión también se debe al incremento en la demanda de profesionales formados en software libre (Neira y Palomo-Duarte, 2008) y a la posibilidad de crear Recursos Educativos Abiertos (Meiszner, Glott y Sowe, 2008).

El participar en el desarrollo de software libre permite a los alumnos experimentar el proceso de desarrollo de software *in-the-large*, a diferencia de la experiencia usual *in-the-small*, la cual es realizar pequeños programas de práctica, con requerimientos, usuarios y demás restricciones ficticias, provistas por la cátedra. Es decir, permite a los estudiantes contribuir a la producción de software real, en un ámbito de desarrollo real (Buffardi, 2015; Wachenchauzer, 2013). Desde 2010 las conferencias POSSE (Professors Open Source Software Experience) impulsan la participación de alumnos en proyectos de software libre humanitarios (HFOSS: Humanitarian Free/Open Source Software), cuyo principal objetivo es social (Dziallas, 2012; Ellis, Morelli e Hislop, 2008; Morelli et al., 2009). Los resultados de estas experiencias evidencian mejoras en las habilidades técnicas y sociales de los estudiantes, aunque se requiere un esfuerzo extra de los profesores y, en particular, de los alumnos al involucrarse en una comunidad y realizar un aporte significativo (Pinto et al., 2017). El principal motivador, desde el punto de vista de los alumnos es el poder aplicar habilidades de desarrollo de software a proyectos de la vida real, para clientes

reales, en un ambiente de producción, todo dentro de los límites de un semestre. Sin embargo, los desafíos no son menores: ¿se conseguirán los objetivos de aprendizaje? ¿los proyectos son adecuados para el nivel de los estudiantes? ¿utilizan lenguajes de programación que el estudiante conoce? (Hislop, 2009). En el caso argentino debemos sumar la cuestión del lenguaje de comunicación entre miembros de la comunidad, que usualmente es el inglés. ¿Podrán nuestros alumnos comunicarse en ese idioma?

### 3. Objetivos y Metodología

Como se estableció previamente, el objetivo de esta asignatura es completar la formación del egresado de la carrera a fin de que sea capaz de tomar decisiones informadas sobre el uso y desarrollo de software libre.

La asignatura se desarrolla durante el primer cuatrimestre, con una duración de 35 horas de clases teórico-prácticas (una clase de dos horas y media por semana).

Si bien hubo variaciones en el orden y profundidad a lo largo de los años, los temas que se estudian son los siguientes.

- Conceptos básicos del software libre
- Historia del software libre
- Licencias de software
- Gestión de comunidades de software libre
- Calidad de proyectos de software libre
- Modelos de negocios basados en software libre
- Sistemas operativos libres
- Reglas de diseño y programación aplicadas en comunidades de software libre
- La filosofía del software libre en otros ámbitos: educación, movimientos sociales y gobierno.

La asignatura ofrece aprobación directa con una nota igual o superior a 7 (siete), tomada como el promedio de los resultados de las evaluaciones aprobadas del alumno.

Las evaluaciones se basan en:

- Un examen parcial teórico-práctico y su correspondiente recuperatorio.
- Un informe escrito sobre la experiencia del estudiante en una comunidad de software libre.

- Una presentación oral sobre la experiencia del estudiante en dicha comunidad.

Mientras que el informe escrito es individual, la presentación oral puede compartirse entre alumnos que han participado de la misma comunidad.

La selección de la comunidad la realiza libremente cada alumno, aunque el equipo de cátedra provee un listado de comunidades (en las que se han realizado participaciones exitosas o se tiene cierta relación con la comunidad) que sirven como sugerencias.

En los primeros años se requería al alumno la realización de algunos ensayos cortos, a modo de ejercicios prácticos, dejando los dos últimos meses del cuatrimestre para la práctica en la comunidad. Desde el año 2017 se decidió eliminar dichos ejercicios prácticos y fortalecer la práctica comunitaria, comenzando antes el proceso de selección e inserción en la comunidad.

Por otra parte, desde ese año la asignatura se desarrolló aplicando la modalidad de “aula invertida”, lo cual no afecta a las prácticas en las comunidades de software libre.

### 4. Resultados

En esta sección resumimos los resultados de esta asignatura respecto de la cantidad de alumnos, las comunidades donde se realizaron las prácticas y la naturaleza de dichas prácticas.

A fin de cuantificar los resultados, mostramos en la Tabla 1 la cantidad de alumnos inscriptos, la cantidad de alumnos que comenzaron la asignatura y la cantidad de alumnos que obtuvieron la aprobación directa en cada año.

Tabla 1: Cantidad de alumnos.

Año	Inscriptos	Asistentes	Aprobados
2015	31	19	14
2016	29	13	12
2017	53	42	33
2018	45	37	27

Creemos que es necesario diferenciar entre las dos primeras columnas, ya que la primera incluye alumnos que sólo se inscribieron y nunca asistieron a ninguna clase de la asignatura. De esta manera, consideramos el índice de aprobación como la relación entre la cantidad de alumnos que efectivamente asistieron al menos a una clase y la cantidad de alumnos que aprobaron el curso.

Por su parte, la Figura 1 muestra los mismos datos en forma gráfica, lo que permite ver la variación en la cantidad de alumnos inscriptos, asistentes y aprobados a lo largo del tiempo.

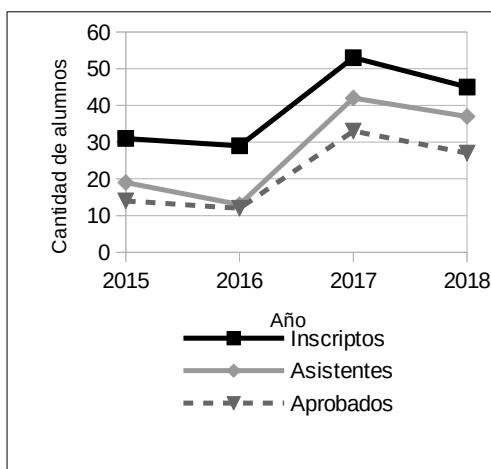


Figura 1: Cantidad de alumnos.

Respecto a la participación de los alumnos en las comunidades de software libre, la Tabla 2 indica la comunidad, la cantidad de alumnos que participaron a lo largo de todos los años de la asignatura y el tipo de actividades realizadas.

Se indica con ES las comunidades cuyo principal idioma de comunicación es el español, y con L las comunidades que son predominantemente locales, con la mayoría de sus integrantes habitando en nuestra ciudad. Consideramos relevante diferenciar la participación en comunidades globales respecto de las participaciones en comunidades locales, pues en ambos casos la problemática de la comunicación es diferente.

## 5. Discusión

Realizamos un análisis de los resultados de esta experiencia teniendo en cuenta la satisfacción de los alumnos, el índice de aprobación, la variedad de comunidades en las que se participó y el nivel de participación.

Al finalizar cada cuatrimestre se realizaron encuestas informales requiriendo la opinión de los alumnos respecto del curso y sus propuestas de mejoras. Las respuestas fueron mayormente positivas, mientras que las mejoras propuestas se centraron en extender el tiempo de la intervención en las comunidades (algo que se comenzó a hacer desde 2017) y en ofrecer el curso como asignatura electiva en tercer año. Esto tiene como motivo dos aspectos: por un lado, al aprobar tercer año los alumnos reciben el título de Analista en Sistemas y muchos de ellos no continúan la carrera de ingeniería; por otro lado, algunos alumnos indicaron que tener suficiente conocimiento sobre software libre durante el cursado de los últimos años de la ingeniería les hubiera permitido aprovechar mejor algunas de las enseñanzas impartidas.

El índice de aprobación, como lo muestra la Tabla 1, es muy elevado, rondando entre el 73% (2018) y 92% (2016).

La Tabla 2 muestra la variedad de comunidades en las que participaron los alumnos y la complejidad de intervención alcanzada. Si bien hubo muchas participaciones realizando traducciones y documentación, consideradas entre las actividades más básicas en un proyecto, hubo un importante número de participaciones que implicaron la corrección de errores o inclusión de nuevas funcionalidades, actividades que requieren de habilidades de programación y pruebas de calidad.

Sin embargo, más allá del nivel de participación, es importante recalcar que participar por primera vez de una comunidad de software libre requiere obtener un nivel de confianza en la comunidad que es difícil de lograr en apenas dos meses.

Tabla 2. Participación en comunidades de software libre

Comunidad	Alumnos	Actividades
pilas-engine (ES)	17	Refactorización de tests, desarrollo de juegos de ejemplo, reporte y corrección de errores, creación de fondos de pantalla, documentación, creación y actualización de tutoriales
PseInt (ES)	7	Creación de tutorial y FAQ, documentación
Node-open-pilot (ES, L)	6	Traducción al inglés y mejora de página web, agregado de funcionalidades, mejoras en el código
Reconocedor de billetes (ES, L)	6	Mejora de performance, reporte y corrección de errores, documentación de código
OpenSource.Guide	5	Traducción al castellano
PumaScript (ES, L)	5	Agregado de tests, documentación, nuevas funcionalidades
Hola	3	Traducción al castellano
OpenStreetMap	3	Agregado de información, traducción al castellano
Pilas Bloques (ES)	3	Desarrollo de capacitación
BabelZilla	2	Traducción al castellano, reporte de errores
Google Search API	2	Corrección de errores de instalador, reporte, revisión y corrección de errores
Ícaro (ES, L)	2	Desarrollo de placa ejemplo, documentación, traducción al inglés
Tails	2	Traducción al castellano
Airesis	1	Documentación
ASP .Net Core	1	Reporte de errores
CIAA (ES)	1	Mejoras en página web
Elastic Search	1	Detección de errores
Epoptes	1	Creación de tutorial
FullCalendar	1	Reporte de errores, nueva funcionalidad
HaxeFlixel	1	Desarrollo de juego de ejemplo
Koha	1	Traducción al castellano
LibreOffice	1	Reporte de errores
Match-it	1	Mejoras de performance
Mindfulness at the computer	1	Traducción al castellano, mejora de procesos, reporte y corrección de errores
Moodle	1	Traducción al castellano, reporte de errores
MySQL Workbench	1	Reporte de errores
Nelson	1	Traducción al castellano
Ninja-IDE (ES)	1	Mejora de procesos
OkHttp	1	Corrección de errores, mejora de procesos
Rayo.js	1	Traducción al castellano, mejoras en página web
Red-DiscordBot	1	Corrección de errores, traducción al castellano
REngine	1	Nueva funcionalidad y fork del proyecto
rst2html5 (ES)	1	Corrección de errores
Sakai	1	Detección de errores
Terasology	1	Agregado de música
VLC Media Player	1	Traducción al castellano

## 6. Conclusiones

En base a nuestro análisis consideramos que los objetivos fueron cumplidos: exponer a los alumnos a una práctica real de proyectos de software en ambientes de producción, al tiempo que se aprenden los principios técnicos, legales, filosóficos y sociales del software libre. Nuestros próximos pasos son realizar una evaluación más profunda de la

participación de los alumnos y las características de tales comunidades a fin de seleccionar las mejores comunidades para participar y, en caso de nuevas comunidades, tratar de anticipar si la participación será enriquecedora. Por otra parte, continuaremos planteando a las autoridades la necesidad de ofrecer esta asignatura como electiva en tercer año o antes.

## Referencias

- Buffardi, K. (2015) *Localized open source collaboration in software engineering education*. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE).
- Cabral, J.B., Medel, R., Navarro, N., Reingart, M. (2014) *Propuesta de incorporación de la Ingeniería de Software Libre y de Código Abierto al currículo de Ingeniería en Sistemas de Información y carreras afines*. 1º Simposio Argentino de Tecnología y Sociedad, 43º JAIIO.
- DiBona, C., Ockman, S., Stone, M. (1999) *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*. O'Reilly Media.
- Dziallas, S., Ellis, H., Chua, M., Huss-Lederman, S., Wurst, K. (2012) *Teaching open source: involving students in free and open source software (FOSS) project communities (abstract only)*. 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education, page 676.
- Ellis, H., Morelli, R., Hislop, G. (2008) *Work in progress - Challenges to educating students within the Community of Open Source Software for Humanity*. Frontiers in Education Conference (FIE).
- Feller, J., Fitzgerald, B., Hissam, S.A., Lakhani, K.R. (2005) *Perspectives on Free and Open Source Software*. The MIT Press.
- FSF (2018) *¿Qué es el software libre?* Free Software Foundation.
- García-Domínguez, A., Rodríguez Galván, J.R., Palomo-Duarte, M. (2008) *El software libre en el EES*. Innovación Educativa para la Educación Superior: Hacia el Proceso de Convergencia. Madrid.
- Gittlen, S. (2016) *6 Colleges Turning Out Open Source Talent*. Network World.
- Hislop, G., Ellis, H., Tucker, A., Dexter, S. (2009) *Using open source software to engage students in computer science education*. 40th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE 2009. ACM SIGCSE Bulletin. 41. 134-135.
- Hoffman, C. (2014) *Android is Based on Linux, But What Does That Mean?* How-to-Geek.
- Lakhan, S.E., Jhunjhunwala, K., (2008) *Open Source Software in Education*. EDUCAUSE Quarterly. 31 (2).
- Medel, R. (2016) *Experiencia del primer año de dictado de una asignatura electiva sobre Software Libre en la carrera de Ingeniería en Sistemas*. 3º Simposio Argentino de Tec. y Sociedad, 45º JAIIO.
- Meiszner, A., Glott, R., Sowe, S.K. (2008) *Free / Libre Open Source Software (FLOSS) communities as an example of successful open participatory learning ecosystems*. European Journal for the Informatics Profession, UPGRADE. IX. 3, 62-68.
- Morelli, R., Tucker, A., Danner, N., de Lanerolle, T., Ellis, H., Izmirli, O., Krizanc, D., Parker, G. (2009) *Revitalizing Computing Education Through Free and Open Source Software for Humanity*. Communications of the ACM. 52. 67-75.
- Neira, P., Palomo-Duarte, M. (2009) *Innovación educativa con software libre*. VI Jornadas Int. de Innovación Universitaria.
- Newman, N. (1999) *The Origins and Future of Open Source Software: A Net-Action White Paper*.
- OSI (2007) *Open Source Definition*. Open Source Initiative.
- Pinto, G., Figueira Filho, F., Steinmacher, I., Gerosa, M.A. (2017) *Training Software Engineers Using Open-Source Software: The Professors' Perspective*. 30th IEEE Conference on Software Engineering and Training (CSEE&T).
- Raymond, E. (2009) *The Cathedral & the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*. O'Reilly.
- Sánchez Vera, M. (2010) *Los desafíos de la cultura participativa: Software libre y universidad*. Edutec: Revista electrónica de Tecnología Educativa. 33. 9.
- Stallman, R. (2016) *The GNU Manifesto*. Free Software Foundation.
- Wachenchauzer, R. (2013) Trabajos de Carreras de Informática en Comunidades de Código Abierto. Jornadas Argentinas de Software Libre, pp. 130-140.
- Wilson, S. (2013) *Open source in higher education: how far have we come?* The Guardian.

# Experiencias en la enseñanza de Blockchain en la Cátedra de Arquitectura de Software

Ing. Pablo Sebastián Frias  
Ing. Germán Romani

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba  
[pablosfrias@gmail.com](mailto:pablosfrias@gmail.com)  
[german.romani@gmail.com](mailto:german.romani@gmail.com)

## Resumen

*La Cátedra de Arquitectura de Software es una materia electiva de 5to. año de la Carrera Ingeniería en Sistemas, en la UTN-FRC. Buscando constantemente la innovación para la enseñanza del diseño arquitectónico de software, se tomó la decisión en el año 2018 de incorporar al programa de estudios la arquitectura Blockchain. Siendo una de las tecnologías que ha adquirido mayor popularidad en los últimos años, se consideró que su enseñanza aporta al futuro ingeniero una base de conocimiento adicional para afrontar los desafíos de la vida industrial. Considerando al Blockchain como una arquitectura más allá de su estructura de herramienta técnica, se proyectó su enseñanza desde un punto de vista más amplio a su aplicación tradicional en cripto-monedas, enfocando los esfuerzos en los aspectos de seguridad de información, descentralización e inmutabilidad del sistema en nuevos tipos de sistemas que puedan aprovechar estos beneficios. El presente trabajo muestra los condicionamientos pedagógicos para su enseñanza, la metodología aplicada para su evaluación, se fundamenta su concepción como arquitectura de software y se comparten los resultados obtenidos desde el aspecto práctico de la materia.*

**Palabras clave:** Blockchain, seguridad informática, arquitectura de software

## 1. Introducción

Uno de los principales objetivos de la Cátedra de Arquitectura de Software, como

materia electiva del último año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, perteneciente a la UTN-FRC, es no sólo limitarse a enseñar las técnicas y estilos elementales que componen al diseño arquitectónico, sino también fomentar la participación activa y crítica de los futuros ingenieros. Resulta entonces destacar el desafío de mantener una actualización permanente de las técnicas y herramientas para la creación y la enseñanza de software. Ser docente investigador de la propia práctica educativa (Cataldi, 2004) nos involucra con la flexibilidad necesaria para realizar auto-evaluaciones sobre la misma enseñanza de la arquitectura de software. Consideramos que para la comprensión detallada de un diseño arquitectónico y las implicancias y restricciones que este impone al desarrollo y la ejecución de un sistema informático, es necesario no sólo establecer conceptos y definiciones generales, sino proveer al alumno con demostraciones prácticas, material de lectura de casos de estudio y proponer la investigación sobre los conceptos dictados. De esta manera se espera involucrar de lleno en el proceso de aprendizaje al alumno, haciéndolo parte activa de todas las clases durante el dictado de la materia.

Teniendo estas premisas en cuenta, se determinó que el año 2018 debía incorporar Blockchain como una arquitectura sobre la que los alumnos tuvieran que trabajar para comprender su utilidad, ventajas y desventajas. Este trabajo muestra las acciones llevadas a cabo para transmitir los conocimientos, los resultados y las acciones a futuro.

## 2. Marco teórico

Es necesario establecer los fundamentos por los cuales decidimos llamar “arquitectura” a Blockchain, su utilidad y la razón por la cual consideramos su enseñanza de importancia. “Arquitectura” es un término ampliamente utilizado en el desarrollo de software, pero bastante confuso a la hora de establecer los límites y alcance del concepto en sí mismo. Diferentes autores proponen diferentes visiones sobre el significado concreto del término y su alcance.

Según la IEEE, una arquitectura es la organización de un sistema, encarnado en sus componentes, relaciones entre dichos componentes y el entorno, y los principios que guían su diseño y evolución (IEEE 1471,2000). Pero esta definición puede aplicarse sin mayores problemas al concepto de Diseño de Sistemas. En este sentido, la Cátedra adopta una nueva definición de arquitectura de Software, con el objetivo de establecer las diferencias entre diseño y arquitectura. Richard N. Taylor, define a la arquitectura como “El conjunto de las principales decisiones de un sistema” (Taylor, 2005). Es importante notar que todas las decisiones que se toman al construir un sistema informático no son necesariamente principales, sino que su propia definición requiere un grado de importancia. Por eso, la elección de una tecnología en particular no necesariamente representa o implica un grado de importancia para impactar en la arquitectura. Por supuesto, la pregunta es ¿Cómo consideramos que una decisión es de importancia e impacta en la arquitectura? Bien, la respuesta a esta pregunta radica en la naturaleza del sistema a desarrollar y los objetivos definidos por los stakeholders. Por su parte, Robert C. Martin (R.C. Martin, 2018) añade una condición adicional a la toma de decisiones: deben ser diferidas hasta el momento preciso. Esto significa que quien tomará las principales decisiones (el arquitecto), deberá concentrarse en los elementos esenciales, sin detalles irrelevantes. De esta manera, adoptamos la tecnología Blockchain como una arquitectura, ya que

su aplicación no deberá ser realizada arbitrariamente, sino que deberá ser producto del contexto definido en el dominio del problema. Debido a sus restricciones y características, la decisión de presentar como componente de un sistema una Blockchain, deberá ser producto de un análisis detallado. Los componentes en los que se basa la tecnología Blockchain no son conceptos completamente nuevos en las ciencias computacionales, aunque su aplicación en forma conjunta representa una fuerte innovación, incrementada en los últimos años gracias al uso de las criptomonedas. Criptografía, sistemas distribuidos, la descentralización de la información y la seguridad informática son los pilares sobre los cuales se construye esta nueva arquitectura (Nakamoto, 2008). Blockchain es una base de datos que cumple con las siguientes características: almacena transacciones, cada transacción se basa en una serie de reglas (consenso), está criptográficamente firmada por medio de claves públicas y privadas, está completamente distribuida, es inmutable y existe la posibilidad de verificar si su contenido ha sido alterado (Brakeville, 2018). Las ventajas concretas que esta arquitectura brinda son confiabilidad ya que todos los datos están distribuidos, confianza, de que los datos son correctos, integridad, ya que la cadena de bloques no puede ser manipulada de manera externa una vez creada y, por último, la eficiencia de no depender de terceras partes para la comprobación de la autenticidad de la cadena de bloques (Chen, 2018).

## 3. Objetivos y Metodología

El objetivo de la enseñanza y posterior evaluación de la arquitectura de Blockchain es que el alumno pueda discernir su aplicabilidad en un sistema real, con sus características, ventajas y desventajas, separando la tecnología de su uso más conocido en las cripto-monedas.

Es de primordial importancia que el futuro ingeniero pueda distinguir la implicancia de esta arquitectura y su correcta aplicación en la vida real. Para esto se tomó en cuenta las

restricciones que deberían ser consideradas para su aplicación (John Scutz, 2018).

Para alcanzar este objetivo, y tomando en cuenta las recomendaciones de (de la Torre, 2003) para la enseñanza desde la creatividad y la innovación, se decidió contar en primer lugar con una clase especial acerca de los fundamentos de Blockchain, dictada por un invitado experto de la Industria (Ferreyra, 2018). Esto permitió iniciar a los estudiantes en la temática y conocer los detalles desde la perspectiva industrial. En segundo lugar, se tomó la decisión de incorporar la arquitectura al Trabajo Práctico grupal de la materia.

Existen experiencias universitarias en investigación acerca de cómo aplicar la arquitectura Blockchain para garantizar la fiabilidad y la gestión del conocimiento, como el proyecto Edu-Blockchain (Bartolomé, 2018), como guía general del proceso de aprendizaje, o la implementación de la tecnología en la Universidad de Nicosia con el propósito de gestionar y garantizar la autenticidad de los certificados emitidos (Nicosia, 2014).

Considerando los tiempos limitados para el desarrollo de un trabajo práctico grupal de una tecnología novedosa, se decidió limitar el trabajo práctico a la implementación de la arquitectura a las notas de la misma materia, con restricciones específicas sobre la tecnología a usar, en este caso, OpenChain (OpenChain, 2018).

El trabajo consistía en el diseño de una aplicación donde los docentes de la Cátedra pudieran registrar las notas de cada alumno, garantizando la autenticidad de la nota mediante un Blockchain y a su vez, cada alumno pudiera realizar consultas como observador del bloque.

Los desafíos para el alumno estaban en el reconocimiento de la tecnología, en especial de OpenChain (requerimiento explícito) y su integración con una aplicación de carga de datos, cuya elección arquitectónica y de tecnología fue dejada a criterio y libertad de los alumnos (web, aplicación móvil, escritorio, etc.).

Específicamente, se solicitó uno o más diagramas de arquitectura, que demostrarían la solución propuesta de los alumnos,

agregando todos los supuestos que quisieran establecer.

De esta manera, se esperaba obtener como resultado un trabajo práctico que no sólo demostrar la aplicabilidad de la tecnología, sino que también la cuestionara, revelando ventajas y desventajas para el dominio planteado. Por supuesto, los conceptos vertidos en la materia también formaron parte de la evaluación, como por ejemplo Cloud Computing, estilos arquitectónicos, uso de patrones, requerimientos no funcionales tales como escalabilidad, disponibilidad, performance y seguridad informática.

En relación con el último punto, se solicitaba la incorporación de un modelo de amenazas, utilizando la categorización STRIDE (Microsoft, 2009). Consideramos que la importancia de combinar Blockchain con un modelo de amenazas, resultará en una comprensión cabal de la importancia fundamental de un bloque de transacciones, cuyo contenido pueda ser validado y prevenir de esta manera ciberataques que comprometan la integridad de la información.

#### 4. Resultados

Se recibieron trabajos de la totalidad de los alumnos de asistencia regular a clase, subdivididos en grupos de hasta máximo 4 integrantes. Ya que la cantidad de alumnos para esta materia es baja y estable, de entre 20 y 30 alumnos, se permitió la entrega individual de trabajos, a riesgo del propio alumno el de finalizar los requerimientos solicitados en tiempo y forma.

Distintos ejes temáticos fueron considerados a la hora de evaluar cada trabajo práctico:

- Diagramas de arquitectura desde distintas perspectivas.
- Investigación acerca de la configuración de OpenChain.
- Integración de aplicaciones con arquitecturas tradicionales con Blockchain.
- Incorporación de perspectiva de seguridad en el diseño de la arquitectura a través del modelo STRIDE.

- Demostración de diseño para escalabilidad del sistema.
- Fundamentación general de la solución propuesta, definiendo supuestos, requerimientos y condicionamientos de entorno.

A partir de estos ejes temáticos, pudimos observar en la resolución del trabajo varias cuestiones que hacen al mismo dictado de la cátedra y plantean escenarios de cambio.

Por un lado, notamos la falta de diferenciación en los alumnos entre diseño de clases y diagrama de arquitectura. Muchos de los trabajos prácticos recibidos incorporaban un diagrama de clases, cuyo contenido no es el eje principal de la materia.

Por otro lado, notamos que la forma de transmitir información de resolución por parte de los alumnos al docente queda trunca con sólo una perspectiva de diagrama de arquitectura. Esto plantea la necesidad de incorporar más práctica durante el cursado, con el fin de establecer un lenguaje común por medio del cual se pueda transmitir conocimiento.

También se experimentó la falta de justificación para con las decisiones tomadas por los alumnos a la hora de resolver el trabajo práctico. Notamos que muchos incorporan herramientas de desarrollo innovadoras y que conforma el estado del arte para la resolución de problemas como escalabilidad, disponibilidad y performance, pero casi en ningún caso se ha dado una descripción que fundamentalmente el uso de dicha tecnología para la resolución del dominio planteado.

Estos resultados plantean la necesidad de revisar por parte de los docentes, no sólo el enunciado y temática del trabajo práctico, sino también de la extensión y la profundización de los ejes centrales en la modalidad académica.

## 5. Conclusiones

Consideramos que la innovación con nuevas tecnologías en la práctica de la arquitectura de software es algo positivo, pero su incorporación debe estar estrechamente relacionada con el programa de estudios, de

una manera iterativa, incremental, detectando las falencias con la debida antelación y realizando las correcciones necesarias, haciendo foco en los diferentes estilos de aprendizaje del alumno y planificando una metodología de dictado (Ventura, 2014). Estas son acciones que deberán ser analizadas y subsanadas por la cátedra para los próximos años. Destacamos dos grandes ejes sobre los cuales deberemos actuar. Por un lado, el tiempo designado para la realización del trabajo práctico deberá ser mayor al dado en el ciclo lectivo 2018, ya que al no ser expertos en Blockchain, los docentes de la cátedra se vieron limitados a la hora de establecer los requisitos básicos para el desarrollo y puesta en práctica del trabajo integrados.

Por otro lado, el trabajo integrador debería constar de 3 entregas o más, que definan incrementos en su contenido y detalle. De esta manera, se llevará una correlación entre los contenidos de la materia y el crecimiento del alumno.

Estas son conclusiones que la cátedra ha observado durante el desarrollo del programa analítico, pero también proviene de la retroalimentación por parte del alumnado, quienes han dispuesto con detalle el marcado de mejoras para la materia, tanto desde el punto de vista pedagógico como así también de contenido.

## Referencias

- Brakeville, S. (2018) "Blockchain basics: Introduction to distributed ledgers"
- Bartolomé, A. (2018) "Capítulo 9. Gestión de programas de aprendizaje personalizado mediante cadenas de bloque (Blockchain)"
- Cataldi, Zulma, et.al (2004) "Un nuevo perfil del profesor universitario."
- Chen, G. (2018) "Exploring blockchain technology and its potential applications for education"
- De la Torre, Saturnino (2003) "Estrategias creativas en la enseñanza universitaria"

---

Ferreira, M. (2018) BuzzConf: Blockchain

IEEE 1471 (2000) Recommended Practice for Architecture Description of Software-Intensive Systems.

Martin, R.C. (2018) “The Clean Architecture”

Microsoft (2009) STRIDE Thread Model  
[https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/commerce-server/ee823878\(v=cs.20\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/commerce-server/ee823878(v=cs.20))

Nakamoto, S. (2008) “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”

Nicosia (2014) Academic Certificates on the BlockChain  
<https://digitalcurrency.unic.ac.cy/free-introductory-mooc/self-verifiable-certificates-on-the-bitcoin-blockchain/academic-certificates-on-the-blockchain/>

OpenChain (2018) Blockchain technology for the enterprise  
<https://www.openchain.org/>

Scutz, J. (2018) A Guide to Understanding the Blockchain Architecture

Taylor, R. (2005) “Software Architecture – Foundations, Theory, And Practice”

Ventura, Ana, et.al. (2014) “Estilos de aprendizaje y enseñanza en ingeniería: Una propuesta de educación adaptativa para primer año”

## El juego como una manera de entrenar la mente

*Ing. Marisol Elorriaga*

Desarrollo de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje  
UTN - Facultad Delta Regional - Campana, Buenos Aires, Argentina  
[melorriaga@frd.utn.edu.ar](mailto:melorriaga@frd.utn.edu.ar)

*Ms. Ing. Mario Edelmiro Antúnez*

Desarrollo de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje  
UTN - Facultad Delta Regional - Campana, Buenos Aires, Argentina  
[antunezm@frd.utn.edu.ar](mailto:antunezm@frd.utn.edu.ar)

*Ing. Carla Daniela Carrillo*

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
UTN - Facultad Delta Regional - Campana, Buenos Aires, Argentina  
[ccarrillo@frd.utn.edu.ar](mailto:ccarrillo@frd.utn.edu.ar)

*Ing. Karen Beatriz Villalba*

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
UTN - Facultad Delta Regional - Campana, Buenos Aires, Argentina  
[kvillalba@frd.utn.edu.ar](mailto:kvillalba@frd.utn.edu.ar)

### Resumen

Con este trabajo se pretende contribuir de una manera simple y positiva con todas aquellas personas vinculadas directas e indirectamente al proceso educativo, ofreciéndoles nociones sobre la importancia que tiene el Juego en la educación permanente, acompañadas de conceptos metodológicos, ventajas y características para su enseñanza y la puesta en marcha de los juegos con contenido pedagógico; además del interés de conservarlos para su proceso formativo como elementos poderosos en la educación intelectual, ética y física. Un estudio preliminar efectuado en dos cursos del seminario de ingreso muestra el incremento de la habilidad comprensiva para resolver situaciones problemáticas en aquellos alumnos que han participado en la experiencia de los juegos de razonamiento. Estos alumnos logran, en menor tiempo las habilidades, necesarias para encarar los cursos universitarios debido a que en los juegos se va profundizando el tema de dimensiones y unidades a través de modelos matemáticos. Estos contenidos se implementarán a través de una aplicación para dispositivos móviles la cual se desarrollará en este proyecto con docentes y

alumnos de la facultad.

**Palabras clave:** Juego - Aprendizaje - Móvil.

### 1. Identificación

*“El juego como una manera de entrenar la mente”*

COD.:TEUTNDE0004823

DIRECTOR: ELORRIAGA, MARISOL

### 2. Introducción

#### 2.1 Estado actual de conocimiento del tema

Según el documento del CONFEDI “Nuevos paradigmas como la sociedad del conocimiento, la globalización, las redes y la actual economía conforman un escenario particular que requiere de nuevas formas de intercambio y de comunicación”. El antiguo paradigma de formación de profesionales basado en la enseñanza como simple esquema de transferencia de conocimientos que el alumno oportunamente sabrá abstraer, articular y aplicar eficazmente ha ido perdiendo espacio en la realidad actual. Hay

consenso en cuanto a que el ingeniero no solo debe saber sino también saber hacer, el saber hacer 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.

Asimismo se deben determinar las competencias de un estudiante de nivel medio que desea continuar sus estudios universitarios.

A partir de la información brindada por las diferentes Unidades Académicas, se coincide que los alumnos aspirantes poseen:

- Dificultades y carencias en relación a la lecto escritura y a la interpretación de textos
- Dificultades para organizar el material informativo, selección de contenidos, distinción entre lo fundamental y los datos accesorios.
- Dificultades para aplicar estrategias de profundización, como clasificar, comparar, contrastar, analizar, sintetizar.
- Habilidades matemáticas poco desarrolladas para responder a los requerimientos del aprendizaje de la educación superior.

## 2.2 Trabajos realizados

Hasta el momento se han llevado adelante actividades de razonamiento a través de juegos, que permiten al alumno adquirir una serie de habilidades en forma rápida y sobre todo estas actividades le ponen de manifiesto lo que él ya sabe pero no lo tiene internalizado como tal.

Estas actividades le permiten mejorar la lectura comprensiva, organizar el material informativo, clasificar, contrastar y comparar debido a que dada una cierta información tiene que resolver actividades repetitivas en torno a ella, y sobre todo mejorar y seleccionar las habilidades matemáticas ya aprendidas en el nivel medio.

El juego es una actividad que se utiliza para la diversión y el disfrute de los participantes, en muchas ocasiones, incluso como

herramienta educativa. Muchos de los juegos ayudan a desarrollar determinadas habilidades o destrezas y sirven para desempeñar una serie de ejercicios que tienen un rol de tipo educacional, psicológico o de simulación.

## 2.3 Desestructurando la mente

Para desestructurarnos usamos los principios de la neuroplasticidad, por lo tanto este trabajo, aparte de relacionar los procesos atencionales con la neuroplasticidad, enlaza con los objetivos educativos. La atención sobre lo que se debe aprender requiere esfuerzo continuo, motivación para ser receptivo y contar con las emociones adecuadas. En ese orden, la dedicación constante requiere autocontrol, lo novedoso y lo relevante facilita nuestra motivación y en un estado relajado nuestra atención (también la memoria) se encuentra en una situación más beneficiosa para facilitar el aprendizaje.

### 2.3.1 Relacionar los procesos atencionales con la neuroplasticidad

Los juegos de razonamiento, son para resolver en cualquier momento, es un juego, pueden hacer una o dos por día, o más si se entusiasman, y van a ver como con el correr de las horas o días están resolviendo las actividades más rápido, las neuronas están adquiriendo velocidad.

### 2.3.2 Camino a la desestructuración

Cuando hablamos a desestructurar, nos referimos a que en este caso, estará todo mezclado, ejercicios de cálculo, ejercicios de lectura comprensiva, ejercicios donde no tengo más que saber leer, escribir y las cuatro operaciones fundamentales.

Son ejercicios muy sencillos y esa es la gracia de los mismos, porque todos los ejercicios de razonamiento que generalmente encontramos en los libros o en las revistas son muy difíciles y la mayoría de la gente común no los puede resolver, son para genios y los genios ¿para qué quieren aprender a razonar?

Los juegos o actividades de razonamiento van aumentando su dificultad, pero la

experiencia en su utilización demuestra que todos van avanzando rápidamente. Esta propuesta parte de varias suposiciones iniciales:

- Todas las personas tienen una mínima capacidad lógico-analítica.
- No es cierto que existen personas que se puedan considerar negadas para las ciencias
- El estudiante que está terminando el bachillerato, comenzando la Universidad o algún curso superior representa una materia prima maleable en la que los prejuicios que pueda traer son modificables.
- El profesor es quien tiene en su poder la capacidad de enseñar a manejar las herramientas necesarias para lograr los objetivos.

#### **2.4 Grado de avance**

Hemos trabajado durante muchos años dictando seminarios de ingreso y primer año de la universidad y nos hemos encontrado con gente de todas las edades, con distintos niveles de estudio, con esperanza de conseguir un título y sobre todo con miedo al fracaso.

Miedo al olvido de lo aprendido muchos años atrás, miedo a lo desconocido y sobre todo miedo a no poder estar a la altura de las circunstancias.

Como siempre les decimos a nuestros alumnos, lo importante no es saber, sino saber utilizar las herramientas que nos dan, pero para saber utilizar esas herramientas hay que aprender a razonar.

No importa si estamos estudiando matemática, física, química u otra materia, porque si podemos razonar, tenemos las herramientas y sabemos utilizarlas podremos llegar a resolver cualquier problema que se nos presente.

Lo primero que tenemos que hacer es desestructurarnos para poder comenzar a poner en movimiento las neuronas.

Un estudio preliminar efectuado en dos cursos del seminario de ingreso muestra el incremento de la habilidad comprensiva para resolver situaciones problemáticas en aquellos alumnos que han participado en la experiencia de los juegos de razonamiento. Estos alumnos logran en menor tiempo las habilidades necesarias para encarar los

cursos universitarios debido a que en los juegos se va profundizando el tema de dimensiones y unidades a través de modelos matemáticos.

### **3. Objetivos, Avances y Resultados**

A partir del documento del CONFEDI y de la propia experiencia de las carencias y dificultades en cuanto a destrezas y habilidades que traen los alumnos del nivel medio para enfrentar el seminario de ingreso y el posterior estudio universitario se decide comenzar este proyecto de investigación en el cual se estudia en profundidad la implementación de actividades de razonamiento que ayuden de una manera rápida y eficaz a mejorar el manejo de destreza y habilidades de los alumnos ingresantes.

Como los nuevos tiempos requieren de nuevas estrategias y los últimos descubrimientos que nos aporta la neurociencia cognitiva develan que la educación actual requiere una profunda reestructuración que no le impida quedarse desfasada ante la reciente avalancha tecnológica se van a desarrollar las actividades de razonamiento en una aplicación para dispositivos móviles.

De esta manera estamos integrando a toda la comunidad educativa en un proyecto que significa seguir jugando y disfrutando del aprendizaje continuo.

#### **3.1 Objetivo Principal**

Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles para utilizar con los alumnos del seminario de ingreso y poder de esta manera mejorar el manejo de destreza y habilidades de los mismos.

La aplicación es un juego que consiste en responder preguntas o situaciones problemáticas con opciones.

Estas situaciones problemáticas son actividades de razonamiento con las que la persona que juegue va a ir desarrollando rapidez mental y va a ir adquiriendo habilidades en cuanto al uso de herramientas que conoce desde siempre.

El proyecto también incluye la inserción en las tiendas de internet, pudiéndose

desarrollar la aplicación en Android o IOS según donde se quiera comercializar y de esta manera poder ser utilizada por toda persona que quiera mejorar la neuroplasticidad cerebral, incluso personas de la tercera edad.

Es por esto que el proyecto incluye el desarrollo del juego y la investigación de cuál es el mercado y como introducirlo en el mismo.

Lo ideal es comenzar con un prototipo y probarlo entre los alumnos de la facultad para luego ir avanzando en el mercado.

La idea de desarrollar una aplicación para dispositivos Android de tipo quiz surge a partir de dos realidades de la vida cotidiana: El auge de los móviles como un dispositivo multimedia que ha adquirido una dimensión universal y la de los videojuegos, un fenómeno imparable entre la juventud de hoy en día. De la unión de estos dos puntos, cuya finalidad es generar conocimiento, aparece este proyecto, que intenta de forma ágil, innovadora y divertida dotar a los usuarios de herramientas para aprender por cuenta propia y en cualquier lugar.

El proyecto viene a cubrir un vacío que se ha observado entre otras aplicaciones similares en el mercado actual.

Por una parte hay muchas aplicaciones focalizadas en aprender una sola materia, como por ejemplo inglés, de forma repetitiva y monótona. Por otra parte otras sólo se concentran en la parte lúdica, dando prioridad a la diversión sin importar si el usuario de verdad llega a dominar la materia sobre la que se pregunta.

### 3.2 Metodología

En el mundo de las aplicaciones educativas hay dos enfoques claramente diferenciados, aplicaciones más serias donde el objetivo es aprender una materia (ya sea un idioma o cualquier otro tipo de conocimiento), o aplicaciones más lúdicas, donde el único objetivo es la diversión a través de preguntas generales.

Veamos los dos mayores exponentes de ambos tipos de aplicaciones:

a) Duolingo

Es una aplicación de aprendizaje de idiomas multiplataforma (Web / Mobile) en la que el

único objetivo es aprender el idioma en cuestión, aunque con un enfoque menos tradicional. Utiliza preguntas de tipo de prueba, alocuciones e imágenes para no ser aburrido. Además, la aplicación está Gamificada (uso de experiencia, vidas, etc.) para una experiencia de juego más agradable y adictiva.

b) Triviados

Es una prueba multiplataforma (web / móvil / tableta) basada en Trivial of life, donde las preguntas de prueba sobre diversos temas son una excusa para jugar en modo multijugador con tus amigos.

La apariencia agradable, el modo multijugador y la facilidad de uso y acceso son los puntos fuertes de esta aplicación de entretenimiento.

Este proyecto se sitúa en un nivel intermedio de estos dos puntos de vista, combinando la intencionalidad del usuario para aprender con la diversión y la emoción que proporciona el modo multijugador.

Estas herramientas se aplican en los cursos iniciales, para todas las especialidades de ingeniería.

La aplicación piloto se desarrolló de la siguiente manera:

- Situaciones problemáticas simples. •
- Opción múltiple
- Laguna de Textos
- Cálculos
- Acertijos
- Examen

Los juegos se encuentran en la plataforma del campus virtual educativo, que fue adaptada para este fin, en la cual se tuvieron en cuenta consideraciones que normalmente están presentes en la gamificación. Estas situaciones problemáticas, consisten en actividades de razonamiento.

Los estudiantes que juegan desarrollan las siguientes habilidades:

- Rapidez mental.
- Habilidades en el uso de herramientas.

El proyecto está dividido por categorías y es posible competir por tiempo, preguntas correctas y con otros participantes en la web.

La base del juego es:

- Mecánica: unirse a los niveles o distintivos del juego.

- Estética: el uso de imágenes gratificantes para la vista del jugador.
- Conexión jugador-juego: ambos buscan un compromiso entre el jugador y el juego.
- Motivación: la predisposición psicológica de la persona para participar en el juego es sin duda un desencadenante. Y a medida que pasa el tiempo, las personas aprenden de la repetición, los desafíos tienen que aumentar gradualmente para mantenerse al día con sus crecientes habilidades.
- Promover el aprendizaje: la gamificación incorpora técnicas de psicología para fomentar el aprendizaje a través del juego. Técnicas como asignar puntos y comentarios correctivos.
- Solución de problemas: se puede entender como el objetivo final del jugador, es decir, alcanzar el objetivo, resolver el problema, cancelar a tu enemigo en combate, superar obstáculos, etc., es una herramienta de entrenamiento eficiente porque incorpora juegos elementos desafíos, fantasía, motivación, medición fácil (nivel, clasificación, puntaje), así como la satisfacción por el logro de la meta. Como resultado de la experiencia y el entusiasmo de los estudiantes que se refleja en el aumento de participantes en la plataforma se decidió desarrollar una aplicación para teléfonos móviles en un proyecto conjunto entre los docentes que usan estas herramientas y el Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información donde participan docentes y estudiantes. Por lo tanto, estamos integrando a toda la comunidad educativa en un proyecto que pretende continuar jugando y disfrutando del aprendizaje continuo.

### 3.2.1 Descripción de la metodología

#### 1. Búsqueda bibliográfica.

La recopilación de información y búsqueda bibliográfica será de carácter permanente, con el fin de aumentar y complementar la bibliografía existente.

#### 2. Tareas experimentales.

- Se capacitará a los investigadores de Ingeniería en Sistemas en el desarrollo de videojuegos.
- Se programará el juego en distintos escenarios

- Se analizará la base de datos aplicable al diseño y programa de juego
- Se cargará la base de datos y se efectuará el primer prototipo

Se probará el primer prototipo y en base a los resultados obtenidos se harán las correspondientes

Modificaciones Permanentemente se realizarán reuniones interdisciplinarias entre los programadores y los creadores del juego para ir ajustando requerimientos mutuos. Permanentemente se trabajará en la creación de preguntas que van a ser utilizadas en el juego.

## 4. Formación de Recursos Humanos

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

El presente proyecto fortalecerá las habilidades y herramientas del departamento de Ing. en Sistema de Información en la temática de juegos y aplicaciones móviles.

La Transferencia de los resultados, conocimientos y experiencias adquiridas como consecuencia del desarrollo del proyecto se efectuará en distintos ámbitos, seminario de ingreso, docentes de primer año, docentes y alumnos del departamento de Ingeniería en Sistemas.

Los resultados obtenidos serán transmitidos en la comunidad científica a través de la presentación de trabajos en Congresos Nacionales y/o Internacionales y de publicaciones en revistas de nivel Nacional y/o Internacional y a través de la organización de seminarios, reuniones técnicas.

### 4.2 Contribuciones a la formación de Recursos Humanos

Con el desarrollo del proyecto se espera una contribución a la formación de investigadores docentes y alumnos ampliando sus conocimientos y asimilando metodologías de investigación, multidisciplinariedad donde los profesionales de la informática deben trabajar e interactuar con los profesionales

que demandan soluciones desde otras disciplinas.

La conformación de un grupo que se irá especializando y formando experiencia acumulada, tendrá un efecto multiplicador a través de la transferencia de metodología y el intercambio de experiencias con investigadores dentro y fuera de institución, y que trabajen en campos similares.

Además el proyecto en cuestión implica la articulación entre los Laboratorios de Sistemas de Información, los grupos de investigación de Acceso y Permanencia (GAP), el equipo multidisciplinario del Grupo Desarrollo de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (DEVEA) que brinda apoyo a las cátedras de la Facultad regional para el uso del Campus Virtual con la realización de actividades de mutua colaboración, aunando esfuerzos y recursos para el logro de objetivos compartidos.

Igualmente se concretarán acciones de articulación con asignaturas de Grado y Posgrado de la carrera Sistemas de Información.

## Referencias

Bachrach, E., "Agilmente" Argentina, Ed.Conecta 2012

Demeade, N., "Gammification with Moodle" Pack Publishing 2015

Flores, A.; Guillen, J., "Neuromitos en educación" España, Ed. Plataforma, 2015

Guillen, J., "Escuela con Cerebro"  
<https://escuelaconcerebro.wordpress.com/>  
10

Kapp, K., The Gamification of Learning and Instruction: Game Based Methods and Strategies for Training and Education. San Francisco: John Wiley & Sons.2012

Manes, F.; Niro, M. "Usar el Cerebro" Argentina, Ed. Planeta 2015

Zichermann, G. y Cunningham, C. Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Cambridge, MA: O'Reilly Media. 2011

Zichermann , G. & Linder , J., Game-Based Marketing: Inspire Customer Loyalty Through Rewards , Challenges , and Contest ed.River Street, GA, USA: Wiley 2010.

# Definición de un Objeto de Aprendizaje en base al Trabajo Práctico Integrador de 1º Año: El caso de PregUTNados

Federico Hauque, María Julia Blas, Marta Castellaro

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional  
fghauque@gmail.com, mariajuliablas@santafe-conicet.gov.ar, mcastell@frsf.utn.edu.ar

## Resumen

*En este artículo se describen las acciones de un equipo de docentes-investigadores para facilitar la formación práctica de asignaturas iniciales de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información (ISI) haciendo uso de estrategias de trabajo basadas en problemas de ingeniería. Tales estrategias permiten a los alumnos continuar trabajando sobre los desarrollos a fin de generar aprendizajes significativos extracurriculares por medio de la conformación de objetos de aprendizaje. Se describe un caso de sistematización para la elaboración de un objeto de aprendizaje específico basado en desarrollos producidos por los estudiantes en el marco de trabajos prácticos de cátedra. Se evidencia la forma en la cual un proceso de apoyo a la metodología “aprender haciendo” contribuye a enriquecer los desarrollos de los estudiantes a fin de generar herramientas de software que sean objetos de interés, las cuales los motivan a continuar trabajando en implementaciones más allá de la asignatura.*

**Palabras clave:** Motivación, enseñanza.

## 1. Introducción

Comúnmente en los alumnos que comienzan los estudios universitarios se evidencia una falta de homogeneidad en conocimientos y capacidades previas y, específicamente, a las expectativas con la disciplina en el caso de ISI. Esto requiere llevar adelante estrategias de formación que minimicen el impacto negativo producido por diferentes factores que los estudiantes deben superar (cómo estudiar, cómo conformar equipos, etc.). Distintos estudios (Castellaro, et al., 2016) plantean la interrelación que existe entre lo

cognitivo y lo motivacional en las condiciones del aprendizaje significativo. En estos casos, se plantea que el rendimiento alcanzado por un individuo se encuentra influido tanto por sus conocimientos y capacidades como así también por otros factores que pueden englobarse genéricamente bajo el término de "motivación". Esta realidad requiere estrategias, materiales de trabajo y prácticas docentes elaboradas especialmente a fin de motivar e integrar, atendiendo a la realidad de los grupos de jóvenes que transitan ese período, ampliando el conjunto de recursos básicos con los que se trabaja y generando propuestas que apoyen los aprendizajes y las competencias. Las propuestas deben ser generadoras de interés y desafíos según el contexto de los alumnos (restringido a que recién inician la carrera, por lo que cuentan con poca formación específica). Además, tales propuestas deben diseñarse considerando que los docentes puedan acompañar a los estudiantes más allá de las cátedras, buscando que los alumnos interesados extiendan lo alcanzado para transformar lo que comenzó como ejercicio o trabajo práctico (TP) en herramientas útiles y publicables.

En este trabajo se presenta una propuesta de sistematización para la elaboración objetos de aprendizaje (OA) basados en desarrollos producidos por los estudiantes en el marco de trabajos prácticos de cátedra. Se evidencia la forma en la cual un proceso de apoyo a la metodología “aprender haciendo” contribuye a enriquecer los desarrollos de los estudiantes a fin de generar objetos de interés que los motivan a continuar trabajando en implementaciones más allá del cursado de la asignatura. Se toma como referencia un TP específico llevado a cabo

por alumnos de primer año de ISI, el cual consistió en la implementación de una herramienta de software basada en un juego de preguntas y respuestas similar a “Preguntados” (Hauque y Saudejaud, 2016). En este caso, el entusiasmo que despertó el juego en aquellos alumnos que interactuaron con el mismo en visitas a escuelas secundarias y las consultas de los docentes referidas al empleo de dicho juego como una herramienta didáctica, llevaron a su definición como OA en el marco del trabajo realizado como parte de un proyecto de investigación y desarrollo (PID).

## 2. Marco teórico

### Contexto del PID (Castellaro 2017)

El PID se denomina “Las intervenciones didácticas y el uso de TIC para la motivación e integración en el inicio de la carrera de ISI” y tiene como objetivo “explorar, diseñar, desarrollar y evaluar intervenciones didácticas que favorezcan la motivación e integración de conocimientos y habilidades en alumnos ingresantes”.

Este proyecto se encuentra estrechamente vinculado a la cátedra de la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos (AEDD), del primer año de la carrera. En esta cátedra se vienen llevando a cabo desde hace algunos años, propuestas de trabajos prácticos como problemas / proyectos integradores, que se desarrollan en etapas cíclicas de creciente complejidad, llevadas adelante a lo largo del curso, como “proceso de aprendizaje. (Golobisky y Castellaro 2017) Se trata de fortalecer la motivación, acompañar el proceso de aprendizaje en el cursado anual y favorecer la creatividad. Se busca además que estos trabajos trasciendan los límites propios de los contenidos y del curso, promoviendo la integración entre estudiantes y docentes, y su participación en distintas instancias y proyectos. Un ejemplo de esto es el software MatDis (Blas et al. 2009) de apoyo a la enseñanza de matemática discreta que se integró como material complementario de un libro. En este contexto, durante el ciclo lectivo 2018 se decidió comenzar a trabajar en la definición y difusión de OA vinculados a los desarrollos realizados por los alumnos.

### Objeto de Aprendizaje

Los OA son entidades informativas digitales, desarrolladas para la generación de conocimientos, habilidades y actitudes (Brito J., 2009). Estos objetos se corresponden con una realidad concreta y pueden clasificarse de acuerdo a dos criterios: i) según utilidad pedagógica y ii) según aspectos tecno-pedagógicos.

En el primer caso, los OA se dividen en:

- *Objetos de instrucción:* Se sustentan en variados recursos como textos, imágenes y videos para generar instancias de aprendizaje interactivo.
- *Objetos de colaboración:* Fomentan la cooperación y el intercambio de información en una tarea de aprendizaje.
- *Objetos de prácticas:* Permiten simular de forma sencilla tareas complejas, brindando al estudiante la posibilidad de practicar y evaluar resultados dentro de un entorno controlado.
- *Objetos de evaluación:* Se encargan de poner a prueba los conocimientos del usuario en las etapas del aprendizaje.

De acuerdo a aspectos tecno-pedagógicos y alcance, los OA se clasifican en:

- *Objetos informativos:* Contiene los elementos de conocimiento junto con su evaluación en sus aspectos básicos.
- *Objetos generativos:* Es capaz de producir más objetos a partir de plantillas tecno-pedagógicas.
- *Objetos de simulación:* Contienen la instrumentación de partes de simulación de diversos tipos.
- *Objetos colaborativos:* Permite el aprendizaje grupal por medio de componentes propios del OA.

El recurso mismo no puede ser considerado OA sino está acompañado de una estructura de información llamada metadato que facilite su identificación, almacenamiento y recuperación. Uno de los estándares propuestos para estos fines es el estándar IEEE LOM “Learning Object Metadata” (IEEE 2009), el cual describe un esquema conceptual que abarca 47 características del objeto analizado. El mismo estándar aclara que no siempre es necesario completar todos los campos para describir el objeto, sino que se debe evaluar cuáles son los datos

pertinentes para cada OA particular. En (Santos J.L. et al., 2011) se detalla que son 19 los metadatos más utilizados para los objetos definidos en un repositorio específico. El título, lenguaje y tipo de recurso son algunos de los más frecuentes. Los OA son concebidos como mecanismos de utilidad para el aprendizaje, por lo que uno de los objetivos fundamentales luego de que el objeto ha sido definido e implementado, es su difusión. Los OA se difunden por medio de repositorios que permiten, entre otras cosas, almacenar, buscar, consultar y descargar OA de muy diversas áreas de conocimiento. Los metadatos cobran una mayor importancia en relación con estos repositorios, pues permiten identificar e indexar los distintos OA por medio de atributos estandarizados.

### 3. Objetivos y Metodología

La construcción de OA no es una tarea simple. Usualmente este tipo de elementos surge de forma natural ante una necesidad educativa para la cual se requiere de algún instrumento que contribuya al aprendizaje, pero no siempre son difundidos de forma adecuada ya que no es usual que los desarrolladores identifiquen al OA en términos de los metadatos requeridos para concretar un objeto de interés para la comunidad en general.

El proceso propuesto en este trabajo inicia como TP a desarrollar por los estudiantes en una cátedra y, luego, plantea una continuidad como parte de un trabajo extracurricular (apoyado por los docentes). Es fundamental mantener el interés de los estudiantes a lo largo de todo el proceso, proponiéndoles desafíos reales pero factibles de ser alcanzados en un tiempo prudente (para no producir frustración ni ansiedad).

A continuación se presentan las actividades propuestas a fin de que los docentes guíen a los estudiantes a lo largo de todo el proceso.

#### 3.1. Definición del Problema / Proyecto

Los docentes de la cátedra interesada deben trabajar en la formulación de un enunciado apropiado para la construcción del TP. Este enunciado debe generar interés en los alumnos a fin de consolidar las distintas unidades temáticas a modo de aprendizajes

por medio de la construcción de la solución requerida. Además, debe brindar cierta libertad a los estudiantes a fin de permitirles explorar aspectos propios del problema planteado e innovar sobre las soluciones permitidas. Para esto, el problema base del TP debe ser bien conocido por los alumnos.

#### 3.2. Selección de TP con Potencial de OA

En función de los desarrollos realizados por los estudiantes, los docentes deben seleccionar del conjunto de entregas realizadas, aquellas que se destacan por algún factor en particular; por ejemplo originalidad, personalización, agregado de características, escenarios, etc.

No es necesario seleccionar una única solución. Los docentes tienen la facultad de evaluar las soluciones a fin de, luego, proponer una estrategia de trabajo acorde al subconjunto de entregas seleccionado.

#### 3.3. Definición del OA en base a los TP

El grupo de docentes debe evaluar las cualidades de cada uno de los desarrollos seleccionados a fin de guiar a los estudiantes en la definición del OA. En este punto es importante destacar que de un mismo TP, pueden construirse múltiples OA (por ejemplo, presentando un nuevo desafío – distinto- para que cada estudiante -o grupo de estudiantes- extienda su trabajo actual). También puede proponerse una combinación de las soluciones existentes a fin de obtener un desarrollo de mayor envergadura.

En esta actividad es fundamental la definición del alcance del OA y de las tareas requeridas para su formulación. Además, se debe tener en cuenta que no debe perderse la esencia del desarrollo realizado en el marco del TP. De ser posible, se debe continuar trabajando con las mismas herramientas a fin de garantizar una continuidad en el desarrollo. Los docentes involucrados deben tener en cuenta que al respetar este lineamiento pueden introducir limitaciones al OA resultante. Por este motivo, se deben evaluar cuidadosamente tales decisiones.

#### 3.4. Construcción y Uso del OA

Una vez implementado el OA, se deben identificar los metadatos asociados a fin de caracterizarlo. Además se puede dar a los alumnos la posibilidad de interactuar con usuarios reales para evaluar su adecuación.

En este sentido, es importante que los docentes faciliten situaciones en las cuales se pueda probar el OA en instancias reales, de manera que se genere una validación, experiencia y retroalimentación.

### 3.5. Publicación y Distribución del OA

Los esfuerzos no deben centrarse únicamente en la creación del OA sino también en su publicación y distribución. Tal como se ha establecido con anterioridad existen múltiples repositorios especialmente destinados a almacenar OA acompañados de un conjunto de metadatos que los describen (a fin de facilitar los procesos de búsqueda, evaluación y adquisición).

Entre los más destacados se encuentran repositorios generales como Ariadne (que almacena más de 380000 OA de las más diversas áreas temáticas) o más específicos como Openstax CNX (que se enfoca más en contenidos escolares reusables). En la actualidad, muchas universidades han desarrollado repositorios de OA (como es el caso del Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional de Quilmes), mientras que otras instituciones han optado por proveer los OA en forma libre como material didáctico de diversos cursos (como es el caso de la Open Learning Initiative, de Carnegie Mellon). La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) también dispone de un Repositorio Institucional Abierto (RIA) destinado a la difusión de producciones académicas como OA.

## 4. Resultados

### 4.1. El TP: PregUTNados

PregUTNados se formuló como una adaptación del juego Preguntados a C++, propuesta como TP de AEDD durante 2015, bajo un esquema de 3 etapas de desarrollo (cada etapa de 2 meses de duración).

Jugar una partida en PregUTNados consiste en responder diez preguntas elegidas aleatoriamente por una ruleta que gira entre cinco categorías que corresponden a asignaturas de 1º año de ISI, a saber: Análisis Matemático, Física, Arquitectura de computadoras, Matemática Discreta y AEDD. Para cada pregunta se imprime en pantalla su texto junto con cuatro opciones (una opción es correcta). Hay un tiempo

máximo de 30 segundos para responder cada pregunta. En cada partida participan dos jugadores, ganando quien obtenga más respuestas correctas o, en caso de empate, quien haya respondido en menos tiempo.

Una vez realizadas las entregas por parte de los estudiantes, se utilizó uno de los desarrollos presentados en diversas instancias como ejemplo de motivación para alumnos aspirantes e ingresantes a la universidad. Dadas las características propias incluidas por el grupo de trabajo, este desarrollo fue elegido para ser refinado en las siguientes actividades.

### 4.2. Extensión de la Herramienta Inicial

A pesar del potencial de la herramienta desarrollada por los estudiantes, la versión original no podía ser usada en distintos contextos porque las preguntas del juego se limitaban a categorías y temas predefinidos que no podrían ser alterados por el usuario. En este contexto, en el marco del PID se propuso realizar cambios al juego con el objetivo de permitir que tanto las preguntas como las categorías que las agrupan sean completamente personalizables.

La propuesta de permitir la alteración de los nombres de las categorías implicó efectuar modificaciones en el código fuente del juego para que, en lugar de imprimir nombres predefinidos, los mismos sean leídos de un archivo de texto. De esta manera, cualquier cambio en el contenido del archivo se refleja en las pantallas del juego final.

Respecto a la personalización de las preguntas, dado que el juego original se encontraba diseñado para leerlas directamente desde un archivo externo, no fue necesario realizar cambios. Luego, el contenido de las preguntas no se ve afectado por la herramienta en sí misma, sino por el contenido del archivo.

Sin embargo, aunque la edición manual de los archivos de configuración permite personalizar el juego, dado que se tiene un formato de texto a ser respetado, no es conveniente modificarlos con un editor de texto convencional. Por este motivo se implementó un aplicativo complementario que asiste al usuario proveyéndole una interfaz que, siguiendo una secuencia de pasos, le permite elegir una pregunta,

modificar su texto y opciones, e incluso elegir una nueva opción como correcta. Además puede modificar las categorías.

El aplicativo complementario se limita a recibir como entrada los datos de cada pregunta o categoría y se encarga de darles el formato adecuado para almacenarlos en los archivos de configuración asociados. De esta manera, el juego original ha sido transformado para formular preguntas sobre cualquier área temática y agruparlas en categorías que el usuario haya decidido, sin necesidad de conocer su funcionamiento.

Es importante destacar que se realizaron la menor cantidad de cambios posibles al juego original, de modo que siga siendo mayoritariamente un desarrollo de alumnos de primer año. Esto contribuye también a que pueda ser usado como ejemplo de primer desarrollo de programación. De este modo, además de contribuir al aprendizaje en múltiples áreas temáticas, el código del juego puede facilitarse a los alumnos sabiendo que podrán comprenderlo, analizarlo e incluso modificarlo.

Sin embargo, esto también trajo aparejado ciertas limitaciones al intentar construir una herramienta multipropósito. Dado que el juego original se encuentra diseñado para trabajar con 5 categorías, y considerando que la adición y/o eliminación de categorías supondría un rediseño completo de la herramienta, se mantuvo esta cantidad fija. Lo mismo sucede con la cantidad de preguntas mínimas que el juego necesita para operar, ya que cada partida debe formular 10 preguntas diferentes y, si no se alcanza esa cifra, el juego no funcionará.

Tanto las modificaciones efectuadas en el juego como el aplicativo complementario contribuyeron a convertir un programa que había sido concebido inicialmente como TP, en una herramienta didáctica cuyas ventajas puedan ser aprovechadas en diversos contextos. Esta ampliación enriquece el valor del juego, incrementando su potencial como herramienta didáctica que, ahora, de ser publicada y distribuida, sería accesible para todos los interesados.

#### 4.3. OA: "PregUTNados Adaptable"

El juego PregUTNados junto con su aplicativo complementario se enmarcan

correctamente en el concepto de OA ya que, en conjunto, constituyen una herramienta que se puede abordar de diferentes formas en lo pedagógico (ya sea empleándolo dentro del aula, como herramienta de auto evaluación personal o, incluso, como código fuente para analizar). Además, cumple con la propiedad de ser reutilizable, pues el aplicativo complementario asiste al usuario para personalizar las preguntas y categorías de modo que cualquier interesado pueda configurarlo para formular preguntas del área temática que prefiera. Asimismo, el juego puede combinarse con otros OA en múltiples secuencias didácticas.

Dentro de las clasificaciones propuestas (Sección 2), se puede clasificar a PregUTNados respecto a su utilidad pedagógica como un *objeto de evaluación*, pues permite al usuario poner a prueba sus conocimientos de un área específica. En cuanto a su clasificación tecno-pedagógica, se podría ubicar al juego en la categoría de *objeto informativo*, siendo que el mismo permite evaluar al jugador en base al conocimiento que el docente haya volcado en la base de preguntas que se formulan.

Una vez identificado el OA, se debe proceder a la definición de la información que lo representa (metadatos asociados). Para esto, se resumieron sus propiedades en una plantilla que incluye las características del estándar IEEE LOM relevantes para este objeto. Los metadatos identificados fueron:

- *Nombre*: PregUTNados Adaptable
- *Fecha de desarrollo*: 2017
- *Objetivo*: Aplicativo lúdico para evaluar y reforzar aprendizajes.
- *Origen*: Parte de un TP integrador propuesto en un primer curso de programación de ISI que luego es refinado en el marco de un PID.
- *Descripción*: Se compone de:
  - a) Aplicación de juego: Permite jugar partidas con rondas de 10 preguntas entre 2 jugadores. Gana quien responde mayor cantidad de preguntas correctas.
  - b) Aplicación para la configuración del juego: Permite redactar y modificar preguntas, agrupándolas en categorías según el interés del docente.
- *Modo de uso*: Se definen dos guías:

- a) Guía del juego.
- b) Guía del aplicativo complementario.
- *Secuencia ejemplo:* En clase se puede utilizar para que los alumnos afiancen conceptos. Además, los alumnos pueden utilizar el juego fuera de clase con el objetivo de realizar revisiones individuales. También pueden participar en la configuración permitiéndoles elaborar preguntas y respuestas “desafío” en base a una revisión de los contenidos.

#### 4.4. Difusión del OA: Repositorio RIA

Para la difusión se optó por publicar el OA en RIA. El mismo funciona como un archivo digital que brinda acceso abierto a las producciones científicas y académicas elaboradas por los docentes, investigadores y alumnos de la UTN. Fue creado con el objetivo de difundir cualquier tipo de contenido creado en la actividad docente, de investigación y extensión desarrolladas en la UTN (RIA- UTN, 2015). Su facilidad de uso y capacidad de difusión dentro de la comunidad de educadores fueron los principales motivos que nos hizo inclinarnos por utilizar RIA como medio para difundir PregUTNados a todos los usuarios interesados.

Para consultar el OA resultante, visitar la URL <http://ria.utn.edu.ar/PregUTNados>.

### 5. Conclusiones

En este artículo se presenta un proceso de enseñanza/aprendizaje/investigación en el ámbito universitario, donde los autores dan a conocer la integración de las actividades e intervenciones realizadas durante el desarrollo de un curso de primer año, con las acciones docentes de acompañamiento a los alumnos en la autogestión de nuevos aprendizajes posterior al curso y el apoyo de iniciación a la investigación.

Se parte de la actividad docente dirigida a la elaboración de escenarios de trabajos prácticos como problemas abiertos de ingeniería. Finalizado el curso los docentes promueven que los alumnos puedan seguir mejorando esas soluciones y trabajan en la búsqueda de oportunidades y el acompañamiento necesario para que puedan difundir estas herramientas y transformar sus soluciones en elementos de utilidad.

Sobre los resultados alcanzados y ante las posibilidades identificadas, se los motiva para trabajar en investigación, extendiendo esa aplicación de manera que constituya una pieza educativa. Por último, se lo acompaña para analizar los metadatos correspondientes y transformar ese producto en un objeto de aprendizaje publicado en un repositorio, de manera que pueda ser útil a toda la comunidad. Actualmente se está trabajando en la revisión del OA y la producción de una nueva versión teniendo en cuenta estándares actuales y repositorios alternativos.

### Referencias

- Castellaro M., Torresan P., Ambort D. (2016). “Factores motivadores e integradores en la formación experimental”. XI Congreso de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación.
- Hauque, F. y Saudejaud, G. (2016). “Una experiencia integradora: PregUTNados como herramienta de soporte al aprendizaje”. 4º CoNaIISI.
- Castellaro M. (2017) Proyecto de investigación y Desarrollo: “Las intervenciones didácticas y el uso de TIC para la motivación e integración en el inicio de la carrera Ing. Sistemas de Información”, SCYT,UTN.<https://bit.ly/2jqHbGc>.
- Golobisky M.F. y Castellaro M. (2017) El Desafío de Trabajar la Resolución de Problemas de Ingeniería desde el Inicio de la Carrera de Grado. 5º CoNaIISI.
- Blas M. J., Gaspoz C., Herrera M. (2009) MatDis: Software para aprender temas de Matemática Discreta. IV EJI.
- Brito J. (2009) “Modulo I: Fundamentos del Enfoque de Objetos de Aprendizaje”. <https://bit.ly/2vKviAP>.
- IEEE (2009) “IEEE Standard for Learning Object Metadata” <https://bit.ly/2LWWirR>.
- Santos Odriozola J. L., Ochoa X., Parra G., Duval E. (2011) “La experiencia de ARIADNE: creando una red de reutilización de objetos de aprendizaje a través de estándares y especificaciones”. IEEE-RITA Vol. 6, Núm. 3.
- RIA - UTN (2015) Preguntas Frecuentes sobre el RIA <https://bit.ly/2KuW4CO>.

# Aplicación de Patrones de Negocio para el modelado de procesos de una organización

Claudia Castro, Andrea Delgado, Marcelo Marciszack, Claudia Sánchez

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, {ingclaudiacastro, andreaafdelgado, marciszack, claudiasanchez001}@gmail.com

## Resumen

La intención del presente trabajo es brindar una conceptualización acerca del uso de patrones en el Modelado de los Procesos de Negocio. Para ello, se realiza un acercamiento general a los temas de referencia a los fines de dar un marco conceptual y contextualizar la aplicación de los PPN (Patrones de Procesos de Negocio), especificando la esencia de cada patrón.

El modelo de negocio es el punto focal alrededor del cual se realizan los negocios o en torno al cual las operaciones de negocio mejoran. Trabajar con los modelos aumenta su comprensión del negocio y, con suerte, la conciencia de nuevas oportunidades para mejorar el negocio. En la materia Sistemas y Organizaciones de la Carrera de Ing. en Sistemas de Información, esta propuesta de trabajo se aplica para el desarrollo del contenido de la Unidad 3: Procesos de la Organización.

**Palabras clave:** Proceso de Negocio, Patrones, Modelado.

## 1. Introducción

El proceso de desarrollo de software se encuentra organizado por etapas, la primera de ellas es la etapa de “Análisis” que tiene por objetivo la identificación de requerimientos. Para poder identificar los requerimientos, validarlos y desarrollar el software es necesario, por no decir indispensable, conocer el negocio involucrado.

Para conocer el negocio lo que se hace es modelarlo.

Un modelo de negocio es una abstracción de cómo funciona un negocio. Los detalles difieren de acuerdo a la perspectiva de la persona que crea el modelo, cada uno de los cuales, naturalmente, tendrá un punto de vista ligeramente diferente de los objetivos y la visión de la empresa, incluyendo su eficiencia y los diferentes elementos que están actuando en concierto dentro de la empresa. Lo que el modelo de negocio va a hacer es ofrecer una visión simplificada de la estructura de negocios que servirá de base para la comunicación, mejoras o innovaciones, así como definir los sistemas de información sobre los requisitos que son necesarios para apoyar el negocio.

Con la aplicación de patrones se facilita la actividad de modelado, permitiendo lograr uno de los aspectos más difíciles de validar que es la completitud del Modelo. También se logra un entendimiento general de la temática del negocio, se puede visualizar gráficamente, obteniendo una comprensión más simplificada del mismo.

En este trabajo se demuestra, a partir de la aplicación de patrones al modelado de negocio de una situación particular, lo expresado anteriormente.

## 2. Marco teórico

Un proceso puede ser definido como el conjunto de actividades, interacciones y recursos con una finalidad común: transformar las entradas en salidas que agregan valor a los clientes. El proceso es realizado por personas organizadas según cierta estructura, disponen de tecnología de

apoyo y manejan información. [Carrasco, 2010].

Un proceso es una serie organizada de actividades relacionadas que conjuntamente crean un resultado de valor para los clientes. [Hammer, 2006].

La visión de proceso es una forma integradora de acercamiento a la organización que permite comprender la compleja interacción entre acciones y personas distantes en el tiempo y en el espacio. Más allá de las actividades, un proceso ayuda a entender la globalidad de la tarea desempeñada.

El proceso ofrece una visión horizontal de la organización y da respuesta a un ciclo completo, desde cuando se produce el contacto con el cliente hasta cuando el producto o servicio es recibido satisfactoriamente.

El modelado del negocio es la técnica por excelencia para alinear los desarrollos con las metas y objetivos de las empresas e instituciones. Si se realiza de tal forma en que el modelo quede consensuado entre los grupos interesados (es decir, los stakeholders), las posibilidades de éxito del proyecto aumentarán considerablemente.

El modelado de negocios, y más específicamente el modelado de procesos de negocio, es la forma idónea para comunicarnos con los usuarios de todos los niveles.

Contar con un modelo de negocio para modelar la arquitectura de software permite:

- Obtener un buen conocimiento de los requisitos del negocio sobre sus sistemas de apoyo.
- Contar con gran cantidad de información vital que aumenta la calidad del sistema de software.
- Utilizar el mismo lenguaje de modelado lo cual aumenta la trazabilidad entre los modelos. Esto significa que una función específica en el sistema de información se remonta a un requerimiento específico en el negocio y un cambio posterior en el

modelo de negocio puede más fácilmente ser propagado al modelo de software.

Frente a esta realidad de las organizaciones modernas y frente a las necesidades de comprensión de las mismas al momento de encarar un proyecto de desarrollo de Sistema de software es que se plantea una manera de ver, comprender, pensar y modelar los Procesos de Negocio a través del uso de Patrones para dicho modelado, con el fin de facilitar una de las labores más desafiantes para los desarrolladores de software: conocer el problema a analizar en el menor tiempo posible en el marco de la Ingeniería de software.

#### ***Patrones de Procesos de Negocio***

En el ámbito del desarrollo de software, un **patrón** es una descripción de un problema y la solución, a la que se le da un nombre, y se la puede aplicar a nuevos contextos, idealmente proporciona consejos sobre el modo de aplicarlo en distintas circunstancias. [Larman, 2003].

Los Patrones de Procesos de Negocio (PPN) **son estructuras genéricas** que establecen en forma sistémica los **macroprocesos, procesos, subprocesos y actividades** que deben existir en cualquier organización para hacer posible su funcionamiento.

La estructura es jerárquica y entrega mayor detalle en los niveles más bajos de ella. En el nivel más alto, se definen Macro Procesos (agrupaciones de procesos), que permiten modelar todos los procesos que ocurren en cualquier organización y sus relaciones. En estos niveles de detalle aparecen mejores prácticas que recomiendan la manera más adecuada de ejecutar un proceso de negocio.

Los PPN están orientados a modelar la estructura sistémica de un negocio, enfatizando las relaciones entre los diferentes procesos que existen y cómo se puede optimizar la coordinación entre ellos, por medio de lógica de negocio bien diseñada y automatizada parcial o totalmente por medio del apoyo de las TI.

Los patrones de procesos de negocio [Eriksson, Penker, 2000] permiten:

- Modelar y rediseñar los procesos de negocios de una organización.
- Resolver problemas del ámbito empresarial.
- Capturar y describir los problemas de modelado de negocio y sus correspondientes soluciones.

Los patrones de modelo de negocio se clasifican en (Ver Figura 1):

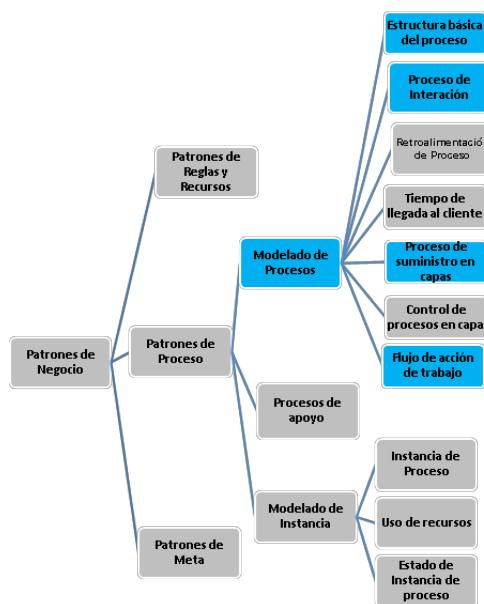


Figura 1: Clasificación de los Procesos de Negocio

• **Patrones de Recursos y Reglas:** Proporcionan directrices para el modelado de las reglas y recursos en el ámbito empresarial.

• **Patrones de Meta:** Se usan precisamente en el modelado de meta. El modelado de objetivo es un tema muy crítico, un modelo de validar y verificar objetivo apoya todo el trabajo de modelado.

• **Patrones de Procesos:** Son los patrones de **comportamiento** y **funcionalidades**, cuya intención es aumentar la calidad en los modelos de flujo de trabajo y otros modelos orientados al proceso.

Para el desarrollo de software, es necesario conocer el comportamiento y las funcionalidades del negocio, es por eso que los patrones seleccionados para modelar el negocio son los “Patrones de Procesos”, y dentro de éstos específicamente: Proceso de Suministro en capas, Estructura básica del proceso, Línea de Montaje o Interacción y Flujo de acción o trabajo. Estos patrones permiten identificar los procesos de la organización, la relación entre ellos, los recursos necesarios para el cumplimiento del objetivo, entre otros.

### 3. Objetivos y Metodología

Objetivos:

- Facilitar la comprensión del negocio de todas las personas involucradas.
- Definir, describir y analizar los procesos para perfeccionar los resultados deseados.
- Obtener una visualización integral del negocio, mediante una representación gráfica.
- Facilitar la comprensión del negocio para la posterior identificación de los requerimientos del sistema de información.

Metodología:

Para comenzar el análisis de una organización, es indispensable identificar y definir los procesos de la misma. Cada organización lleva a cabo sus actividades de diversas formas. Para poder ejecutarlas, las agrupan en procesos, los cuales se interrelacionan entre sí, logrando cumplir con el objetivo esperado.

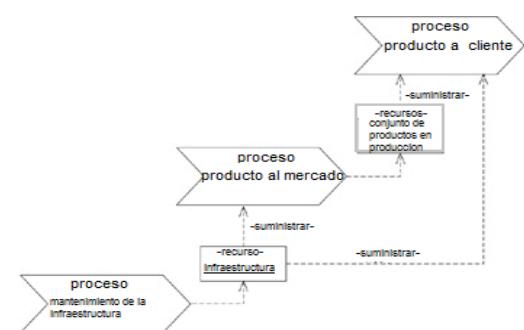
Las actividades que forman cada uno de los diferentes procesos de una organización no siempre resultan fácil de identificar. Es por

ello que cuando hablamos de identificar las actividades que se lleva a cabo en una organización, hacemos referencia a definir e identificar de la manera más real posible todas las funciones. Para poder hacerlo, es necesario poder llegar hasta el mayor nivel de detalle con la finalidad de identificar cada uno de los procesos que la componen y los límites de cada uno de ellos. Para poder definir los procesos de una organización podemos utilizar un mapa de procesos basados en la Norma ISO 9001 2015. Otra forma de plantear los procesos es mediante un Listado de Procesos de Negocio y sus respectivos objetivos y, en algunos casos, una breve descripción de lo que abarcan.

Una vez que hemos identificado y definido los diferentes procesos de la organización, nos enfocaremos en el proceso esencial. Para llevar a cabo el análisis del proceso principal y la influencia que tienen los otros procesos de la organización sobre éste, trabajaremos sobre los siguientes patrones:

✓ **Proceso de Suministro en capas**

Este patrón muestra los diferentes procesos de la organización y cómo se relacionan entre ellos. Los procesos se organizan de izquierda a derecha ubicándose el proceso esencial en la parte superior. Cada uno de los procesos que forman parte de la organización, muestra cómo se relacionan y el recurso que cada uno de ellos brinda a los otros procesos. Mediante la aplicación de este patrón, es posible ver la interrelación que existe, los recursos con los que cuentan y a qué proceso se los brinda. Los recursos que consideramos para el caso de estudio bajo análisis pueden ser humanos, materiales, tecnológicos y de información. (ver Figura 2)



VI JEIN - 2018 Figura 2: Proceso Suministro en Capas

✓ **Línea de Montaje o Interacción**

Este patrón muestra cómo modelar y organizar las múltiples interacciones que ocurren entre los diferentes procesos del negocio. Todos los procesos de negocio interactúan con otros procesos de negocio, normalmente a través de la transmisión e intercambio de recursos o de información (que es un tipo de recurso) entre los procesos. Este patrón puede utilizarse siempre que se necesite modelar interacciones complejas entre procesos de negocio. (Ver Figura 3)

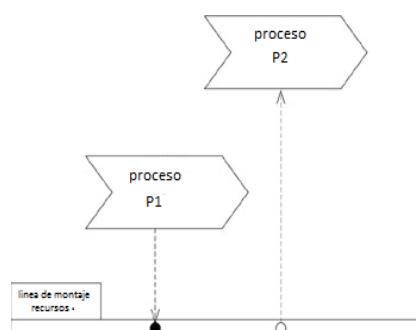


Figura 3: Línea de Montaje e Iteración

La aplicación del patrón Suministro en Capas y Línea de Montaje o interacción permite tener un conocimiento de los procesos de la organización y de la interrelación entre ellos.

Una vez definidos los procesos de la organización, nos centraremos en el proceso esencial mediante la aplicación del siguiente patrón:

✓ **Estructura básica del proceso:**

Este patrón proporciona la descripción de un proceso de negocio. Permite expresar el concepto de procesos de negocio considerando:

- ✓ Objetivo: define las metas a alcanzar por el proceso;
- ✓ Recursos que aporta al proceso. Se consideran sólo los recursos humanos, materiales y de información;
- ✓ Entrada, en este aspecto consideraremos al evento que da origen al inicio del proceso;

- ✓ los resultados que son generados cuando se cumple el objetivo del mismo. (Ver Figura 4)

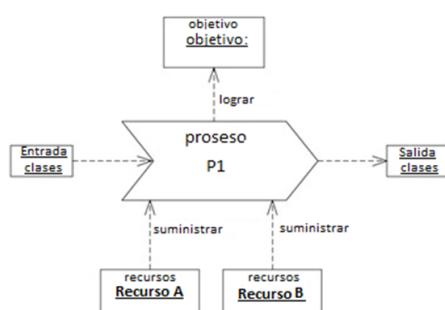


Figura 4: Estructura Básica

#### ✓ Flujo de Acción o de Trabajo:

Este patrón es una herramienta para el análisis de la comunicación entre las partes. La finalidad que persigue, es comprender y optimizar esta comunicación. En la aplicación de éste patrón tenemos una mirada en el interior del proceso esencial. Para ello definimos las actividades principales y la secuencia en que ellas se deben llevar a cabo. (Ver Figura 5)

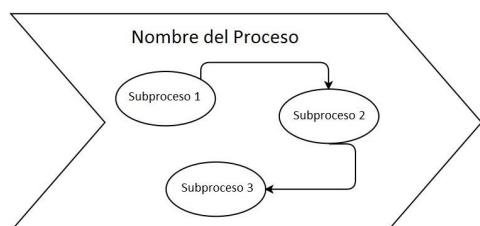


Figura 5: Flujo de Acción o Trabajo

## 4. Resultados

Luego de haber aplicado los patrones a varias situaciones reales, desarrollamos una propuesta de enseñanza de procesos de una organización aplicando patrones en la cátedra de Sistemas y Organizaciones, perteneciente a la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, de la Facultad

Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, se observa lo siguiente:

- Representan de una manera visual el proceso donde se muestra la unión de entradas, objetivo, recursos y resultados.
- Resulta más lógica la derivación al sistema de información a partir del modelado del negocio.
- Evita los errores comunes a la hora de definir el sistema de información, como incluir en éste actividades manuales.
- En cuanto a las calificaciones obtenidas en el tema, fueron considerablemente más altas las de los estudiantes que vieron el tema con patrones que las que lo vieron de la forma tradicional los años anteriores.

## 5. Conclusiones

La aplicación de los patrones a un dominio bajo estudio permite conocer los procesos de la organización y poder definir de manera detallada el o los procesos esenciales de la organización. En base a ese análisis arribamos a las siguientes conclusiones:

- Desde la prehistoria el hombre ha sentido la necesidad de representar gráficamente el entorno que lo rodea. Así, la representación gráfica de una visión global del negocio es una de las principales ventajas que presenta la aplicación de los patrones mencionados.
- Facilita la comprensión del negocio de todas las personas involucradas independientemente del vocabulario que se utilice. Explica los procesos más claros que las palabras.
- Los patrones están representados gráficamente lo que logró que se tuviera una visión global de todos los procesos de la organización.
- Además de colaborar en la identificación de requerimientos, permite definir, describir y analizar los procesos para perfeccionar los resultados deseados.
- Permite una visualización integral del negocio.

---

## Referencias

Barros, O. (1999), Patrones de Procesos de Gestión - Compartiendo Conocimiento para Aumentar la Productividad -. [Patrones de Proceso](#). La arquitectura general de un proceso. Documento de Trabajo Nro. 9, Departamento de ingeniería. Universidad de Chile.

Barros, O. (2003) Rediseño de Procesos de Negocios mediante el Uso de Patrones, Comunicaciones Noreste Ltda., 2003. - Dr. O. Barros (Ph.D. U. Wisconsin) líder de la industria de Tecnologías de la Información en Chile – <http://www.obarros.cl/index.html>.

Barros, O. (2008) Entrevista por Ricardo Seguel P. a [Dr. Oscar Barros](#), Profesor del Departamento de [Ingeniería Industrial](#) y director del [Master in Business Engineering \(MBE\)](#) de la Universidad de Chile.

Bravo Carrasco, J. (2010) Gestión de Procesos (La Participación es la clave). Editorial Evolución S.A.

Eriksson H. Penker M (2000) Busines Modeling with UML Business Patterns at Work.

Larman, C. (2003) UML y Patrones: Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado. Segunda Edición. Pearson Educación, S.A.

Pressman R. (2010) Ingeniería del software. Un enfoque práctico. 7ma. Edición. Editorial Mc Graw Hill Educación.

# Integración de actividades prácticas de matemática en primer nivel de cursado universitario

Adriana Frausin, Fabio Dlugovitzky, Juan Pablo Puppo

Departamento Materias Básicas

Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional  
Lavalle 610 Santa Fe, [afrausin@frsf.utn.edu.ar](mailto:afrausin@frsf.utn.edu.ar), [fdlugovi@frsf.utn.edu.ar](mailto:fdlugovi@frsf.utn.edu.ar), [dpuppo@gmail.com](mailto:dpuppo@gmail.com)

## Resumen

*Motivados por el resultado satisfactorio del trabajo de integración realizado entre las cátedras de “Álgebra y Geometría Analítica” y “Análisis Matemático I” durante el año 2016, los docentes coordinadores de ambas cátedras deciden profundizar la integración horizontal de contenidos a través de un nuevo trabajo práctico grupal, con uso del software GeoGebra, sobre modelado y resolución de problemas vinculados a situaciones físicas que involucran contenidos de velocidad, fuerza, vectores en el plano y estudio de funciones.*

*Los resultados obtenidos fueron nuevamente alentadores tanto para los estudiantes, como para los profesores, no sólo por las habilidades sociales, que fueron afianzadas por los alumnos, sino también por el cumplimiento de los prerrequisitos indicados como necesarios para que, desde el rol docente, haya una verdadera articulación interdisciplinaria.*

*La implementación de actividades de integración y articulación entre cátedras, desde los inicios del cursado universitario, promueven la motivación de alumnos y docentes, incidiendo favorablemente en los índices de permanencia en la universidad.*

**Palabras clave:** integración, trabajo en equipo, desarrollo de habilidades.

## 1. Introducción

Uno de los objetivos generales que comparten las cátedras de “Álgebra y Geometría Analítica” (AGA) y “Análisis Matemático I” (AM I) de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional es favorecer el

aprendizaje de competencias a partir de actividades grupales, que incluyan el uso de software específico y libre.

También ambas cátedras incluyen entre los requisitos para la obtención de la regularidad en la materia, la realización de un Trabajo Práctico (TP) grupal, con instancia de recuperación, que debe ser aprobado con 80/100 puntos.

Este solapamiento de actividades similares de AGA y AM I generaba una sobrecarga de trabajo para los alumnos, que hasta 2015 debían realizar durante su primer año de cursado en la facultad dos trabajos prácticos, uno para AGA y otro para AM I, con el uso del software específico que cada cátedra disponía.

Por otra parte, si bien todas las especialidades cuentan con espacios curriculares, ubicados en todos los años de cada carrera, que posibilitan modos de integración, lo cierto es que aún muchos profesores trabajan desde su disciplina, estrictamente en la cátedra en que fueron designados, resultando así difícil establecer relaciones que favorezcan la articulación entre distintas asignaturas.

Frente a esta realidad surgió la iniciativa de implementar un trabajo práctico integrador de álgebra y análisis matemático como estrategia de coordinación horizontal entre estas asignaturas de primer año, que comparten actividades prácticas y criterios de regularidad similares en sus respectivas planificaciones.

De esta manera, a partir de 2016 se establecieron acuerdos de colaboración entre profesores de ambas cátedras para el diseño de una actividad integradora con uso del software Geogebra y su posterior implementación.

Dado que la experiencia realizada resultó satisfactoria tanto para los alumnos como

para los profesores, el grupo de docentes decidió continuar trabajando en esta línea reflexionando y accionando sobre las dificultades observadas con el objetivo de superarlas, previendo alternativas que contribuyeran a mejorar la práctica. Con la cooperación de profesores de ambas cátedras se diseñó una actividad integradora, sobre modelado y resolución de problemas vinculados a tres situaciones físicas, que involucran contenidos sobre velocidad, fuerza, vectores en el plano y estudio de funciones.

## 2. Marco teórico

Es importante y necesario implementar desde el inicio actividades integradoras que permitan, no solo un proceso de comprensión y generación de conocimientos nuevos, sino esencialmente un marco donde se impulse el desarrollo de habilidades como la comunicación efectiva, el liderazgo, la capacidad de negociación, el trabajo en equipo, la abstracción y la creatividad, entre otras (Gómez-Álvarez et al., 2015).

La estrategia de trabajo colaborativo es propicia para la integración de contenidos y competencias entre asignaturas. Los métodos y técnicas del aprendizaje colaborativo generan una interdependencia positiva, una interacción cara a cara, un ejercicio continuo de responsabilidad individual y colectiva, que favorecen el desarrollo de algunas habilidades sociales y el procesamiento de la información y del contenido en forma grupal bastante autónomo (González Fernández & García Ruiz, 2007; Jarauta Barrasca, 2014). El fomento de esta metodología en la universidad surge motivado por la necesidad de tener que responder a un mercado laboral que demanda profesionales capaces de trabajar en equipo (De la Peña & Herrera, 2012). El trabajo en equipo es una competencia que se caracteriza por la disposición personal y de colaboración con otros en la realización de actividades para lograr objetivos comunes, intercambiando información, asumiendo responsabilidades, resolviendo dificultades y contribuyendo a la mejora y desarrollo colectivo (Torrelles et al., 2011).

Parafraseando a Mario Díaz de Miguel (2004) respecto a la relación entre competencia e integración, coincidimos en que “para lograr respuestas competentes es preciso favorecer en el estudiante la integración de conocimientos, habilidades, técnicas, actitudes y valores, es decir, el desarrollo de competencias”.

Una de las competencias que contribuye fuertemente a mantener la motivación de los estudiantes, es la problematización (Gonzalez Valdes, 2001), en especial cuando se basa en una situación real. La problematización en el aprendizaje se refiere a facilitar la creación de conflictos cognitivos en los estudiantes, de manera que los mueva a altos niveles de pensamiento, a analizar, reflexionar, investigar, crear, actuar y evaluar para construir nuevas experiencias de aprendizaje (Velázquez Rivera & Figarella García, 2012). En este sentido el ir y venir entre la formulación de preguntas y la búsqueda de respuestas, la duda y la organización de los razonamientos durante el proceso de resolución de una actividad, contribuyen a lograr un aprendizaje significativo.

Por otra parte, la incorporación del software GeoGebra en las aulas de clases de ambas asignaturas es un recurso fundamental para el descubrimiento mediante la representación de imágenes dinámicas que favorecen la visualización y comprensión de conceptos, métodos y técnicas.

## 3. Objetivos y Metodología

Bajo la metodología de aprendizaje colaborativo y con el objetivo de integrar conocimientos y favorecer la motivación, se elaboró un trabajo práctico con tres problemas que relacionan contenidos de física, álgebra lineal y análisis matemático. En esta forma de relacionar contenidos, reconocemos una aproximación al grado de integración que Camilloni (2001) define como “globalización” entre asignaturas; ya que para resolver las consignas del TP, el alumno debe poner “al servicio de la tarea” conceptos de tres materias.

Con este tipo de actividad integradora se busca también que los alumnos reconozcan en el trabajo colaborativo un instrumento

eficaz para adquirir y afianzar conocimientos y también para favorecer el desarrollo de las habilidades socio/profesionales requeridas para los ingenieros.

En esta experiencia participaron un total de 300 estudiantes de los 494 inscriptos al cursado 2017 de AGA y/o AM I, incluidos los alumnos que recursan una o ambas materias en las comisiones anuales de cada especialidad.

En cada una de las diez comisiones, se destinó una clase práctica de una hora y media de duración, para la presentación del software y ejercitación de los comandos y funciones principales, con especial énfasis en aquellas consideradas necesarias para la resolución de los problemas.

Los alumnos se agruparon libremente y por afinidad, cada grupo debía estar constituido por 3 ó 4 estudiantes. El trabajo en grupos fue desarrollado permitiendo a los equipos de trabajo una organización espontánea, valorando el resultado por sobre el proceso. La actividad se complementó con el uso del Campus Virtual, en la plataforma educativa Moodle a través de mensajería, suba de materiales y discusión en foros.

Si bien las consignas del TP fueron las mismas para todos los grupos, éstas incluían datos variables en función de las notas obtenidas por los integrantes de cada grupo en las evaluaciones de seguimiento (ES) implementadas previamente. En este sentido la actividad se encuadra en lo que se conoce como tarea abierta definida (Giménez, 1997). De todas maneras, el “efecto polizón”, término usado por Slavin (1999), para referirse al beneficio que obtiene algún miembro de un grupo merced al trabajo de sus compañeros sin siquiera implicarse en la tarea, es una desventaja que conlleva este tipo de trabajo en equipo.

El enunciado del TP 2017 fue el siguiente: “Considerar  $n = \text{parte entera del promedio de ES } 1, 2 \text{ y } 3 \text{ de AGA}$  de todos los alumnos del grupo (si no hicieron alguna de las ES, considerar nota 0) para resolver las siguientes situaciones:

**A)** Un móvil A se desplaza de Oeste a Este con una velocidad de  $(90+n)$  Km/h, mientras otro móvil B lo hace de Norte a Sur con una velocidad de  $(135+n)$  Km/h. En determinado

instante (digamos  $t = 0$ ), A se encuentra a 60 Km al Oeste y B a 40 Km al Norte del cruce de caminos.

En la “Vista gráfica de GeoGebra” representar la posición de A y B en función de  $t$  (utilizar un deslizador para el tiempo) y determinar: ¿Qué ubicación tendrán A y B en el momento en que se encuentren más cerca uno del otro en sus respectivos desplazamientos? ¿Cuál es, en ese momento, la distancia mínima que separa a estos vehículos?

**B)** Luego del cruce de caminos, el móvil A, continuando a velocidad constante, debe arrastrar un objeto de 100N mediante una soga que forma un ángulo de  $n/2$  grados con la horizontal. A este movimiento se le opone una fuerza de rozamiento de 173,21N. Representar gráficamente la situación y hallar la magnitud de la fuerza F que ejerce la soga sobre el objeto.

**C)** Un tercer móvil C comienza a desplazarse por el término de 2 horas a una velocidad  $v(t) = 100(2 - t)e^t$ , donde  $t$  es el tiempo en horas y  $v(t)$  la magnitud de la velocidad en km/h. Determinar en qué momento del intervalo  $[0, 2]$ , C circula a velocidad máxima y calcular dicha velocidad. ¿En qué períodos C ganó velocidad y en cuáles disminuyó? ¿Se detuvo alguna vez? Resolver en la misma Vista Gráfica.”

El trabajo (uno por grupo) debía ser subido al Campus Virtual en un solo archivo de GeoGebra cuyo nombre fuera el apellido de cada uno de los integrantes del grupo (podían usar dos vistas gráficas si lo consideraban necesario para mayor claridad).

Luego de la devolución de resultados por parte de los profesores a cargo de la actividad, se permitió realizar las correcciones que pudieran ser necesarias. De esta manera, todos los grupos que realizaron el TP, podían aprobarlo para así cumplir con uno de los requisitos que ambas asignaturas (AGA y AM I) especifican en sus respectivas planificaciones.

## 4. Resultados

Los resultados numéricos de aprobación del TP, por comisión y especialidad, fueron los siguientes:

Comisión	Inscriptos	Aprobados en alguna instancia	Rehacer
Civil A	48	34	0
Civil B	64	48	0
Eléctrica	38	29	2
Industrial A	40	23	0
Industrial B	41	31	1
ISI B	51	22	1
ISI E	50	26	6
ISI F	59	19	0
Mecánica A	52	28	2
Mecánica B	51	20	8
<b>Totales</b>	<b>494</b>	<b>280</b>	<b>20</b>

Hubo un total de 225 trabajos realizados, de los cuales 136 (60.44%) fueron aprobados en primera instancia, 77 (34.22%) necesitaron una segunda instancia de entrega, luego de las correcciones realizadas, para ser aprobados, y 12 (5.33%) no aprobaron en la primera instancia y no volvieron a entregarlo. Ninguno de los alumnos que realizaron esos 12 trabajos no aprobados (20 alumnos en total) volvió a participar de otra instancia evaluativa de la materia y fueron alumnos que obtuvieron notas bajas en las instancias evaluativas que habían participado.

A partir de estos resultados, de la observación de los desempeños de los alumnos (tanto dentro del aula como en las consultas realizadas a través del foro y en las consultas presenciales) y también de los intercambios informales de opiniones, tanto de alumnos como de profesores, podemos establecer las principales ventajas y dificultades de esta actividad.

Como actividad colaborativa de integración, se logró estimular el desarrollo de las habilidades comunicativas, como debatir, explicar, preguntar, responder y comprender.

También se vio favorecida, en gran medida, la capacidad de análisis y reflexión, presentes al momento de pensar, deliberar y reconsiderar una idea antes de tomar una decisión.

La creatividad (entendida como capacidad de resolver con ingenio y novedad) fue una de las habilidades observadas como menos desarrolladas. Esto evidenciado en el escaso aprovechamiento de las posibilidades que brinda el software para resolver este tipo de problemas (incluso hubo quienes resolvieron a mano y sólo usaron el software para escribir los resultados).

Las dificultades que tuvieron algunos grupos para interpretar los enunciados, identificar variables y delimitar los problemas, nos mostraron que la comprensión, abstracción y capacidad de síntesis (para extraer lo fundamental de lo accesorio) son las habilidades que más necesitan ser afianzadas en trabajos futuros.

Por otra parte, desde el rol docente se logró: el fortalecimiento de actitudes cooperativas en el grupo de profesores y el nivel de autocritica y apertura necesario para acordar criterios y acciones concretas.

## 5. Conclusiones

Ya sea como experiencia de articulación entre cátedras, o como actividad de integración de contenidos o como afianzamiento de competencias sociales en los alumnos, consideramos satisfactoria la actividad desarrollada.

Si bien se corrió el riesgo de asumir que los alumnos conocían cómo trabajar de forma colaborativa instintivamente, tanto el porcentaje en el cumplimiento de la entrega (en tiempo y forma) como el porcentaje de aprobaciones luego de la instancia de corrección, nos muestran que desde el primer nivel universitario, los alumnos son capaces de gestionar correctamente este tipo de actividad colaborativa que conlleva el entrenamiento de competencias de trabajo en equipo, imprescindibles para desarrollar con éxito su futuro profesional.

Asimismo, los alumnos afirmaron que se facilita la comprensión y fijación de los conceptos involucrados, cuando todos los integrantes del grupo se comprometen por

igual durante el desarrollo de la actividad, la elaboración y el debate con los compañeros del equipo.

Las intervenciones didácticas de integración no solo favorecen la motivación y el interés por las asignaturas involucradas, sino que también enriquecen las relaciones interpersonales entre alumnos y profesores, haciéndolas más cercanas, estables y comprometidas.

En este sentido y según se especifica en el nuevo reglamento de estudios: “el plan de integración con otras asignaturas (horizontal y vertical) es uno de los componentes mínimos que debe especificarse en la planificación que cada cátedra debe dar a conocer a los estudiantes inscriptos el primer día de clases” (MEyD UTN Ord. N°1549, 2016). El grupo de docentes seguirá trabajando en esta línea, accionando sobre las dificultades observadas, con el objetivo de prever alternativas que contribuyan a su superación.

Como trabajo futuro podemos mencionar el compromiso intencional de realizar una experiencia de articulación entre las cátedras de Algoritmos y Estructuras de Datos y AGA, con los alumnos de primer nivel de Ingeniería en Sistemas de la Información, para integrar los temas: tipos de datos abstractos con planos y rectas en el espacio.

## Referencias

- Camilloni, A. (2001) Modalidades y proyectos de cambio curricular. *Aportes para un cambio curricular en Argentina 2001*. UBA. Facultad de Medicina. Secretaría de Asuntos Académicos. OPS/OMS
- De la Peña, J.I. y Herrera, A. (2012) Formación de competencias profesionales a través de un trabajo cooperativo. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(1), 291-311.
- Díaz de Miguel, M. (2004) *Adaptación de los planes de estudio al proceso de convergencia europea*. Dirección General de Universidades.
- Giménez, J. (1997) *Evaluación en Matemáticas: Una integración de perspectivas*, Madrid: Síntesis
- Gómez-Álvarez, M., Manrique-Losada, B. y Gasca-Hurtado, G. (2015) Propuesta de evaluación de habilidades blandas en

ingeniería de software por medio de proyectos Universidad- empresa, en *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 10. n°19, pp. 131-140, 2015.

González Fernández, N. y García Ruiz, M. (2007) El Aprendizaje Cooperativo como estrategia de Enseñanza-Aprendizaje en Psicopedagogía (UC): repercusiones y valoraciones de los estudiantes. [monográfico en línea]. *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 42/6. Edita: OEI. <http://www.rieoi.org/expe/1723Fernandez.pdf>

González Valdes, A. (2001) *Creatividad y Problematización: el carácter social y la dimensión afectiva en la competencia problematizadora*. La Habana: CIPS, Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas.

Jarauta Borrasca, B. (2014) *El aprendizaje colaborativo en la universidad: referentes y prácticas*. REDU; 12: 281-302.

Ministerio de Educación y Deportes. (2016) Universidad Tecnológica Nacional, Rectorado, *Reglamento de estudio para todas las carreras de grado de la UTN*. Ordenanza N°1549.

Slavin, R. E. (1999) *Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica*. Buenos Aires. Aique.

Torrelles, C., Coiduras, J., Isus, S., Carrera, F., París, G. y Cela, J. (2011) Competencia de trabajo en equipo: definición y categorización. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 15(3), 329-344.

Velázquez Rivera, L. y Figarella García, F. (2012) *La Problemática en el Aprendizaje-Tres estrategias para la creación de un currículo auténtico*. San Juan, PR: Isla Negra.

# Herramientas para el trabajo con Requerimientos No Funcionales que afectan la Arquitectura de Software en la Cátedra de Diseño de Sistemas

*Maria Cecilia Massano, Elizabeth Jeinson*

Departamento de Ingeniería en Sistemas

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional

Maestro Marcelo López s/n, Córdoba, [ceciliamassano@gmail.com](mailto:ceciliamassano@gmail.com), [ejeinson@gmail.com](mailto:ejeinson@gmail.com)

## Resumen

*En este artículo se presentan herramientas para trabajar los requerimientos no funcionales como entrada para el diseño arquitectónico de productos de software, en el contexto de la primera etapa del proceso de diseño arquitectónico. Basándonos en las definiciones de requerimientos no funcionales de Ian Somerville (Sommerville, 2011) y la ISO 25000 (ISO/IEC, 2014), y el concepto de diseño arquitectónico propuesto por Ian Gorton (Gorton, 2006) se presentan dos herramientas, a saber: el modelo de calidad de producto propuesto por la ISO 25010:2011 (ISO/IEC, 2011) y una plantilla de especificación de requerimientos no funcionales. El objetivo del artículo es demostrar que los estudiantes abordan el tema con elementos que faciliten la identificación y especificación de los requerimientos no funcionales, así como la vinculación con la arquitectura de un producto de software.*

**Palabras clave:** diseño de sistemas, requerimientos no funcionales, diseño arquitectónico.

## 1. Introducción

La especificación de los requerimientos es una tarea con múltiples dificultades. Aun suponiendo que las actividades anteriores a la especificación (licitación y análisis de requerimientos) (Sommerville, 2011) hayan superado las barreras de la comunicación entre analistas y usuarios, y se haya logrado interpretar acertadamente los requisitos, la correcta especificación sigue siendo un reto. Existen múltiples formas de especificar requerimientos, tanto mediante métodos

formales como en lenguaje natural más o menos estructurado (casos de uso y otras técnicas). En este sentido, es necesario que se definan de manera específica y consistente, sin ambigüedades posibles (Mannion & Keepence, 1995). En esa misma línea, los requerimientos no funcionales deben ser verificables (IEEE, 1998), lo que implica que sean específicos, medibles, accesibles, realizables y de tiempo limitado (Mannion & Keepence, 1995), estableciendo los criterios de aceptación. Además, es necesario negociar con el cliente requerimientos realizables que su inversión de infraestructura sea capaz de atender (Mannion & Keepence, 1995). A partir de esta necesidad, hacemos foco en esta temática en pos de lograr buenas especificaciones en el ámbito profesional. Por ello, a continuación, se presenta una propuesta basada en el modelo de calidad de producto de la ISO 25010:2011 (ISO/IEC, 2011), y bajo el marco teórico que define requerimientos no funcionales (Sommerville, 2011) y diseño arquitectónico (Gorton, 2006). Dicha propuesta consta de dos herramientas a utilizar en el aula, durante el cursado de Diseño de Sistemas (de Información) o materias afines, para la enseñanza de la identificación y especificación de requerimientos no funcionales, y el posterior vínculo con el diseño arquitectónico de productos de software.

## 2. Marco teórico

El proceso del diseño de la arquitectura de un producto de software descripto por Gorton inicia con la determinación de los requerimientos arquitectónicos significativos

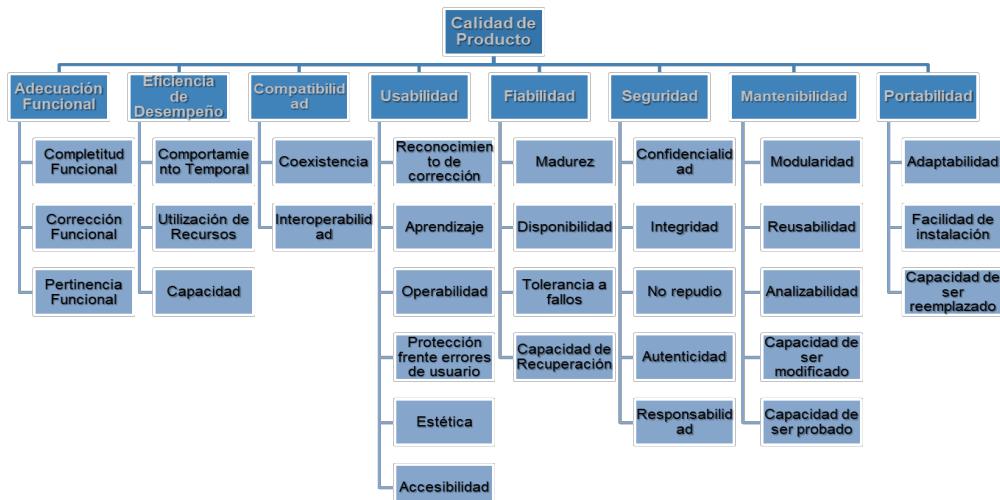


Fig. 1 - Modelo de Calidad de Producto - ISO 25010:2011

para la arquitectura. La segunda etapa es el diseño de la arquitectura y la etapa final es la validación de la arquitectura (Gorton, 2006). Estos requerimientos arquitectónicos están compuestos por los requerimientos funcionales y los “requerimientos de los involucrados” o necesidades de los involucrados (Gorton, 2006) (T. de A.). Estos últimos conforman las restricciones al sistema o los atributos de calidad. La funcionalidad es la habilidad del sistema para hacer el trabajo que se espera de él. Debe ser independiente de las estructuras que componen el sistema. Sin embargo, esas estructuras son necesarias para implementar los atributos de calidad que se imponen como necesidades de los involucrados tales como la usabilidad, modificabilidad, desempeño (Bass, Clemens, & Kazman, 2003). Los requerimientos no funcionales se definen por la negativa ya que describen las propiedades emergentes del sistema, y no los servicios que ofrece. También definen restricciones sobre el sistema tales como capacidad de dispositivos o las interfaces con otros sistemas (Sommerville, 2011).

La ISO/IEC 25000:2014 (ISO/IEC, 2014) es una serie denominada SQuaRE (Systems and software Quality Requirements and Evaluation) que presenta un conjunto de modelos de calidad con el objetivo de conformar un marco para la especificación, medición y evaluación de la calidad del software. La serie que se enfoca en los modelos propone los siguientes: Calidad de

Producto (ISO/IEC 25010:2011), Calidad en Uso (ISO/IEC 25010:2011), Calidad de Datos (ISO/IEC 25012:2008). La estructura de estos modelos de calidad se basa en categorizar la calidad de un producto en características. Estas características pueden a su vez desglosarse en sub-características. Se genera así una descomposición jerárquica que proporciona una visión completa respecto a la calidad del producto. El modelo aclara que, si bien el agrupamiento pretende ser representativo de una idea de calidad, puede no ser exhaustivo ni único. Es decir, en ocasiones, distintas características, pueden superponerse al concepto de calidad que están interpretando. Cada característica o sub-característica debe tener una o más propiedades de calidad que sean mensurables. Luego, identifica las propiedades de calidad en uso, que son aquellas que capturan la percepción del usuario cuando experimenta el uso real o simulado del producto o sistema en cuestión. En el modelo de Calidad de Producto (ISO/IEC, 2011) basamos este trabajo, como base para identificar requerimientos no funcionales.

### 3. Objetivos y Metodología

Presentamos una propuesta vinculada a conceptos de Diseño de Arquitectura aplicados a la práctica. Este tema es contenido mínimo de la cátedra de Diseño de Sistemas en el programa aprobado 2007 de la carrera de Ingeniería en Sistema de

Información, en la Universidad Tecnológica Nacional (Consejo Superior Universidad Tecnológica Nacional, 2007).

El objetivo de la propuesta es encontrar una forma simple para que los estudiantes encuentren y especifiquen requerimientos no funcionales de manera correcta.

Con el propósito de lograr la identificación de los requerimientos no funcionales, los ejercicios prácticos constan de una descripción de un dominio particular, en donde se incluyen dentro del texto requerimientos no funcionales. Para facilitar dicha identificación previa presentación de estos casos prácticos, se le presenta a los estudiantes el modelo de calidad de producto propuesto por la ISO 25010: 2011 (ISO/IEC, 2011), como muestra la Fig. 1. Este modelo incluye la descripción de cada una de las características y sub-características del modelo. Este material puede ser utilizado tanto en las clases como en las instancias de evaluación práctica. El objetivo de explicar y entregar este material es que los estudiantes se familiaricen con el concepto de requerimiento no funcional o atributo de calidad, y que cuenten con una herramienta que los ayude a encontrar estos requerimientos. Conociendo el modelo los estudiantes pueden plantearse ante ejercicios prácticos preguntas vinculadas a la identificación de los requerimientos. Cabe aclarar que la característica *Adecuación Funcional* no se desarrolla en este tema ya que abarca los requerimientos funcionales, que no son foco de la unidad de Diseño de Software.

Sumando al modelo de calidad de producto también se le presenta a los alumnos una tabla tipo plantilla para especificar los requerimientos no funcionales identificados. La plantilla ordena la forma en que se identifican los requerimientos no funcionales, de tal forma de asegurar su correcta especificación. La tabla contiene:

1. **Número:** identificación unívoca de los requerimientos no funcionales.
2. **Nombre:** Frase para identificar al requerimiento no funcional.
3. **Descripción:** En este apartado el requerimiento debe quedar claramente especificado, cumpliendo los principios

SMART (Mannion & Keepence, 1995) para asegurar que el requerimiento sea verificable en una etapa de pruebas del software (IEEE, 1998).

**4. Significativo para la arquitectura:** En esta columna se determina si el requerimiento afecta la arquitectura de software indicando SI ó NO. El objetivo de esta columna es que los estudiantes logren identificar los requerimientos que condicionan la arquitectura del software, como primer paso del proceso de diseño arquitectónico.

**5. Justificación:** La última columna requiere que los estudiantes expliquen por qué indicaron que un requerimiento no funcional afecta o no la arquitectura del software. Para esto pueden utilizar la descripción de las características y sub-características del modelo de calidad de producto propuesto por la ISO 25010:2011 (Sommerville, 2011).

Con este formato de plantilla los estudiantes pueden realizar prácticas de identificación y especificación de requerimientos no funcionales, así como identificar los requerimientos que determinan la arquitectura del software, tema que atañe a los contenidos mínimos de la cátedra de Diseño de Sistemas.

El propósito de esta propuesta es lograr afianzar los conocimientos obtenidos en las materias de años anteriores vinculados a la temática de requerimientos no funcionales, y generar nuevos conocimientos vinculados al diseño arquitectónico. Esto se debe lograr en no más de dos clases prácticas, ya que la extensión de los contenidos no permite abarcar más horas cátedra. Por esta razón, se buscó implementar una forma simple de enseñar y realizar prácticas de identificación y especificación de requerimientos no funcionales que permitan avanzar con la disciplina de diseño arquitectónico.

A continuación, se presenta un caso de aplicación donde se muestra la implementación de las herramientas propuestas. El caso de estudio es utilizado en 4 divisiones la cátedra de Diseño de Sistemas, de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.

El ejercicio está basado en la gestión de una empresa concesionaria de peaje. Para caracterizar el caso práctico se presentan sus objetivos y alcances:

**Objetivo:** gestionar pasadas de usuarios de un peaje y el cobro correspondiente, según la definición de tarifas y las formas de pago vigentes.

**Alcances:**

- Gestión de pasadas de vehículos por las casillas el peaje.
- Administración de tarifas en función de categorías de vehículos y rutas.
- Administración de clientes y de sus vehículos.
- Administración de casillas de peaje.
- Gestión del cobro en efectivo y con tarjeta de crédito.
- Administración de usuarios, roles, empleados y turnos de atención.

Para la práctica y evaluación de la temática *Diseño Arquitectónico*, se plantea una descripción del dominio planteado, donde se explica el caso, incluyendo en el texto requerimientos no funcionales. Al momento de trabajar con el Proceso de Diseño Arquitectónico, comenzamos con la etapa de Determinar los Requerimientos Arquitectónicos (Gorton, 2006). Los estudiantes deben identificar los requerimientos no funcionales en la descripción del dominio, y determinar cuáles son los significativos para la arquitectura. Para esto se les entregan las dos herramientas mencionadas. El modelo de calidad de producto los ayuda a encontrar requerimientos no funcionales en el dominio planteado. Por ejemplo, ante la siguiente descripción: *Para las fechas pico el sistema debe soportar la pasada de vehículos en simultáneo por las 10 casillas de cada una de las rutas donde se encuentra un peaje de la empresa (son 9 rutas en total). Además, debe trabajar eficientemente con este tráfico considerando que en un minuto pueden pasar hasta 10 vehículos. Se considera que el sistema es eficiente si procesa una pasada en hasta 4 segundos.*

Utilizando el modelo de calidad de producto, si buscamos requerimientos asociados a la característica de *Eficiencia*

de *Desempeño*, podemos identificar uno de ellos en la descripción anterior.

A partir de la plantilla presentada anteriormente, se especifica el requerimiento eligiendo un nombre para representativo con una frase breve. Se selecciona la característica correspondiente del modelo de calidad de producto. Esto tiene por objetivo que el estudiante tenga que hacer un análisis respecto a establecer si están cubiertas las características que garantizan la calidad de producto. Aunque no es necesario indicar la sub-característica, los estudiantes cuentan con la descripción de la jerarquía completa, de tal manera que les facilite la identificación. En el ejemplo que venimos desarrollando, el estudiante se puede ayudar con las siguientes definiciones de la ISO 25010:2011 (ISO/IEC, 2011). La característica *eficiencia de desempeño* se define como el desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones establecidas.

Las sub-características asociadas son:

1. **Comportamiento temporal:** el grado con el cual la respuesta, los tiempos de procesamiento, tasas de rendimiento de un producto o sistema cuando ejecuta sus funciones cumple con los requerimientos.
  2. **Utilización de recursos:** el grado con el cual las cantidades y los tipos de recursos utilizados por un producto o sistema cuando ejecuta sus funciones cumplen con los requerimientos.
  3. **Capacidad:** el grado con el cual los límites máximos de los parámetros de un producto o sistema cumplen con los requerimientos. Los parámetros pueden ser ítems almacenados, usuarios concurrentes, ancho de banda, rendimiento de las transacciones y tamaño de base de datos.
- Puede observarse que la descripción provista responde a las sub-características de capacidad: *para las fechas pico el sistema debe soportar la pasada de vehículos en simultáneo por las 10 casillas de cada una de las rutas*, y de comportamiento temporal: *se considera que el sistema es eficiente si procesa una pasada en hasta 4 segundos*. De esta forma,

el estudiante podrá identificar fácilmente un requerimiento no funcional a partir de la descripción provista.

**Tabla 1 – Extracto de Ejemplo de Requerimiento de Calidad/No Funcional en Ejercicio de Peaje**

Nombre	Característica	Descripción
Performance de procesamiento en horario pico	Eficiencia de desempeño	Para las horas pico el sistema debe poder soportar el procesamiento en simultáneo de 90 transacciones, procesando cada transacción en hasta 4 segundos considerando que en un minuto pueden pasar hasta 10 vehículos.

Como segundo paso el estudiante deberá determinar si este requerimiento afecta la arquitectura de software. Para esto también utiliza el modelo de referencia de calidad de producto de la ISO 25010:2011 (ISO/IEC, 2011). A partir de las definiciones de la ISO/IEC los estudiantes deben ser capaces de identificar si el requerimiento afecta la arquitectura del software, y debe justificar su elección.

En el ejemplo dado el requerimiento identificado afecta la arquitectura de software, por lo que se requiere una justificación. Cabe aclarar que la justificación enunciada por los estudiantes evoluciona con el tiempo. En las primeras justificaciones que realizan, cuando aun no tienen vastos conocimientos para expresar justificaciones más completas, se espera que indiquen una aproximación de una decisión arquitectónica.

A modo exemplificador, se presenta la solución:

**Tabla 2 – Extracto de Ejemplo de Justificación de Requerimiento de Calidad/No Funcional que afecta la Arquitectura de Software**

Nombre	Justificación
Performance de procesamiento en horario pico	Requerimiento de concurrencia y tiempo de respuesta que <i>afecta la arquitectura ya que</i> requiere el desarrollo de un módulo de lectura y procesamiento de pasadas que debe cumplir con este requerimiento de performance.

## 4. Resultados

La aplicación de las dos herramientas propuestas se ha llevado a cabo en el aula desde hace varios años. Se mostrarán resultados de los últimos 5 años. El modelo de calidad de producto ISO/IEC comenzó a utilizarse en 2018, por lo que aún está probándose su aplicación. Sin embargo, los resultados son comparables ya que esta herramienta se entregaba a los estudiantes en años anteriores. El modelo anterior era un cuadro similar que plasmaba modelos de otros autores: Ian Sommerville (Sommerville, 2011), Ian Gorton (Gorton, 2006) y la ISO/IEC 9126-1:2001 (ISO/IEC, 2001) que evolucionó a la ISO/IEC 25000:2014. A continuación, se presenta una tabla con la cantidad de horas cátedra consumidas para ver el tema de requerimientos no funcionales, como parte de la primera etapa del proceso de diseño arquitectónico, desde la clase práctica.

**Tabla 3 - Hs Cátedra de Trabajos Prácticos Consumidas para el tema Requerimientos No Funcionales**

		Curso			
		1	2	3	4
Año	2018	5	5	5	4
	2017	5	5	5	5
	2016	4	3	5	3
	2015	3	3	3	3
	2014	3	3	3	S/D

Durante 2018, a partir de la utilización del modelo de calidad de producto propuesto por la ISO 25010:2011 (ISO/IEC, 2011) notamos que es posible avanzar en la misma

clase de requerimientos no funcionales con la aplicación de decisiones arquitectónicas relacionadas a su identificación. Esto justifica un leve aumento en la cantidad de horas cátedras dedicadas al tema. Respecto a los resultados de las evaluaciones en donde se incluye este tema, se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 4 - Porcentaje de Aprobación de Parcial Donde se Incluye el Tema de Requerimientos No Funcionales**

Año	Curso				Tipo de evaluación
	1	2	3	4	
2018	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	2do parcial práctico
2017	100%	92%	100%	94%	3er parcial práctico
2016	92%	96%	55%	62%	3er parcial teórico/práctico
2015	71%	61%	58%	83%	2do parcial teórico/práctico
2014	71%	54%	S/D	S/D	2do parcial teórico/práctico

Se puede observar la mejora en los porcentajes de aprobación a medida que se afianza la utilización de las herramientas propuestas.

Respecto a un análisis cualitativo de los resultados de la aplicación de las herramientas propuestas, se percibe en el aula que los estudiantes logran comprender los conceptos, basados en los conocimientos previos y valiéndose de las herramientas mencionadas para identificar los requerimientos no funcionales.

## 5. Conclusiones

Podemos concluir que los estudiantes utilizan ambas herramientas simplificando el trabajo de identificación de los requerimientos no funcionales, a partir de un modelo de calidad de producto avalado por una organización internacional de estandarización: la ISO/IEC. El contar con estas herramientas también en las instancias de evaluación logra que los estudiantes se enfoquen en aprender a utilizarlas y no en memorizar su contenido.

De esta manera se logra tanto una buena identificación y descripción de requerimientos no funcionales, como así también una correcta justificación de la implicancia en la arquitectura del software. En función de los resultados cuantitativos, podemos aseverar que la dedicación a este tema en el aula se puede minimizar a no más de 5 horas cátedra. Esto permite optimizar los tiempos y reforzar el tema de diseño arquitectónico, sin afectar los resultados en las evaluaciones. Estas herramientas abordan la temática en forma simple y didáctica, y los estudiantes pueden utilizarla en ambientes educativos y profesionales.

## Referencias

- Bass, L., Clemens, P., & Kazman, R. (2003). Software Architecture in Practice - Segunda Edición. Boston: Addison Weasley.
- Consejo Superior Universidad Tecnológica Nacional. (2007). Ordenanza 1150 - Diseño Curricular Carrera Sistemas de Información. Buenos Aires.
- Gorton, I. (2006). Essential Software Architecture. Editorial Springer.
- IEEE. (1998). Recommended Practice for Software Requirements Specifications. En IEEE, IEEE Std 830.06-1998.
- ISO/IEC. (2001). ISO/IEC 9126-1. Ginebra: ISO/IEC®.
- ISO/IEC. (2011). ISO/IEC 25010:2011(en). Ginebra: ISO/IEC®. Obtenido de [www.iso.org](http://www.iso.org)
- ISO/IEC. (2014). ISO/IEC 25000:2014. Ginebra: ISO/IEC®.
- Mannion, M., & Keepence, B. (1995). Software Engineering Notes Volumen 2 Número 2. Edimburgo: ACM SIGSOFT.
- Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software. Mexico: Addison Weasley.

## El Taller Educativo como Dispositivo de Vinculación de Espacios Académicos

Roxana del Carmen Córdoba<sup>1</sup>, Oscar Carlos Medina<sup>2</sup>, Roberto Miguel Muñoz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Espacio de Vinculación con el Sector de la Orientación Economía y Administración

C.E.N.M.A. - ASIMRA – Anexo Bº Coronel Olmedo

Idelfonso Muñecas esq. Victorica, Córdoba, cordobaroxanadelc@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento Ingeniería en Sistemas de Información

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba

Maestro López s/n, Ciudad Universitaria, Córdoba, omedina@frc.utn.edu.ar

<sup>3</sup>Departamento Ingeniería en Sistemas de Información

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba

Maestro López s/n, Ciudad Universitaria, Córdoba, director@sistemas.frc.utn.edu.ar

### Resumen

*El presente trabajo expone una experiencia desarrollada durante dos años consecutivos, 2017 y 2018 en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. Estudiantes del último año de un centro educativo de modalidad para adultos, en el marco del espacio curricular llamado “Espacio de Vinculación con el Sector de la Orientación Economía y Administración”, participaron en el Taller “Plan de negocios de un Emprendimiento: Modelo Canvas”. El mencionado taller fue organizado por el Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la mencionada Universidad, dentro del marco del programa “Científicos con Voz y Vos”, desarrollado por la Dirección de Divulgación y Enseñanza de las Ciencias dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la Provincia de Córdoba. Este espacio de encuentro logró el intercambio de experiencias entre los diferentes actores que pertenecen a instituciones académicas de nivel medio y superior universitario, proponiendo e incentivando la participación activa de los estudiantes con espíritu emprendedor en proyectos innovadores. De esta manera el Taller Educativo fungió como dispositivo de articulación y vinculación, pero también de transferencia de conocimientos y experiencias, entre*

*espacios académicos de instituciones de distintos niveles educativos.*

**Palabras clave:** Taller, Vinculación, Emprendimientos.

### 1. Introducción

El programa “Mentoreo de Emprendedores ISI” promueve y difunde el emprendedurismo como complemento del perfil profesional de los estudiantes y graduados recientes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información. Desde el programa se facilitó y organizó el taller, brindando los resultados que se describen en el presente artículo.

El Ministerio de Educación, de la Provincia de Córdoba, dispone de 163 Centros Educativos de Nivel Medio para Adultos (C.E.N.M.A.). La experiencia se desarrolló con el Centro Educativo de Nivel Medio para Adultos ASIMRA – Anexo- de Barrio Coronel Olmedo de la Ciudad de Córdoba. En este C.E.N.M.A. los estudiantes en su mayoría trabajan y poseen familiares a cargo. Algunos trabajan en empleos formales, otros informales y también por cuenta propia. Sus edades oscilan entre los 18 y los 72 años de edad. En relación a las trayectorias educativas y de vida de cada estudiante, muchos han abandonado el nivel medio por distintas razones y han decidido

retomar y continuar con sus estudios para finalizarlos.

El tema “Plan de Negocios de un Emprendimiento: Modelo Canvas” forma parte del contenido de cátedras de la carrera de ingeniería, con aplicación en el Programa de Mentoreo ISI.

El coordinador del Programa Mentoreo ISI de la Universidad estableció el contacto con autoridades del C.E.N.M.A., y a través del programa “Científicos con Voz y Vos” se logra llegar a los estudiantes jóvenes y adultos. La actividad se formalizó con un convenio de transferencia, firmado por el Director de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información y la docente del C.E.N.M.A.

Para el taller se fijaron dos objetivos principales:

- Ampliar los conocimientos teóricos y prácticos relacionados a un emprendimiento sustentable a través de una metodología de modelado de negocios denominada Canvas por Osterwalder (Osterwalder & Pigneur, 2010). Este modelo de plan de negocios implica agrupar y relacionar nueve variables que toda idea de negocio debería tener bien definida, para su implementación y éxito del emprendimiento.
- Vincular a los estudiantes de la modalidad jóvenes y adultos del C.E.N.M.A. con la formación en ingeniería, en este caso de la Facultad Regional Córdoba. En ese sentido la facultad desarrolla sus actividades de extensión universitaria y logra su función social hacia la comunidad, transmitiendo conocimientos científicos y facilitando la apropiación colectiva del mismo.

En la actualidad se viven cambios acelerados y constantes. La era de la información trae consigo cambios sociales, tecnológicos, culturales, educativos y políticos. Revoluciones que se producen en la sociedad y plantean nuevas formas de trabajo, de vida, de relaciones e interrelaciones sociales y productivas (Alvin Toffler, 1980). Toffler explica en cómo debe transformarse la educación y la economía para adaptarse a esta nueva era.

Esto implica el paso de la economía industrial a la economía basada en el conocimiento. Y es en la nueva economía basada en el conocimiento donde la innovación y el emprendedorismo cobran mayor protagonismo como generadores de desarrollo regional y fuentes de trabajo genuinas. *“El emprendimiento dinámico y la innovación cobran una importancia de primer orden debido a su mayor potencial de aportar a la creación de empleos de calidad y ayudar a diversificar la estructura productiva de la región”*(Kantis et al., 2015).

Frente a este escenario, el aprendizaje y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación realizan requerimientos a la educación formal. Darling Hammond expresa que para *“provocar aprendizajes eficaces es necesaria una educación que enseñe a los jóvenes a pensar de manera correcta e independiente, a usar lo que se aprende para producir un trabajo de calidad, a tomar iniciativas y a trabajar de manera efectiva”* (Darling Hammond, 1997). Por lo mencionado, se requiere de estudiantes ligados a la capacidad de aprender a aprender y con disposición favorable al aprendizaje continuo; para responder a las demandas de la actual economía. Con intervenciones y participación activa, otorgando sentido y significado a los conocimientos, para transferirlos en acciones que contribuyan a una mejor calidad de vida de la comunidad. En el año 2017 los alumnos del C.E.N.M.A. desarrollaron una idea de negocio original, que fue la de reutilizar neumáticos y transformarlos en asientos “verdes” de uso cotidiano en el hogar, como se puede apreciar en la Figura 1.



**Figura 1.** Asientos “verdes” reciclados producidos por alumnos de 3º año 2017 del C.E.N.M.A.

Uno de los propósitos del emprendimiento fue la producción a bajo costo y otro fue la reducción de residuos sólidos en la vía pública, con la intención de minimizar impactos negativos en el ambiente.

El concepto teórico de “Plan de negocios” fue implementado con la herramienta Canvas, con el objetivo de crear, establecer y visualizar de manera global la idea de negocio, para su posterior inserción en el mercado productivo. Es decir que se fomenta el planear la acción antes de actuar, de manera organizada e interrelacionada a elementos que la componen. Todo esto con la intencionalidad de orientar a los estudiantes hacia la apropiación de la importancia del conocimiento científico, como factor clave para el éxito del emprendimiento y ejercicio profesional.

## 2. Marco teórico

El Taller educativo como “*dispositivo de enseñanza y aprendizaje, es provocador de cambios por ser una forma de trabajo que permite proponer acciones pedagógicas tendientes a lograr la circulación de significados diversos, la comprensión, la toma de conciencia, la elaboración de interpretaciones y la iniciación de procesos de reflexión*” (Sanjurjo et al., 2017).

El Programa del Gobierno Provincial “Científicos con Voz y Vos” con el fin de divulgar la Ciencia a la sociedad, permitió acceder a un espacio Educativo de Nivel Superior, como es la Universidad Tecnológica Nacional, configurando así una práctica social de trabajo colectivo con el propósito de promover educación con base científica. Generando así una articulación entre estudiantes del C.E.N.M.A., el programa de divulgación de la Ciencia de la Provincia y el Programa de Mentoreo ISI, haciéndose efectivo a través del taller dictado en la Universidad por un docente e investigador científico especializado en la temática (Ver Figura 2). Se reflejó en esta práctica la “*concepción del aprendizaje como proceso complejo, en función del reconocimiento de contextos, condiciones y*

*procesos en forma interrelacionada*” (Cecilia Ziperovich, 2010).



**Figura 2.** Asistentes del taller “Plan de Negocios de un Emprendimiento: Modelo Canvas” Año 2018.

La propuesta planteada, relacionada al “Ser Emprendedor”, tiene un peso específico importante en esta dialéctica; ya que emprendedor es aquella persona o grupo de personas con capacidad para traducir sus ideas en acciones. En ese contexto se transmite la necesidad de ser capaces de identificar oportunidades, aprovecharlas y desarrollarlas, a través de la ejecución y puesta en marcha de la idea, incorporando la innovación para generar transformaciones positivas. Para socavaren los estudiantes estas nociones, y las de pensar de manera reflexiva y anticipada, construyendo y reconstruyendo mundos posibles, es necesario un trabajo colectivo y en equipo, para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje.

## 3. Objetivos y Metodología

Antes de cada taller se realiza un trabajo previo, entre la docente a cargo del “Espacio de Vinculación con el sector de la orientación” y el docente investigador universitario, haciendo una introducción al tema a abordar, en lo referido a cuestiones teóricas y análisis de casos de éxito.

En los artículos del convenio de transferencia firmado se indica la temática abordada y una propuesta para llevar a cabo el intercambio de experiencias entre los diferentes actores, incentivando una mayor participación de los ciudadanos en los procesos que involucren a la ciencia y la tecnología, además que se encuentra

prevista la realización de actividades de divulgación científica y de extensión a la Comunidad por parte del Departamento. Finalmente se designan representantes técnicos por cada una de las partes con el fin de establecer canales permanentes y fluidos de comunicación para el cumplimiento del acuerdo.

En cumplimiento de lo pactado, se desarrolla el taller en aula de la Facultad, donde el docente investigador universitario expone nuevos conocimientos. Como los estudiantes asistentes disponen de material y conocimientos previos se posibilita un diálogo muy enriquecedor y un intercambio de ideas muy fluido, produciéndose un anclaje de conocimientos realmente válido y vivencial.

Esta actividad que se desarrolla facilita la comprensión y la realización de la parte práctica que se propone. La tarea práctica consiste en completar el modelo Canvas y los distintos elementos que lo componen, aplicando lo expuesto por el disertante y las ideas explicitadas de los estudiantes, señalando: segmentos de clientes, propuesta de valor, relación con clientes, canales, fuente de ingresos, recursos clave, actividades clave, sociosclave y estructura de costos. A continuación en la Figura 3 se muestra un esquema del modelo Canvas:



Figura 3.Componentes del modelo Canvas.

Complementan la agenda del taller el desarrollo de temas como Desarrollo de Clientes, Propuesta de Valor y Producto Mínimo Viable basado en la metodología “Lean Startup” según bibliografía de (Ries, 2011) y (Blank & Dorf, 2012).

Por definición el Taller educativo debe integrar la teoría con la práctica. Es por ello que se trabaja con un caso de aplicación real, que fue previamente estudiado en clases del C.E.N.M.A. y que se realiza como ejercicio individual y colaborativo en el transcurso del encuentro.

Al finalizar la jornada, cada asistente recibe su certificado como es habitual en las capacitaciones organizadas por el Departamento Ingeniería en Sistemas de Información.

#### 4. Resultados

Los resultados obtenidos en los talleres fueron muy positivos y favorables.

La Sala de Usos Múltiples de la Facultad, donde se dictaron los talleres, sirvió como espacio educativo de vinculación estimulante para los estudiantes del C.E.N.M.A.

En ese espacio se logra una “*trama singular de relaciones sociales en los que se expresan los significados y los tipos de comportamientos ligados a la institución*”(Lidia Fernández, 2013).

Entre ambas ediciones del Taller educativo participaron 60 estudiantes, además de la Directora del C.E.N.M.A., el docente investigador responsable del programa “Científicos con Voz y Vos” y la docente del Espacio de Vinculación.

La experiencia contribuyó al desarrollo del pensamiento reflexivo de cada uno de los estudiantes. Lo que se pudo inferir a través de los interrogantes planteados por los mismos estudiantes.

La evaluación, como actividad extra-áulica fue muy motivadora y positiva en ambas ocasiones que se realizó el evento. Hubo intervenciones pertinentes de los estudiantes y se identificó una participación activa en la resolución de las actividades presentadas.

Finalizado el taller, surgieron inquietudes en los estudiantes que participaron de los talleres. Algunas de ellas fueron: “¿Qué puedo estudiar en esta Universidad?”, “¿Hay que pagar en una Universidad pública?”, “¡Me dieron ganas de seguir estudiando! ¿Profe, Usted cree que pueda seguir estudiando en la Universidad?”,

## 5. Conclusiones

Los autores del presente trabajo concluyen que la experiencia ha sido significativa para el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes en relación al tema, el dispositivo y el contexto.

Son relevantes las lecciones aprendidas por cada una de las Instituciones que se articularon, por medio de un dispositivo como lo es el Taller educativo.

Por parte del Gobierno, representado en el accionar del programa “Científicos con Voz y Vos”, fue un descubrimiento y acierto acercar a estudiantes de nivel medio a una Universidad, y cumplió una vez más su objetivo de divulgar la Ciencia a la Comunidad.

También permite al Departamento Ingeniería en Sistemas de U.T.N. – F.R.C. cumplir el objetivo de generar actividades de extensión universitaria, logrando transferencia de conocimientos y experiencias de un docente investigador, que es coordinador del programa “Mentoreo de Emprendedores ISI”. Siendo la extensión Universitaria el nexo entre la Universidad y la sociedad; posibilitando la participación, el encuentro y el diálogo; entre el conocimiento científico, la investigación y las expectativas de los estudiantes en relación a las propuestas de la Ingeniería en Sistemas de Información, hacia la comunidad.

Por último, el C.E.N.M.A. cumplió la expectativa de complementar los conocimientos específicos pertinentes al Espacio de Vinculación que cursan, sumado a que resultó en una experiencia vivencial y estimulante para sus estudiantes. Las acciones y prácticas educativas implicaron el desarrollo de habilidades cognitivas de los estudiantes para desempeñarse personal y profesionalmente en una sociedad basada en el conocimiento y el uso de las nuevas tecnologías.

En el marco de una propuesta orientada a potenciar la capacidad del pensamiento reflexivo del estudiante, el Taller educativo resultó ser un instrumento mediador, que ha posibilitado intercambios comunicacionales entre los distintos actores educativos,

propiciando procesos de enseñanza y aprendizajes significativos.

## Referencias

Blank S., Dorf. B. (2012) *The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company*.USA: K & S Ranch.

Darling-Hammond, L. (1997) *El derecho de aprender. Crear buenas escuelas para todos*. Editorial Ariel.

Fernández, L.M. (2013) *Memorias de la reunión científica. El análisis de las instituciones y las prácticas sociales*.Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de ciencias políticas y sociales, Centro de Publicaciones.

Kantis, H., Federico, J. e Ibarra García, S. (2015) *Condiciones Sistémicas para el Emprendimiento Dinámico: América Latina en el nuevo escenario global*.Asociación Civil Red Pymes Mercosur.

Osterwalder A., Pigneur Y. (2010) *Business Model Generation: A Hand Book for visionaries, game changers and challengers*.New Jersey: Wiley.

Ries, E. (2011) *El método Lean Startup: cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua*.New York: Crown Business.

Sanjurjo, L.(Coord), Caporossi, A., España, A.E., Hernández, A.M., Alfonso, I., Foresi, M.F. (2017) *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*. Homo Sapiens Ediciones.

Toffler, A. (1980) *La tercera Ola*.Plaza y Janes S.A. Editores.

Ziperovich, C. (2010) *Aprendizajes. Aportes para pensar pedagógicamente su complejidad*. Distribuidora Premisa.

# El análisis de aguas residuales y el tratamiento de efluentes.

Carlos J. Suárez, Susana N. Roldán

Departamento Materias Básicas-UDB Física  
Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional  
Lavalle 610, [suarez\\_cj@yahoo.com.ar](mailto:suarez_cj@yahoo.com.ar), [ingsnroldan@yahoo.com.ar](mailto:ingsnroldan@yahoo.com.ar)

## Resumen

Con nuestro trabajo queremos dar a conocer y promover, en un principio en nuestra comunidad educativa, la importancia marcada en el tratamiento de efluentes y en el cuidado del agua, e impulsar a nuestros ingenieros a adquirir los conocimientos necesarios para llevar adelante de manera adecuada el desarrollo sustentable. Es integrador de conocimientos, pues partimos de las ciencias básicas y avanzamos hasta los conceptos aportados por la Ingeniería Sanitaria, en el último año de la carrera Ingeniería Civil. Nos proponemos: estudiar las propiedades físicas de las muestras obtenidas, analizar el comportamiento del fluido en estudio, evaluar la calidad de los efluentes de las plantas seleccionadas. En esta primera etapa hemos realizado un relevamiento de los ensayos físicos y químicos empleados ampliando la búsqueda a aquellos apropiados a las macrófitas propuestas.

**Palabras clave:** saneamiento, propiedades físicas, macrófitas.

## 1. Identificación

Código del Proyecto: TEUTNFE0004866.

Programa: Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería. Área prioritaria: La didáctica en la universidad y la práctica docente universitaria.

Fecha de inicio: 01/01/2018, finalización: 31/12/2018

## 2. Introducción

La facilidad de acceso, la calidad y la adecuada depuración del agua es de suma importancia para el sano desarrollo de la vida de los seres humanos en la comunidad. Con la llegada de la industrialización, el

crecimiento poblacional y económico, la cantidad de las aguas y los agentes contaminantes presentes en las mismas se han incrementado exponencialmente, por lo que su tratamiento se vuelve imperioso y a su vez demanda una respuesta sostenible, es decir, compatible económica, social, ecológica y sostenible en el tiempo. Por esta razón en diversos países se proponen experiencias de investigación e implementación de sistemas de saneamiento sostenibles. Entre ellas se destaca el uso de humedales artificiales, diseñados para emular las funciones naturales de la depuración de agua.

En el marco del proyecto de investigación “El ingeniero y la gestión sostenible del agua residual, desde una perspectiva integradora” pretendemos integrar los conocimientos desde las ciencias básicas, hasta los aportados por la ingeniería sanitaria, en el último año de la carrera de ingeniería civil, avanzando en el estudio de la calidad de los efluentes de las plantas seleccionadas, análisis de su eficiencia y obtención de una propuesta de tratamiento final que resulte beneficiosa y de factible adaptación a la comunidad.

En esta primera etapa, nuestro propósito es describir los ensayos y tratamientos para el análisis de las aguas residuales y el grado de depuración obtenido con el empleo de humedales artificiales. Esto es, decir cuáles, cómo en qué momento deberán tener lugar los ensayos y controles a efectuar, buscando especificar las propiedades importantes de la variable sometida a análisis.

Dado que las aguas afluentes poseen por lo general características muy variadas en función del grado de depuración alcanzado en las etapas previas, se ha optado para el diseño experimental la determinación a través de métodos normalizados de las

siguientes variables: la materia orgánica, siendo las medidas más habituales la DQO (demanda química de oxígeno), la DBO<sub>5</sub> (demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días) y el COT (carbono orgánico total), y concentraciones de N (nitrógeno) y P (fósforo). Como parámetros adicionales – opcionales - se proponen el pH y la temperatura, con la finalidad de mostrar los rendimientos que se alcanzan en este tipo de humedales. Los métodos analíticos fueron extraídos del “Manual de fitodepuración. Filtros de macrófitas en flotación”, “tratamiento de aguas residuales” y de los métodos normalizados de la APHA, AWWA y WPCF.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

Con nuestro trabajo queremos dar a conocer y promover, en un principio en nuestra comunidad educativa, la importancia marcada en el tratamiento de efluentes y en el cuidado del agua, e impulsar a nuestros ingenieros a adquirir los conocimientos necesarios para llevar adelante de manera adecuada el desarrollo sustentable.

Como objetivos específicos proponemos:

- Estudiar las propiedades físicas de las muestras obtenidas.
- Analizar el comportamiento del fluido en estudio.
- Evaluar la calidad de los efluentes de las plantas seleccionadas.
- Determinar, bajo condiciones controladas de laboratorio, la eficiencia de los medios orgánicos escogidos. Figura 1.



Figura 1. Toma de muestras de aguas residuales.

Debido a que el proyecto es integrador de conocimientos, existen dos etapas bien marcadas en las que se estructura el trabajo. Una de ellas consiste en recuperar los conceptos adquiridos en primer nivel de la

carrera, en Física I, en especial lo atinente a Estática y Dinámica de los fluidos. En una segunda etapa, los conceptos en juego se refieren a aspectos trabajados en el quinto nivel de la carrera Ingeniería Civil, en la asignatura Ingeniería Sanitaria. Luego de las clases teóricas acerca de la temática particular de la primera etapa, se procederá a realizar práctica áulica refiriendo a situaciones problemáticas que se asemejen a la labor experimental a realizar. Se iniciará la fase experimental con la toma de muestras del efluente en las plantas de tratamiento de AR (Aguas Residuales), a la entrada y la salida del tratamiento primario, a la salida del tratamiento secundario. Dado que los HAFS (Humedales artificiales de flujo superficial) se suelen emplear a modo de tratamiento terciario, se hará también una toma de muestra a la salida del tratamiento terciario propuesto con plantas acuáticas. Algunas de ellas se observan en la Figura 2.

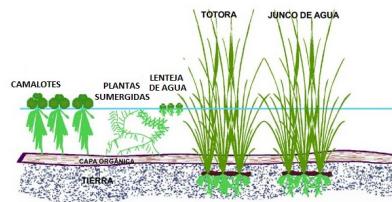


Figura 2. Algunos ejemplos de plantas macrofitas.

Dado que las aguas afluente poseen por lo general características muy variadas en función del grado de depuración alcanzado en las etapas previas, se ha optado para el diseño experimental del estudio las siguientes variables: la DQO (demanda química de oxígeno), la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y el COT (carbono orgánico total), y concentraciones de N (nitrógeno) y P (fósforo). Como parámetros adicionales – opcionales - se proponen el pH y la temperatura, con la finalidad de mostrar los rendimientos que se alcanzan en este tipo de humedales. Las cargas hidráulicas anuales y las necesidades específicas de superficie de los sistemas de plantas flotantes son similares a las de los sistemas de humedales. El clima es un factor limitativo en su rendimiento, ya que las plantas sólo crecen a determinadas temperaturas. Estos cultivos

acuáticos suelen utilizarse como sistema de afino incorporados a otra cadena de procesos, empleándose generalmente como tratamiento terciario. En operaciones bien controladas, en las que las plantas se cosechan periódicamente, se pueden alcanzar rendimientos altos en la depuración. La carga orgánica admitida por estos procesos es del orden de 30 a 50 kg/ha/día, lo que para aguas de moderada carga contaminante ( $\text{DBO}_5 < 240 \text{ mg/l}$ ), significa una carga hidráulica del orden de 6 m/año. Asimismo, se irán determinando las propiedades físicas de los fluidos en estudio, tales como: densidad, viscosidad absoluta, volumen específico, peso específico. También hallaremos el valor de las fuerzas aplicadas sobre las paredes y la base del recipiente, así como las presiones desarrolladas, aplicaremos Principio de Pascal, Principio de Arquímedes y Ley de Bernoulli, para analizar comportamiento del fluido y empuje sobre las especies acuáticas macrófitas.

Reseñamos a continuación un resumen de los ensayos a desarrollar:

. *Demandia Química de Oxígeno (DQO)*

La DQO corresponde al volumen de oxígeno requerido para oxidar la fracción orgánica de una muestra de agua. Esta medida corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, ya sea su origen orgánico o inorgánico.

Su determinación debe realizarse rápidamente después de la toma de muestras, para evitar la oxidación natural. La misma podría conservarse un cierto tiempo si se acidifica con ácido sulfúrico hasta  $\text{pH} = 2-3$ , pero esta opción pierde fiabilidad en presencia de cloruros.

El ensayo de determinación de DQO al dicromato se utiliza ampliamente para establecer la contaminación en materia orgánica de aguas residuales. El mismo se lleva a cabo en condiciones definidas, donde ciertas materias contenidas en el agua se oxidan con un exceso de dicromato potásico, en medio ácido y en presencia de sulfato de plata y de sulfato de mercurio.

. *Demandia Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)*

La DBO se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la

oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aerobia.

Si cierta cantidad del agua a analizar se introduce en un recipiente, y éste se cierra herméticamente, se crea un sistema que contiene el agua a analizar, con su flora bacteriana y aire, el cual contiene un 21% de oxígeno. En un tiempo determinado, los microorganismos consumen todo o parte del oxígeno contenido en el sistema al degradar la materia orgánica, liberando una cierta cantidad de anhídrido carbónico gaseoso. Suponiendo que se inhibe la nitrificación y que se retira del sistema el  $\text{CO}_2$  gaseoso producido, la depresión que se registra en el sistema se deberá exclusivamente al descenso de la presión parcial del oxígeno, como consecuencia del consumo de oxígeno en la oxidación biológica de la materia orgánica. A continuación, se describe la determinación de DBO con un periodo de incubación de cinco días ( $\text{DBO}_5$ ) en biómetros diseñados a tal efecto (WTW-Oxitop). Estos biómetros están dotados de tapones con dispositivos de lectura de la presión parcial de los frascos. La captación del  $\text{CO}_2$  gaseoso producido se efectúa por reacción con OHNa, que ha de disponerse al comienzo del ensayo en una cápsula diseñada a tal efecto, en el sistema.

. *Carbono Orgánico Total (COT)*

El carbono orgánico de las aguas limpias y residuales corresponde a diversidad de compuestos orgánicos en varios estados de oxidación. Algunos de tales compuestos del carbono pueden ser sometidos a una oxidación posterior por procesos químicos o biológicos; el DBO y el de DQO pueden utilizarse para caracterizar dichas fracciones. El carbono orgánico total (COT) es una expresión más conveniente y directa del contenido orgánico total que el DBO o el DQO, pero no proporciona la misma clase de información. A diferencia del DBO o del DQO, el COT es independiente del estado de oxidación de la materia orgánica y no mide otros elementos orgánicos, tales como el nitrógeno y el hidrógeno, o inorgánicos que puedan contribuir al requerimiento de oxígeno medido por el DBO o el DQO. La

determinación del COT no sustituye las pruebas de DBO o DQO.

Para determinar la cantidad de carbono orgánico, las moléculas orgánicas deben romperse en unidades de carbono simples y ser convertidas en una forma molecular sencilla que pueda medirse de forma cuantitativa. Los métodos de COT utilizan calor y oxígeno, radiación ultravioleta, oxidantes químicos, o combinaciones de dichos oxidantes para convertir el carbono orgánico en dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El  $\text{CO}_2$  puede medirse directamente en un analizador infrarrojo no dispersivo, puede ser reducido a metano y medido con un detector de ionización de llama, o puede ser titulado químicamente.

*. Método de oxidación húmeda (o manual) para determinar el COT*

Este método consiste en la oxidación de la muestra en una solución de dicromato potásico ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), ácido sulfúrico fumante ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), yodato potásico ( $\text{KIO}_3$ ) y ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Los productos de la oxidación se hacen pasar a través de un tubo conteniendo hidróxido potásico, donde el dióxido de carbono recogido se determina pesando el tubo de absorción antes y después del experimento. (Díaz de Santos, 1992; Ramalho, 1993)

*. Fósforo*

Este componente puede encontrarse en las aguas residuales disuelto o en partículas, ya sea en compuestos orgánicos o inorgánicos. Su eliminación es una operación importante, debido a que juega un papel crítico en la eutrofización (proceso natural de envejecimiento de los lagos; la contaminación acelera este proceso y acorta la vida del receptor acuático). Para esto es necesario someter la muestra a un proceso de digestión ácida. Luego, el fósforo estará en forma de ortofosfatos, que se determinan por métodos colorimétricos. (Ramalho, 1993)

*. Determinación de Ph*

Este ensayo se basa en la capacidad de respuesta del electrodo de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones  $\text{H}^+$ . La fuerza electromotriz producida en el electrodo de vidrio varía linealmente con el pH del medio.

Se debe tener en cuenta la temperatura de la muestra ya que esta fuerza electromotriz afecta al valor del pH.

*. Determinación de la Temperatura*

La lectura de temperatura se utiliza en el cálculo de diversas formas de alcalinidad, en estudios de saturación y estabilidad respecto al carbonato de calcio, en el cálculo de la salinidad y en las operaciones generales de laboratorio. Las temperaturas elevadas, consecuencia de descargas de agua calentada, pueden tener un impacto ecológico significativo. Las plantas industriales suelen pedir datos de temperatura del agua para uso sistemático o cálculos de transmisión de calor.

**Puesta en marcha y operación:** para dar inicio al procedimiento experimental, seleccionadas las macrófitas, se confeccionarán 4 (cuatro) acuarios, con capacidad de 84 litros, de 70x40x30, con vidrio de 5mm.

En cuanto a las macrófitas escogidas, trabajaremos con las denominadas “lentejas de agua”, nombre común con el que se conoce la planta acuática Spirodela polyrhiza, una pequeña planta que flota libre sobre las superficies de aguas estancadas, de la especie Lemna minor, Figura 3 y con los denominados “camalotes”, Eichhornia crassipes, Figura 4.



Figura 3. Lemna minor, conocida como “lenteja de agua”.



Figura 4. Eichhornia crassipes, conocidas como “camalotes”.

Tal como se presenta, en estos primeros meses de avance del proyecto hemos efectuado una búsqueda y revisión bibliográfica para documentar la información disponible acerca de la temática del proyecto. Hemos definido las variables a estudiar y establecido pautas para el diseño del protocolo para el ensayo experimental. Destacamos además la preparación de material a trabajar con los alumnos de primer ciclo, para integrar a la Física de fluidos con los conceptos que deben recuperar los alumnos cursando Ingeniería Sanitaria, del último año de la carrera Ingeniería Civil.

Si bien no podemos aún dar valores de resultados obtenidos, podemos dar cuenta del avance en la formación del equipo de trabajo, lo que se hace visible en los seminarios internos hasta el momento realizados.

#### 4. Formación de Recursos Humanos

Nuestro proyecto integra los conocimientos desde las ciencias básicas, avanzando hasta los conceptos aportados por la Ingeniería Sanitaria, en el último año de la carrera Ingeniería Civil. Avanzaremos en el estudio de la calidad de los efluentes de las plantas seleccionadas, análisis de su eficiencia y obtención de una propuesta de tratamiento final que resulte beneficiosa a la comunidad. La formación de ingenieros con una visión integral y no parcial de las competencias adquiridas a lo largo de su formación académica, resulta imprescindible. Por lo que aspiramos a que, desde todas las áreas de las carreras de ingeniería, particularmente la ingeniería Civil, se haga visible esta necesidad. Asimismo, valoramos la formación de los propios docentes integrantes del proyecto, en su faceta académica, así como profesional.

Nuestro equipo se formó inicialmente con un director, un co-director, tres investigadores de apoyo y una becaria. Actualmente se nos han sumado dos becarios más. El equipo se encuentra en etapa de estudio de antecedentes y relevamiento de diversos humedales.

#### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Roldán, S., Suárez, C. y Gon, F. (2017) *Gestión sostenible del agua residual. Estudio de casos.* ISBN 978-987-1896-84-4  
Suárez, C., Roldán, S. y Gon, F. (2017) *La Física y la gestión sostenible del agua residual. Una mirada integral a un problema de ingeniería.* ISSN 2250-6101

#### Referencias

- Bokova, I. (2017) *Aguas Residuales: el recurso no explotado.* Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2017.  
-Estudio de depuración de aguas residuales.  
(1995) Editorial Ministerio de Defensa-Secretaría General Técnica. España.  
Kadlec, R., Knight, R., Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P., Haberl, R. (2000) *Constructed Wetlands for Pollution Control.* Editorial Espasa Calpe.  
Mantecón Gómez R, Martín Machuca, M y Cantos Robles, R. (1991). *Depuración de aguas residuales de origen urbano mediante técnicas de infiltración rápida en el suelo.* III Simposio del Agua en Andalucía. vol. II. 391-401. Córdoba.  
Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF. (1992) 17<sup>a</sup> Edición. Ed. Díaz de Santos S.A.  
Ramalho, R. S. (1993) *Tratamiento de aguas residuales.* Reverté.  
Romero Rojas, J. (2003) *Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización.* Editorial Alfaomega.

# Autoevaluación conceptual: una propuesta para afianzar la comprensión de contenidos de Análisis Matemático I

Barán, Verónica; D'Ippolito, Silvana; Ferrando, Romina; Suau, Silvina

Departamento de Materias Básicas  
Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional  
Lavaise 610, Santa Fe, romivfh@gmail.com

## Resumen

Este artículo describe una experiencia didáctica implementada en la cátedra Análisis Matemático I (AMI) de la UTN-FRSF durante el presente año académico. La misma consistió en realizar un cuestionario online de autoevaluación para el primer parcial, de carácter conceptual y no obligatorio. La propuesta alcanzó a algunas comisiones de AMI y en su diseño se incorporó el uso de tecnología, mediante la herramienta Google Forms (Formularios de Google) incorporada en Google Drive. El objetivo principal de esta experiencia fue ayudar a los alumnos a evaluarse antes del examen, sobre todo en aspectos conceptuales. La configuración didáctica, la comprensión, algunos supuestos fundamentales del sistema educativo actual y la evaluación formativa constituyen el marco teórico de la propuesta de evaluación.

El cuestionario contribuyó favorablemente a identificar los conceptos importantes y relacionarlos entre sí, además permitió detectar errores y conceptos que requieren revisión. Se obtuvo un bajo desempeño de los alumnos; esto conlleva a plantear nuevas estrategias en el abordaje de los temas y reforzar el análisis y estudio conceptual.

**Palabras clave:** cuestionario, autoevaluación, conceptos

## 1. Introducción

Actualmente la tecnología tiene influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ballardini (2000) sostiene que “los jóvenes están inmersos en una cultura de la velocidad, de la fragmentación y de la

imagen, y los adultos enfrentan el desafío de seguir enseñándoles de manera secuencial y en base al texto” (p.344).

Por otra parte, se observa que los alumnos se encuentran con dificultades en la comprensión de conceptos de AMI. En particular, a los estudiantes se les presenta un desafío cuando la resolución de ejercicios o problemas implica la aplicación de conceptos.

La evaluación de los aprendizajes puede focalizarse en el proceso de aprendizaje y el producto de ese proceso (Mastache, 2009). De acuerdo a este criterio se propone la realización de una autoevaluación de carácter formativo, a fin de evaluar la apropiación de saberes por parte de los estudiantes y obtener información para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esencialmente este tipo de evaluación considera los procesos de construcción del conocimiento más que los resultados.

Hasta el momento, en algunas comisiones de AMI se implementaron cuestionarios online valiéndose de la herramienta Google Forms con buenos resultados. Los mismos no forman parte de la evaluación formal de la asignatura, sino que se toman como evaluaciones de seguimiento (por parte de cada profesor en particular) y autoevaluaciones (para los estudiantes). Por lo tanto, no tienen impacto directo en la calificación, nota o aprobación de los alumnos.

Dado que el primer parcial de AMI representa una instancia donde los alumnos por primera vez enfrentan el desafío de estudiar la teoría de la materia, la realización previa de una autoevaluación, con la correspondiente devolución por parte del docente al alumno, contribuye a que el

estudiante identifique logros y/o dificultades con el objetivo de mejorar el desempeño. Por último, la implementación del cuestionario en forma online (mediante el uso de una tecnología actual) permite procesar la información de manera ágil y efectiva, así también como captar la atención de los alumnos.

## 2. Marco teórico

Como marco teórico de este artículo se destacan principalmente conceptos referidos a la didáctica, la comprensión y algunos supuestos fundamentales del sistema educativo actual.

En primer lugar, como menciona Litwin (2000), la "configuración didáctica" es la manera particular que utiliza el profesor para favorecer el proceso de construcción de conocimientos. Esto incluye, entre otros aspectos, formas de relacionarse con los estudiantes, recortes de contenidos, metodologías, supuestos respecto del aprendizaje, relaciones entre la práctica y la teoría. La configuración didáctica evidencia una clara intención de enseñar y favorecer la comprensión en los alumnos.

En el caso particular de AMI, la configuración didáctica aplicada mediante la herramienta "cuestionario online", se basa en favorecer la comprensión de los conceptos relacionados con los temas: Funciones, Límites y Derivadas. En este sentido, se hace referencia al concepto de "comprensión" de Perkins (1995). Según este autor, comprender implica entender algo en su contexto y concebir el todo en relación a sus partes. La comprensión va más allá de poseer conocimientos, sino que implica pensar a partir de lo que uno sabe.

Establecer una configuración didáctica para favorecer la comprensión es desarrollar un desempeño flexible, no sólo centrado en memorizar datos o conceptos, sino en saber y poder utilizarlos. Si un alumno comprende, no sólo sabe, sino que también puede pensar a partir de lo que sabe. "(...) cuando un estudiante no puede ir más allá de la memorización y el pensamiento y la acción rutinarios, esto indica falta de comprensión" (Stone Wiske, 1999, p.5).

En este contexto resulta necesario realizar actividades que obliguen al alumno a ir más allá del conocimiento y las habilidades rutinarias, como por ejemplo el cuestionario aplicado en AMI, que involucra preguntas "para pensar y razonar". Es decir, no son sólo preguntas en las que la respuesta es un dato o un cálculo, sino que implican que el alumno relacione lo que sabe, que conceptualice y que resuelva una situación problemática a partir de su conocimiento.

Pérez Gómez (2010) plantea algunos supuestos fundamentales del sistema educativo actual, que fueron considerados en la elaboración de la autoevaluación conceptual propuesta. El primer supuesto expresa que: "existe una relación lineal entre la teoría y la práctica. Esta concepción ingenua y mecanicista a la vez considera que la práctica es una mera y directa aplicación objetiva de la teoría, y que la práctica adecuada se garantiza mediante el aprendizaje declarativo de las teorías pertinentes (...)" (p.40-41).

Por otro lado, este autor manifiesta que "los contenidos y habilidades que hay que aprender normalmente se sitúan en la escala inferior del conocimiento: datos y habilidades mecánicas, rutinas y destrezas simples que hay que aprender y dominar mediante repetición y ejercicio. Precisamente los aspectos del conocimiento que en la actualidad están ya al alcance de las máquinas electrónicas y que ellas pueden ejecutar con mucha más facilidad y fiabilidad que los seres humanos" (p.40-41) A la luz de estos supuestos, en las distintas comisiones de AMI se observa que la teoría y la práctica están dadas, generalmente, en forma separada y lineal, si bien Profesores y Auxiliares intentan realizar relaciones entre las mismas a medida que desarrollan sus clases. Esto hace que los alumnos las vean también así, como dos cosas separadas que tienen alguna relación y, "además, como las teorías no tienen para el estudiante-aprendiz, en la mayoría de los casos, la significación auténtica que pueden tener para el investigador, científico o experto, el aprendizaje teórico, declarativo, se convierte por lo general en una mera reproducción verbal de adquisiciones memorísticas sin

sentido, sin valor de uso, que el aprendiz intercambia por notas, calificaciones o acreditaciones, pero que en raras ocasiones iluminan u orientan la práctica.” (Pérez Gómez, 2010, p.40)

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, con la propuesta del cuestionario se buscó mejorar la relación entre la teoría y la práctica, mediante preguntas y ejercicios conceptuales y de razonamiento, en lugar de preguntas con respuestas memorísticas y de resolución de cálculos. Y además, poder orientar a los alumnos en el estudio.

Tenutto y otros (2000) sostienen que la evaluación constituye un proceso constante que permite relevar información variada sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que es interpretada en función de una serie de criterios que permiten al docente construir un juicio de valor y orientar sus elecciones pedagógicas vinculadas con el tipo de estrategia adoptada, con la calificación y promoción de los alumnos, entre otras. De este modo, “la evaluación no es ni puede ser un apéndice de la enseñanza ni del aprendizaje; es parte de la enseñanza y del aprendizaje. En la medida en que un sujeto aprende, simultáneamente evalúa, discrimina, valora, critica, opina razona, fundamenta, decide, enjuicia, opta...entre lo que considera que tiene un valor en sí y aquello que carece de él. Esta actitud evaluadora, que se aprende, es parte del proceso educativo que, como tal, es continuamente formativo” (Álvarez Méndez, 1998, p.37).

Finalmente, frente al marco teórico descripto, surge la necesidad de seguir mejorando las prácticas docentes, orientando las mismas hacia la comprensión de conceptos, la resolución de problemas y hacia la incorporación de las tecnologías en el proceso educativo.

### 3. Objetivos y Metodología

Los principales objetivos de la autoevaluación propuesta fueron:

- Estimar el grado de apropiación de los conocimientos por parte de los alumnos.

- Re-orientar o convalidar el proceso de aprendizaje del alumno.
- Proporcionar una instancia para evaluar el rendimiento personal del alumno tendiente a identificar fortalezas y debilidades, como por ejemplo, la forma de estudio.
- Reforzar el análisis y el estudio conceptual.
- Regular el proceso de enseñanza y realizar ajustes o correcciones en la planificación.
- Obtener información para re-organizar las clases, a fin de: reafirmar conceptos y/o procedimientos, analizar los temas desde otro punto de vista, reformular las estrategias para abordarlos.
- Incorporar herramientas tecnológicas actuales que faciliten el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En referencia a la implementación del cuestionario online, se decidió que el mismo sea fundamentalmente conceptual, es decir, con el objetivo de hacer razonar a los alumnos a partir de los conceptos que habían estudiado, tratando de relacionarlos entre sí y poner a prueba la comprensión de los mismos.

Por otro lado, el cuestionario se implementó para ayudar a los alumnos a autoevaluarse y poder reforzar el estudio unos días antes del primer parcial.

Siguiendo los objetivos propuestos, el cuestionario se elaboró con la herramienta Google Forms y contó con 50 preguntas de carácter teórico-práctico conceptual. El tipo de preguntas que se incluyeron fueron: de opción múltiple (con una o varias respuestas correctas) y otras en las que se debía indicar la verdad o falsedad de distintas proposiciones. La mayoría de las preguntas tenían como propósito inducir al alumno a razonar a partir de lo que sabe.

A continuación se muestran algunas de las preguntas implementadas en el cuestionario:

- 1) Indicar si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas:

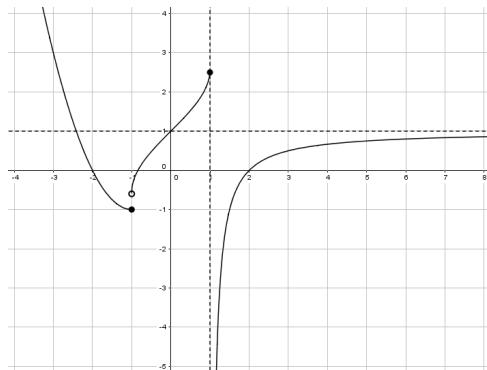
- La función  $r(x) = \frac{\ln(cx+1)}{x+1}$  es positiva  $\forall x \geq 0$ , siendo  $c = \text{cte.} \wedge c \in R^+$ .
- Si una función está definida en todos los reales, entonces no tiene asíntota vertical.

2) Dada la función  $f(x) = \begin{cases} \frac{e^{-x}}{e^x - 1} & \text{si } x \neq 0 \\ k & \text{si } x = 0 \end{cases}$ ,

donde  $k = \text{cte.} \in R$ . Indicar cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:

- Si  $k = 0$ ,  $f(x)$  es continua en  $x_o = 0$ .
- Para ningún valor de  $k$   $f(x)$  es continua en  $x_o = 0$ .
- $f(x)$  solo puede presentar alguna discontinuidad en  $x_o = 0$ .
- $f(x)$  posee una asíntota horizontal en  $y = 0$ .
- $f(x)$  posee una asíntota horizontal por izquierda en  $y = 0$ .

3) A partir de la gráfica de la función  $y = f(x)$ , indicar las proposiciones correctas:



- $\lim_{x \rightarrow -1^-} f(x) = -1$
- $\lim_{x \rightarrow -1^+} f(x) = -1$
- $\lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = -\infty$
- $f(x)$  presenta una discontinuidad esencial de salto finito en  $x_0 = -1$

e)  $f(x)$  presenta una discontinuidad esencial de salto infinito en  $x_0 = 1$

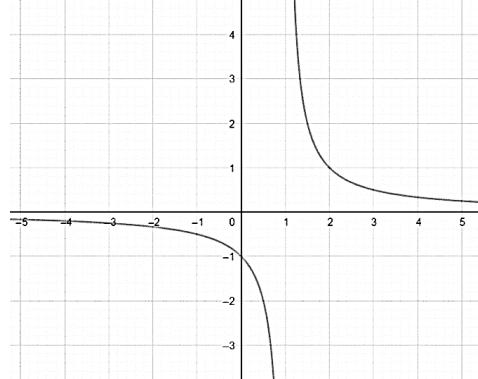
f)  $f(x)$  posee una asíntota horizontal en  $y = 1$

4) La recta tangente a la curva  $y = f(x)$  en el punto  $P(a, f(a))$  es la recta que pasa por  $P$  con pendiente:

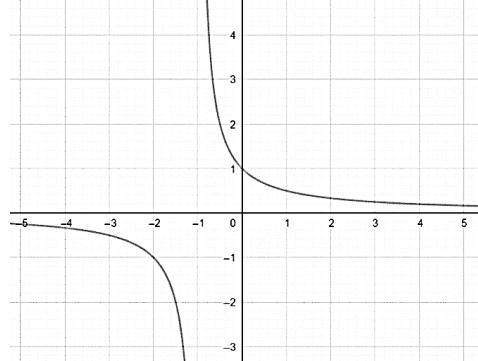
- $m_T = f'(x)$
- $m_T = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$
- $m_T = \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$
- $m_T = \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=a}$

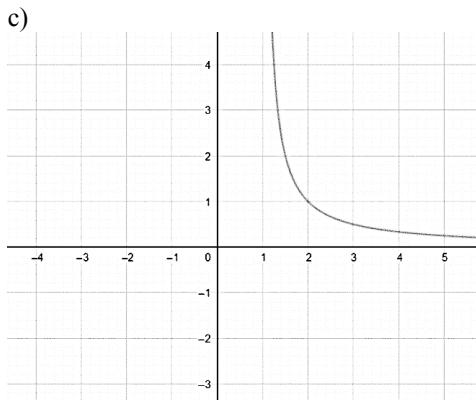
5) ¿Cuál de las siguientes gráficas representa la función derivada de  $y = \ln(x-1)$ ?

a)



b)





Al finalizar el cuestionario cada alumno pudo expresar su opinión sobre las clases teóricas y prácticas, la autoevaluación propuesta y el material de estudio en relación a la comprensión de los conceptos a ser evaluados en el primer parcial; así también como ver su puntaje total y las respuestas correctas e incorrectas. Se considera que esta retroalimentación de información enriquece a docentes y alumnos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Además corresponde aclarar que se permitió un solo intento para realizar el cuestionario, y los datos quedaron registrados en gráficos y planillas que las docentes pueden disponer para analizar los resultados generales y por comisión, observar cuáles fueron las preguntas que respondieron correctamente y cuáles tienen más errores en las respuestas, obtener promedios, etc.

El cuestionario se habilitó cuatro días antes del primer parcial (durante 24 hs.), de manera que los alumnos ya hubieran estudiado los contenidos del mismo y, además, pudieran re-orientar el estudio a partir de los resultados.

La difusión del cuestionario se llevó a cabo con un mes de antelación, a través del campus virtual, donde se indicó a los alumnos la fecha de realización del cuestionario y la importancia de responderlo luego de haber estudiado los temas involucrados.

## 4. Resultados

Luego de la realización del cuestionario por parte de los alumnos, se destacan los siguientes aspectos generales:

- Grado de participación de los alumnos: el 43% de los alumnos que rindieron el parcial respondieron el cuestionario.
- Nota promedio de todos los cursos: 48% respecto al puntaje total.
- Rango de notas: entre 38% y 61%, respecto al puntaje total.

Estos resultados ponen en evidencia una baja participación de los alumnos. Además de un bajo grado de apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes, dado el bajo rendimiento mostrado.

Entre los resultados de la encuesta de opinión, cabe destacar que el 78% de los alumnos indicó que las clases de teoría y práctica los ayudaron a comprender mejor los temas.

Por otro lado, en la Figura 1 se presentan las opiniones de los alumnos sobre la contribución de la autoevaluación a:

- A- Identificar los conceptos importantes y relacionarlos entre sí;
- B- Plantear una forma distinta de estudio de la asignatura que implique la comprensión de los temas;
- C- Identificar errores y conceptos que requieren revisión;
- D- Comprender mejor los temas del Parcial N° 1.

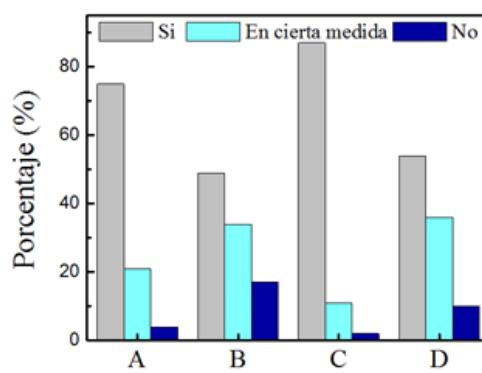


Figura 1. Opinión de los alumnos, en porcentaje, respecto a la autoevaluación.

Según se observa en la Figura 1, el 75% de los alumnos que efectuaron la autoevaluación manifestaron que la misma contribuyó a identificar los conceptos importantes e interrelacionarlos. Un 49% consideró conveniente reformular la forma

de estudiar a partir de su desempeño en la autoevaluación. Mientras que un 34% y un 17% expresaron “en cierta medida” y “no” respectivamente.

Por otro lado, para el 87% de los alumnos, la autoevaluación contribuyó a identificar errores y conceptos que requieren revisión. Por último, se obtuvieron opiniones segregadas en cuanto a cómo contribuyó la autoevaluación propuesta a mejorar la comprensión de los temas incluidos en el primer parcial: 54% se inclinaron por “sí”, 36% por “en cierta medida” y 10% por “no”. En referencia a los temas a evaluar en el parcial, los alumnos enunciaron que los siguientes temas les presentaron dificultades y requerían revisión:

- Derivadas;
- Recta tangente y recta normal;
- Problemas de razón de cambio.

En particular y a modo de ejemplo, de acuerdo a la información relevada del cuestionario, una de las preguntas de razón de cambio fue respondida satisfactoriamente solo por el 8% de los alumnos. Los temas mencionados por los alumnos fueron los últimos vistos antes del parcial y no fueron evaluados previamente en los Trabajos Prácticos.

Por último, respecto al material de estudio brindado por la cátedra: libro, apuntes complementarios y guías de trabajos prácticos, la mayoría de los alumnos lo consideró útil para su estudio, lo cual es positivo. Cabe destacar que dicho material fue revisado, re-elaborado y actualizado por los docentes entre 2014 y 2016.

## 5. Conclusiones

La autoevaluación conceptual implementada mediante la herramienta Google Forms, que se llevó a cabo antes del Primer Parcial de Análisis Matemático I resultó de gran utilidad para obtener información tendiente a mejorar el proceso enseñanza y aprendizaje.

Se puede concluir que el cuestionario ayudó a los alumnos a identificar los conceptos importantes y relacionarlos entre sí, así también como a detectar errores y conceptos que requerían revisión antes del Parcial.

Por otro lado, el bajo desempeño de los alumnos conduce a los docentes a plantear nuevas estrategias en el abordaje de los temas y a reforzar el análisis conceptual. Finalmente, puede plantearse que, mediante la implementación de herramientas similares a la propuesta en este trabajo, es posible propiciar el interés por la materia y lograr que los alumnos resuelvan situaciones problemáticas nuevas, utilicen las tecnologías en el proceso de aprendizaje y aumenten su dedicación al estudio a fin de obtener un mejor rendimiento académico.

## Referencias

- Álvarez Méndez, J. (1998). En: Camilloni y otros. *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Editorial Paidós.
- Ballardini, S. (2000). *Jóvenes, tecnología, participación y consumo*. Editorial Clacso.
- Litwin, E. (2000). *Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior*. Editorial Paidós.
- Mastache, A. (2009). *Evaluación: el uso de pruebas de selección múltiple*. En: Encuentro Internacional de Derecho Internacional realizado en Córdoba.
- Pérez Gómez, A. (2010). *Aprender a educar. Nuevos desafíos para la formación de docentes*. En: Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, p.37-60, Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Málaga, ISSN 0213-8646
- Perkins, D. (1995). *La escuela inteligente*. Editorial Gedisa.
- Stone Wiske, M. (comp.) (1999). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Editorial Paidós.
- Tenutto, M.; Brutti, C.; Algarañá, S. (2010). *Planificar, enseñar, aprender y evaluar por competencias. Conceptos y propuestas*. Buenos Aires.

## Avances del proyecto “Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de Ingeniería”

*Georgina B. Rodriguez, Carina D. Pacini,  
Lorena F. Laugero, M. Celeste Gonzalez y Natalia C. Cabo*

Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional  
Colón 332, San Nicolás

### **Resumen**

*Se presentan en este trabajo los avances del proyecto “Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de ingeniería”, luego de 30 meses de ejecución.*

*Dentro de los objetivos del proyecto se contempla aplicar la metodología en algunos cursos de ingeniería, para analizar el impacto que produce tanto en estudiantes como en docentes, y medir los resultados de aprendizaje obtenidos, intentando comparar con cursos donde se aplican metodologías tradicionales. Se proyecta también compartir las experiencias entre los docentes de la casa.*

*Durante el tiempo transcurrido se ha puesto en práctica la metodología en un curso de Análisis Matemático I y en el curso de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de tercer año de Ingeniería Industrial.*

*Para el curso de Análisis Matemático I se ha trabajado con material existente en la web, mientras que para el curso de Análisis Numérico se han diseñado especialmente videos con contenidos teóricos y prácticos.*

*Los resultados obtenidos han sido alentadores, muchos de ellos se han presentado en congresos nacionales e internacionales.*

**Palabras clave:** aula invertida, aprendizaje significativo, aprendizaje autónomo.

### **1. Identificación**

El proyecto “Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de ingeniería”, código SCTyP: TEUTNSN0004031, inició el 1 de enero de

2016 y finaliza el 31 de diciembre de 2018. Se proyecta pedir prórroga de un año.

El proyecto, dentro del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería, se inserta en particular en las siguientes áreas prioritarias:

- ✓ La didáctica en la universidad y la práctica docente universitaria.
- ✓ La evaluación de los aprendizajes y de la enseñanza.
- ✓ Las tecnologías aplicadas en la educación.

### **2. Introducción**

Los jóvenes de la sociedad actual rápidamente incorporan en sus vidas los avances tecnológicos, y esto demanda un cambio en la enseñanza. Los estudiantes se comunican con otras herramientas, buscan información en medios dinámicos, interactivos. Esto requiere de los docentes cambios en sus estrategias de enseñanza (Anijovich & Mora, 2010), ya no se debe pensar sólo en qué enseñar, sino en cómo hacerlo de manera que promueva el aprendizaje en los estudiantes. Por otro lado, los docentes deben tener en cuenta la demanda de la sociedad en lo que se refiere a qué es lo que se espera de los jóvenes profesionales: aprendizaje continuo, autonomía, trabajo en equipo, entre otras características. Todas estas habilidades deben ser desarrolladas en la educación superior desde los primeros años.

Una estrategia de la que se habla mucho es la de aula invertida (Bergmann & Sams, 2012), puede servir para ello. Esta estrategia propone llevar los contenidos fuera del aula, y aprovechar el tiempo en el aula de manera

activa, centrándose en el estudiante. Se trata de un nuevo modelo pedagógico que ofrece un enfoque integral para incrementar el compromiso y la implicación del estudiante en la enseñanza, haciendo que forme parte de su creación, permitiendo al profesor dar un tratamiento más individualizado (Vidal Ledo et al, 2016).

Por otro lado, esta metodología introduce al estudiante en el aprendizaje autónomo. Éste es un proceso donde el sujeto se autorregula siendo consciente de sus propias formas de organización del trabajo (Crispín Bernardo, 2011). Con la metodología de aula invertida, el estudiante debe manejar sus tiempos y lugares para cumplir con las actividades que se consignan fuera del aula.

Los docentes deben animarse a hacer algo diferente, algo especial en sus cursos, que mejore significativamente la calidad del aprendizaje (Fink, 2013), y esto es lo que los integrantes de este proyecto están intentando.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

#### 3.1 Objetivos

Se planteó como objetivo general de este proyecto implementar la metodología de “clase invertida” en distintas asignaturas de matemática en carreras de Ingeniería que se dictan en la Facultad Regional San Nicolás y analizar el impacto que produce tanto en docentes como en estudiantes, y fundamentalmente, en los resultados del aprendizaje.

Como objetivos particulares, para lograr el cumplimiento del objetivo general, se propusieron:

- Desarrollar clases con la metodología de “clase invertida”, en particular en un curso de cada una de las asignaturas Análisis Numérico y Cálculo Avanzado y Análisis Matemático I
- Estudiar el grado de satisfacción de los estudiantes en el uso de la metodología de clase invertida.
- Analizar el grado de aceptación de esta metodología en los docentes que lo apliquen.

- Evaluar si esta metodología de enseñanza mejora de alguna manera el aprendizaje.
- Difundir la metodología de “clase invertida” entre los docentes de la Facultad, y brindar asesoramiento a docentes interesados en esta nueva herramienta, tanto en la planificación de actividades como en la realización de material audiovisual para ser utilizado fuera de clase.

#### 3.2 Avances

El curso de Análisis Matemático I donde se desarrolla la experiencia es el llamado “curso común”, que se dicta en contraturno. Hay estudiantes de todas las especialidades, muchos de ellos recursan y eligen justamente el horario de este curso para no dejar de asistir a otras materias. Es en general un curso reducido, en comparación con los cursos habituales, en general la cantidad de estudiante es menor a 30, permitiendo una buena relación docente-estudiante, ya que el curso cuenta con un profesor y auxiliar. En este curso se fueron eligiendo temas puntuales para aplicar la nueva metodología. A fines del año 2017 se introdujo el tema sucesiones y series numéricas, con una serie de videos existentes en la web para ser visualizados fuera de las horas de clase, y durante este año se introdujo de la misma manera el concepto de derivada. En las horas de clase destinadas a estos temas se realizaron actividades diferentes a las que se desarrollan en los otros cursos, poniendo énfasis en lograr aprendizaje significativo en los estudiantes.

Se realizaron en ambos casos encuestas para indagar el impacto en los estudiantes, observándose un alto grado de aceptación al hecho de utilizar en la enseñanza herramientas que están acostumbrados a utilizar en otros ámbitos, y también al hecho de poder utilizar el tiempo de clase en forma activa, no simplemente escuchando o copiando.

El otro curso donde se desarrollan experiencias de aula invertida es el de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de Ingeniería Industrial. En los años 2017 y 2018 el curso fue más numeroso que los años anteriores. El año 2017 tuvo una tasa

importante de abandono: superaban los 50 estudiantes al inicio del año, pero no superaban los 35 a mediados de año. El curso 2018 tuvo también una inscripción numerosa, aunque un número considerable de alumnos no inició el cursado, pero de los que lo hicieron, fueron muy pocos los que hasta ahora lo abandonaron.

Para el desarrollo de las actividades fuera del aula, en este curso se optó por realizar videos propios utilizando distintas herramientas: Camtasia, PowerPoint, Doceri. En este curso se optó por desarrollar temas completos bajo la modalidad de clase invertida. Durante el año 2017 se desarrollaron con esta estrategia aproximadamente la mitad de los temas, mientras que en el 2018 casi la totalidad.

En general, los estudiantes se mostraron satisfechos al tener material en video para estudiar, y según se pudo comprobar, este material fue asiduamente consultado en vísperas de las evaluaciones.

Durante el año 2018 se continúan desarrollando videos propios, y se está poniendo más énfasis en las actividades en el aula. Por un lado, se busca lograr mayor participación de los estudiantes facilitando un aprendizaje activo y por otro, se intenta desarrollar habilidades de nivel superior de la Taxonomía revisada de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001). Se deja a los alumnos trabajar por sí solos o en grupo, en lugar de que los docentes realicen los ejercicios en el pizarrón y los alumnos se limiten a copiar. Se intensificó también el trabajo con herramientas informáticas para visualizar los resultados de la aplicación de los métodos numéricos, y resolver problemas de mayor porte.

La utilización de la plataforma Moodle permite hacer un seguimiento exhaustivo de las actividades de los estudiantes, siendo una herramienta primordial en la evaluación continua. A medida que se va desarrollando cada unidad, se les pide a los alumnos que resuelvan ejercicios en lápiz y papel, con unas pocas iteraciones. Se les pide a los alumnos entonces que suban a la plataforma ejercicios resueltos, así se puede verificar si han entendido el procedimiento. En algunas oportunidades, se ha vuelto a repasar el tema dado que se encontraron errores repetidos en

las resoluciones entregadas. Al finalizar la unidad, antes de la evaluación escrita, se les brinda también la oportunidad de realizar autoevaluaciones, donde todas las preguntas tienen comentarios de retroalimentación.

### 3.3 Resultados

Se presentan a continuación datos de la asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado (ANyCA), dado que en ésta se ha ido incrementando el uso de la metodología de aula invertida año a año, a diferencia del curso de Análisis Matemático, que sólo ha hecho experiencias aisladas con algunos temas específicos.

Los resultados de aprobación en el año 2017 mejoraron respecto de años anteriores. En la Tabla 1 se muestra el porcentaje de alumnos aprobados a julio 2018, sobre los que finalizaron la cursada en el año correspondiente. Para poder comparar con el dictado del curso en forma tradicional, se muestran datos desde el año 2015.

**Tabla 1.** Porcentaje de alumnos aprobados en ANyCA (sobre los alumnos que finalizaron la cursada)

AÑO	% aprobados
2015	43%
2016	45%
2017	76%

Se debe tener en cuenta al leer esta tabla, que los alumnos del 2017 tuvieron menos oportunidades de examen que los de los años anteriores. Ayudó a este 76% la aprobación directa implementada desde este año en la Universidad Tecnológica Nacional.

En el 2018, un buen número de alumnos que se perfilan para la aprobación directa.

En el curso de ANyCA del año 2018 se observa una disminución de los alumnos libres por abandono respecto de los años anteriores, como indica la Tabla 2. Cabe destacar que, en años anteriores, la mayoría de los alumnos que quedaron libres lo hicieron por abandono, han sido muy pocos los alumnos que terminaron la cursada y no alcanzaron la condición de regular, por lo que es de esperar este año que este número no se incremente demasiado.

**Tabla 2.** Porcentaje de alumnos libres en ANyCA

AÑO	% libres
2015	40%
2016	43%
2017	43%
2018	21% <sup>(*)</sup>

(\*) datos parciales a julio 2018, corresponden a abandono de cursado.

Esto demuestra que en el grupo de 2018 hay un mayor compromiso de los estudiantes con la asignatura.

### 3.4 Opinión de los docentes

Se realizó una encuesta a los docentes que participan de ambas experiencias, sobre su percepción sobre la aplicación de la metodología de aula invertida. Las preguntas fueron adaptadas de un estudio global sobre Flipped Learning<sup>1</sup>.

En las preguntas presentadas en las Tablas 3, 4 y 5, se utilizó una escala tipo Lickert de 3 valores, donde los mismos significan que coincide (1) poco, (2) medianamente y (3) bastante.

En cuanto a las relaciones docente-alumno y entre alumnos, se presentan los resultados de la encuesta en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Opinión de los docentes en cuanto a las relaciones e interacciones entre alumnos y entre docente-alumno.

	1	2	3
Mis interacciones con los estudiantes son más frecuentes y positivas	50%	50%	
Las interacciones entre los estudiantes son más frecuentes y positivas	25%	75%	
La relación con mis estudiantes es mejor	25%	75%	

Esta tabla denota una buena interacción en el grupo, y con los docentes.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la encuesta sobre las preguntas que indagan sobre los alumnos y el material brindado.

**Tabla 4.** Opinión de los docentes en cuanto a la relación de los alumnos con el material de estudio.

	1	2	3
Los estudiantes tienen mejor acceso a los materiales de aprendizaje	25%	75%	
Los materiales que ofreces se adaptan mejor al estilo de aprendizaje de los alumnos	25%	75%	
Los estudiantes pueden elegir el tipo de materiales que mejor se adapten a su estilo de aprendizaje	75%	25%	

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la encuesta en lo que se refiere a la opinión de los docentes sobre el aprendizaje de los alumnos.

**Tabla 5.** Opinión de los docentes en cuanto al aprendizaje de los alumnos.

	1	2	3
Los estudiantes trabajan a su propio ritmo.	25%	75%	
Los estudiantes tienen más posibilidades de colaborar con otros estudiantes de la clase.	50%	50%	
Los estudiantes tienen más posibilidades de tomar decisiones sobre su propio aprendizaje.		100%	
El aprendizaje es más activo y experiencial.		100%	

Se puede ver aquí que no todos los docentes coinciden, pero sí concuerdan en que el

<sup>1</sup> <https://www.theflippedclassroom.es/estudio-global-flipped-learning/>

aprendizaje es más activo, y que los alumnos tienen la posibilidad de tomar decisiones sobre su aprendizaje.

La tabla 6 reúne la opinión de los docentes en cuanto al tiempo que dedican los alumnos con la metodología de aula invertida en comparación con la clase tradicional.

**Tabla 6.** Opinión de los docentes en cuanto al tiempo invertido por los alumnos en la metodología de clase invertida.

	Si	No
¿Crees que tus alumnos emplean más tiempo en sus tareas "Flipped Classroom" que en sus tareas de clases tradicionales?	75%	25%

En su mayoría, los docentes consideran que los alumnos dedican más tiempo al estudio con esta metodología.

Por último, en la tabla 7 se muestra la opinión de los docentes en cuanto al esfuerzo que les insume la preparación de las clases y el material utilizando la metodología de clase invertida, comparada con la clase tradicional.

**Tabla 7.** Opinión de los docentes en cuanto al esfuerzo requerido para preparar las clases.

	Menor	Igual	Mayor
En comparación con las clases tradicionales, el esfuerzo invertido en la preparación de las clases de aula invertida fue	25%	75%	

Se puede apreciar en estos resultados que el esfuerzo para la implementación de esta metodología fue importante para la mayoría de los docentes, pero los resultados son satisfactorios.

Algunas de las opiniones en cuanto a cuáles fueron las mayores dificultades:

- ✓ *La preparación del material*
- ✓ *La totalidad de los alumnos no cumplimenta con las tareas asignadas.*

- ✓ *La selección del material en la Web para proponer a los estudiantes.*
- ✓ *La ausencia de algunos estudiantes, en el momento de dar las indicaciones de las tareas fuera del aula.*

Algunas de las ventajas que los docentes que participaron en las experiencias encuentran al aplicar la metodología del aula invertida:

- ✓ *La autonomía en los alumnos. Aprenden a su propio ritmo*
- ✓ *La posibilidad de aprovechar el tiempo en clase de manera diferente*
- ✓ *"Poder ver nuevamente en caso de dudas.*
- ✓ *Teniendo en cuenta que cada vez se lee menos, brindarle al alumno otros medios con lo que están más familiarizados y aceptan más.*
- ✓ *Procesar las ideas y generar preguntas claras de manera presencial.*

## 4. Formación de Recursos Humanos

Los integrantes del proyecto son cinco investigadores (dos formados, tres en formación) y un graduado con beca de la SCTyP.

Se estima, en el último tramo del proyecto, sociabilizar las experiencias y resultados obtenidos a los integrantes de la comunidad universitaria de la FRSN que se interesen.

## 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Se continuó durante este año socializando la experiencia y los resultados obtenidos en distintos congresos y encuentros.

Se agregan a la lista de trabajos mencionados en los avances de proyecto presentado en el JEIN 2017, los siguientes:

1. "Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de Ingeniería"  
G. Rodríguez, L. Laugero, C. Pacini, M. C. González y N. Cabo  
V Jornada de Enseñanza de la Ingeniería San Nicolás, 5 de octubre de 2017

- Publicado en actas ISSN 2313-9056 pp. 119-123
2. "Estrategias metodológicas para promover el compromiso de los alumnos en el estudio de Análisis Numérico. Una experiencia en un curso de Ingeniería Industrial"  
G. Rodríguez, L. Laugero y N. Cabo  
X Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI 2017)  
Buenos Aires, 2 y 3 de Noviembre de 2017  
Publicado en "X congreso argentino de Ingeniería Industrial. Memorias". Biblioteca virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales (mayo 2018)  
Rubén Mario Lurbé, Iván Barón y Miguel A. Rissetto (Eds.)  
ISBN-13: 978-84-17211-91-2  
<https://www.eumed.net/libros/1740/index.html>
3. "Redesigning the class to engage students in their learning. An experience in numerical analysis"  
G. Rodriguez, M. Caligaris & L. Laugero  
Tenth Annual International Conference of Education, Research and Innovation  
Sevilla, España, 16 al 18 de noviembre de 2017  
Publicado por IATED Academy en ICERI17 Proc. pp. 6560-6566. ISSN: 2340-1095.  
L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.) ISBN: 978-84-697-6957-7
4. "La clase invertida como modelo para la enseñanza de sucesiones y series en un curso de Ingeniería"  
G. Rodriguez, M. C. González & C. Pacini  
VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas - IPECyT 2018  
Olavarria, 16 al 18 de mayo de 2018
5. "Un análisis de la tasa de aprobación en Análisis Numérico y Cálculo Avanzado en Ingeniería Industrial"  
G. Rodriguez, L. Laugero & N. Cabo  
VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y

Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas - IPECyT 2018  
Olavarria, 16 al 18 de mayo de 2018

## Referencias

- Anderson L. & Krathwohl, D. (2001) *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*, New York: Addison, Wesley Longman.
- Anijovich R.; Mora S. (2010) *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Aique Grupo Editor. Buenos Aires. Argentina. Primera Edición.
- Bergmann J.; Sams A. (2012) *Flip Your Classroom: Talk to Every Student in Every Class Every Day*. ISTE.
- Crispín Bernardo, M.L. (2011) *Aprendizaje autónomo. Orientaciones para la docencia*. Universidad Iberoamericana. Primera edición electrónica. México.  
<http://www.ibero.mx/web/filesd/publicaciones/aprendizaje-autonomo.pdf>. Accedido el 21 de julio de 2018
- Fink, L.D (2013) *Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses, Revised and Updated*. Ed. Jossey Bass. EEUU
- Vidal Ledo, M.; Rivera Michelena, N.; Nolla Cao, N.; Morales Suárez, I.; Vialart Vidal, M. (2016) *Aula invertida, nueva estrategia didáctica*. Educación Médica Superior, 30(3), pp. 678-688,  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412016000300020&lng=es&tlang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412016000300020&lng=es&tlang=es).  
Accedido el 1 de julio de 2018

# Implementación de Objetos de Aprendizaje para fortalecer la formación de ingenieros desde la escuela secundaria

Álvarez Ferrando Agustín, Carzolio Gianfranco, Nahuel Leopoldo, Giandini Roxana

Departamento Ingeniería en Sistemas de Información  
Grupo de Investigación y Desarrollo Aplicado a Sistemas informáticos y computacionales  
Facultad Regional La Plata / Universidad Tecnológica Nacional  
Calle 60 y 125 s/n , Berisso, Buenos Aires, Argentina  
gidas@frlp.utn.edu.ar

## Resumen

*Aprender a programar requiere de habilidades cognitivas específicas que pueden cultivarse desde estadios anteriores a la formación universitaria. El nivel de conocimientos previos determina la selección de los contenidos y la forma de abordarlos desde una cátedra. Como los contenidos son de carácter prescriptivo y se ajustan a un diseño curricular ya pautado, para fortalecer su aprendizaje conviene presentarlos, con su correspondiente transposición didáctica, en el último año de la educación secundaria.*

*Frecuentemente los tiempos académicos no son suficientes para equipararse con las necesidades pedagógicas de los estudiantes, lo que incrementa no sólo el nivel de dificultad de aquello que se quiere aprender, sino también el riesgo de abandono por la frustración que provoca no llegar a un nivel aceptable de conocimiento.*

*En primer lugar elegimos investigar Objetos de Aprendizaje (OA) porque comparten muchas características con el paradigma de Programación Orientado a Objetos (POO) tales como encapsulamiento, modularidad, reusabilidad. Por otro lado su relativa facilidad de implementación en plataformas e-learning aumenta sus posibilidades de aceptación dentro de la comunidad educativa del nivel medio.*

*Finalmente, luego de sopesar ventajas y desventajas de estas herramientas, se presentará un conjunto de buenas prácticas para el uso y creación de OA.*

**Palabras clave:** Objetos de aprendizaje, Programación orientada a objetos, formación de ingenieros.

## 1. Identificación

Este documento de avance se encuentra enmarcado en un Proyecto de Investigación y Desarrollo que reviste de los siguientes datos:

**Título del PID:** Innovación Informática en Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento aplicado al Mejoramiento de Procesos Educativos

**Tema prioritario del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería en que se inserta:** Tecnologías aplicadas en educación.

**Código del PID:** UTI4447

**Programa de I&D+i en la que se homologó el PID:** Electrónica, Informática y Comunicaciones

**Fecha de Inicio:** 01/01/2017

**Fecha de Finalización:** 31/12/2019

A su vez se desprende como línea de investigación sobre Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento (TAC) dentro del grupo UTN GIDAS.

## 2. Introducción

En el 2015, el Gobierno Nacional declaró la importancia estratégica para el Sistema Educativo Argentino la enseñanza y aprendizaje de la programación (a través de la Resolución N° 263/15 del Consejo Federal de Educación), donde resalta “Que hay abundante evidencia científica que indica que los niños/as y adolescentes que aprenden programación, mejoran su desempeño en otras áreas disciplinares, entre ellas matemática y lenguas extranjeras”. Por lo tanto existe una necesidad concreta de acercar la universidad, en sus carreras relacionadas con la informática, a las escuelas secundarias con la intención de fortalecer las asignaturas que allí se desarrollan. En virtud de ello la FRLP ha iniciado gestiones de vinculación con las escuelas técnicas de la región a través de sus grupos de investigación.

Los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA), están siendo cada vez más utilizados por las universidades de todo el país. Las escuelas de educación secundaria, aunque más lentamente, comenzaron el proceso de modernización tecnológica encontrando en éstos una oportunidad interesante para mejorar la motivación en sus aulas.

Para lograr que docentes y estudiantes cuenten con una alternativa digital para desarrollar los procesos de enseñar y aprender, la comunidad educativa se ha lanzado en la búsqueda de recursos didácticos que puedan convivir en lo que se conoce como tercer entorno (J. Echeverría, 1999) donde la sociedad de la información sienta sus bases (M. Castells, 1999).

Los materiales multimedia tales como fotos, video, audios, lecciones interactivas, presentaciones digitales y hasta realidad aumentada forman parte de nuevas modalidades de enseñanza que pueden ir desde aquellas que son íntegramente a distancia, semi-presencial o *blended learning* hasta de aula extendida o *extended learning*<sup>1</sup> (P. A. Muñoz, 2012). Cada docente bajo algún criterio didáctico elige qué recursos utilizar y cómo utilizarlos. Algunos, los más aventureros, se animan a crear sus propios contenidos digitales.

La selección de contenidos y su secuenciación forman parte de una de las actividades más importantes que tiene un docente. Sin embargo la inmensa cantidad de recursos digitales y herramientas de autor junto con sus limitaciones técnicas terminan desorientándolo.

En este contexto nacen los Objetos de Aprendizaje (OA), concepto novedoso y aún sin consenso por la comunidad de investigadores de TICs y Educación sobre su definición y alcance. Se puede acuñar el término a Wayne Hodgins quién en 1992 (D. A. Wiley, 2002) utilizó la metáfora del juego Lego para representar a los materiales educativos que tiene la propiedad de reutilizarse y acoplarse a nuevos módulos para generar otros objetos más complejos. Esta noción de construcción de conocimiento a partir de otros, no es nueva, Vygotsky en su teoría del constructivismo ya lo advertía por el año 1978.

<sup>1</sup> Espacio de comunicación e interacción docente-alumno que complementa las actividades presenciales a través de algunas herramientas o materiales existentes en la plataforma virtual.

Siendo rigurosos un Objeto de Aprendizaje es un tipo de **material educativo digital**, que se caracteriza por tener un **concreto objetivo de aprendizaje para abordar una temática** o concepto relacionado con dicho objetivo, **actividades para problematizar** el contenido abordado y una **autoevaluación** para que el alumno conozca si pudo comprender el contenido presentado. No obstante todo OA debe contar con un conjunto de **metadatos<sup>2</sup> estandarizados** que permitan localizarlo, para ello debe usarse **un proceso de empaquetamiento** que también respete estándares (Sanz C., Moralejo L., Barranquero F., 2014). Resumiendo, todo OA debe contar con un factor pedagógico y otro tecnológico, en particular, informático.

La dimensión pedagógica de un OA ofrece seguridad a los usuarios docentes porque les permite seleccionar, entre un conjunto de recursos educativos, aquel más acertado según el objetivo didáctico planificado para un grupo de estudiantes. El componente digital de un OA es un atributo excluyente.

La dimensión tecnológica, por su parte, posiciona al docente como usuario o hasta incluso autor de un OA. Las prestaciones que un OA ofrece a sus usuarios están relacionadas con el conjunto de tecnologías digitales empleadas en su desarrollo. Por ejemplo un OA compuesto con sólo un documento hipertextual<sup>3</sup> tendrá más limitada su capacidad de enseñanza con respecto a uno compuesto con páginas HTML multimediales.

<sup>2</sup>Conjunto de etiquetas que describe las características que identifican a un objeto.

<sup>3</sup>Conjunto de fragmentos de texto relacionados entre sí por enlaces.

Los metadatos de un OA son una estructura que describe atributos, propiedades y características distribuidos en diferentes campos que identifican claramente al objeto, con el fin de que pueda encontrarse, ensamblarse, y utilizarse con relativa facilidad. (García Aretio L., 2005).

El IEEE<sup>4</sup> trabaja para el desarrollo y mantenimiento de un estándar de metadatos para OA desde 1997 denominado Learning Object Metadata (LOM). El LOM es uno de los primeros estándares de metadatos que fue diseñado específicamente para describir material educativo, en particular OA.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

**Objetivo general:** Desarrollar un OA que favorezca el aprendizaje de saberes fundamentales de la programación en los últimos años de la escuela secundaria técnica para retomarlos, luego, con mayor profundidad y nivel de dificultad en el primer año de la carrera ingeniería en sistemas de información (ISI).

#### Objetivos específicos:

- Delimitar los saberes fundamentales de programación para primer año de la carrera ISI. ¿Qué conocimientos se espera que sean aprendidos en términos curriculares?
- Definir alcance del OA en términos del estándar LOM.
- Analizar tecnologías para la implementación del objeto de aprendizaje: lenguajes de programación,

<sup>4</sup> El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas.

- técnicas, metodologías de enseñanza, herramientas de autor.
- Diseñar e implementar un OA.
  - Ensayar resultados obtenidos en casos de estudio concretos.
  - Elaborar un documento resumen con buenas prácticas para la implementación de OA.
  - Publicar resultados del proceso y avances de la investigación.
  - Transferir la solución a otras cátedras.

#### Avances:

1. Se seleccionó el estándar LOM, desarrollado por el IEEE, porque fue el primero en definir las etiquetas de material educativo tipo OA. Por otro lado es uno de los más utilizados para etiquetar material educativo. Los demás estándares son adaptaciones de LOM.
2. Se seleccionó el estándar SCORM, porque es uno de los más confiables a la hora de empaquetar OA, además la mayoría de los EVEA son compatibles con él (Oliver B., 2015). Por otro lado adquirió la categoría de recomendación técnica (reconocimiento como estándar de-facto) ISO/IEC TR 29163 en el 2009 por la Organización Internacional de Estandarización (Aguado, A., Torrente J., Martínez, I., 2011). Además, la ventaja más importante que introduce SCORM es que sirve como estándar para comunicar al EVEA con el OA y a diferencia de otros estándares puede presentar actividades no evaluables así como también actividades evaluables con la capacidad de recoger el grado

- realización, por parte del estudiante, de la actividad.
3. En cuanto a las herramientas de autor, se seleccionó eXeLearning porque permite la creación de contenidos didácticos multimedia, incluyendo OA. Se trata de una herramienta amigable, puesto que es muy deductiva y fácil de usar. Es portable, para plataformas como GNU/Linux, Microsoft, Windows y Mac OS X, esto facilita la interoperabilidad entre los distintos sistemas operativos. No es necesario convertirse experto en HTML, XML o HTML5.
  4. Moodle es el EVEA utilizado por la mayoría de las facultades de la Universidad Tecnológica Nacional, incluso la Facultad Regional La Plata, su compatibilidad con paquetes SCORM y su facilidad de introducción en las escuelas secundarias lo convierten en la plataforma ideal para desplegar los OA desarrollados.
  5. Se inició la gestión de un convenio marco entre una escuela y la universidad para formalizar la transferencia y propiciar una prueba piloto.
  6. Se realizaron ensayos con grupos reducidos sobre OA relacionados con la programación para medir el nivel de usabilidad y amabilidad para usuarios tipo estudiantes. Se tomó nota de las dificultades más frecuentes en el uso de la aplicación.

#### Resultados:

Luego de una minuciosa búsqueda de OA en diversos repositorios públicos relacionados

con la temática programación, empaquetados bajo el estándar SCORM v1.2 (versión más estable del estándar), se ensayó desplegarlos en MOODLE v2.5 y se probó su funcionamiento. Asimismo se llevó a cabo el desarrollo de OA con ExeLearning v2.2. Finalmente se obtuvieron los siguientes resultados:

- La curva de aprendizaje del eXeLearning es proporcional al dominio de herramientas digitales para la gestión de conocimientos que posee el autor del mismo. Dado que el contenido del OA está relacionado con la programación, el autor, docente del área, dominará lenguajes como el HTML.
- Independencia del ExeLearning con respecto al EVEA. El autor del OA puede abstraerse completamente del funcionamiento y particularidades del EVEA utilizado por la institución.
- eXeLearning provee de forma nativa el estándar LOM, por lo que el autor del OA se limitará a llenar un formulario sin necesidad de conocer todas las etiquetas del metadato. ExeLearning permite dos niveles de configuración: principiante y experto.
- La importación del paquete SCORM es directa desde el MOODLE. No se requieren más configuraciones que las típicas de cualquier otro tipo de actividad.
- Un punto débil detectado está relacionado con la calificación y el seguimiento del estudiante. Si bien eXeLearning permite generar actividades de auto-evaluación y refuerzo, éstas no están pensadas para que fuesen recogidas por parte del autor.

Los cuestionarios son la única excepción de esta limitación.

- Dado que el fin del eXeLearning es crear recursos digitales no cuenta con una funcionalidad específica para la implementación del OA, el autor deberá contar con alguna instrucción previa.

#### 4. Formación de Recursos Humanos

El PID está dirigido por la Dra. Roxana Giandini y codirigido por el Ing. Leopoldo Nahuel, acompañado de un equipo de trabajo abocado a distintas áreas y temas específicos: becarios alumnos, alumnos que realizan desarrollos informáticos basado en planes de trabajo en el marco del PID como parte de sus prácticas profesionales supervisadas (PPS) o proyecto final de grado, tesistas de posgrado, y docentes investigadores del Grupo de I&D UTN - GIDAS.

Desde el PID nos proponemos vincular la escuela secundaria con la Universidad a través de tecnologías del aprendizaje y conocimiento (TAC) que puedan convivir con herramientas digitales ya conocidas por la comunidad educativa.

Por otro lado desde el PID promovemos la formación y transferencia de conocimientos y tecnologías hacia los docentes de la universidad, tanto de la carrera de sistemas como de otras ingenierías, y en particular a materias de los primeros años de la carrera dónde se manifiestan las dificultades de aprendizaje más notorias por el cambio que implica comenzar una carrera universitaria.

#### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

“Análisis y Detección Temprana de Deserción Estudiantil en UTN FRLP”

ISTVAN Romina Mariel; FALCO Mariana;  
ANTONINI Sergio Andrés. WICC 2017.

“Test vocacionales como recurso TIC de orientación estudiantil: un análisis de casos desde la usabilidad”. Kuz, Baldin, Castellini, Somincini, Bornes, Fernandez, Giandini, JAIIo 2018.

“Student Play: a didactic tool to educate in values” A. Kuz, R. Giandini. WorldCist'18 - 6th World Conference on Information Systems and Technologies, to be held at Naples, Italy, 27 - 29 March 2018

Combining Software Agents and Gaming through Student Play, an Educational Module in Agent SocialMetric” Kuz, A., Falco, M., Giandini, R . Simposio Latinoamericano de Informática y Sociedad.

“Agent SocialMetric: una plataforma basada en tecnología web para ambientes de enseñanza y soporte de valoración de conflictos en el aula”. Kuz, A., Falco, M., and Giandini, R. (2017). Revista Complutense de Educación.

## Referencias

- Alarcón F., Alemany M. (2015). *Learning Object. Definition and classification.* Universitat Politècnica de València. Departamento de Organización de Empresas
- Aguado, A., Torrente J., Martínez, I. (2011). *Análisis del Uso del Estándar SCORM para la Integración de Juegos Educativos.* Ed: IEEE
- Castells, M. (2005). *La era de la información.* Ed: Siglo XXI.
- Echeverría J. (1999). *Los señores del aire* Ed: Barcelona: Destino.
- García Aretio L. (2005): *Objetos de aprendizaje. Características y repositorios.*

Ed: BENED.

Muñoz, P. A. (2012). *Elaboración de material didáctico.* Ed.: Red tercer milenio.

Oliver B., Jörg S., Ruth S., Udo W. (2015): *The Sharable Content Object Reference Model (SCORM) – A Critical Review.* Ed: IEEE

Sanz C., Moralejo L., Barranquero F. (2014). *Materiales del Curso de Doctorado: “Diseño y Producción de Objetos de Aprendizaje”* UNLP

Álvarez González, C. J. (2010). *la relación entre lenguaje y pensamiento de vigotsky en el desarrollo de la psicolinguística moderna.* RLA, Revista de Lingüística Teórica y Aplicada (versión On-line ISSN 0718-4883).

Wiley D. (2002). *Connecting learning objects to instructional design theory.* <http://reusability.org/read/>

Sicilia, U. M., Sánchez, A. S. (2009). *Learning objects y learning designs: conceptos.* Presentado en *Diseño y Evaluación de contenidos y actividades educativas reutilizables.* Information Engineering Research Unit.

IEEE. (2016). Systems Interoperability in Education and Training: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

Romero, E. D., Cesteros, A. F. (2012). *COdA, una herramienta experimentada para la evaluación de la calidad didáctica y tecnológica de los materiales didácticos digitales RELADA.*

# Una Estrategia Didáctica: Uso de Robots Virtuales y Reales para Introducción a la Programación

Alexis Mandracchia, Federico Hauque, María Julia Blas, Marta Castellaro

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional  
pochidavid@gmail.com, fghauque@gmail.com, mariajuliablasis@santafe-conicet.gov.ar,  
mcastell@frsf.utn.edu.ar

## Resumen

*El presente trabajo se enmarca en el proyecto de investigación denominado “Las intervenciones didácticas y el uso de TIC para la motivación e integración en el inicio de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información (ISI)”, cuyo objetivo es “explorar, diseñar, desarrollar y evaluar intervenciones didácticas que busquen favorecer la motivación e integración de conocimientos y habilidades en los ingresantes de la carrera ISI”. Se presenta una secuencia didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de los primeros conceptos de programación haciendo uso de robots Arduino y de la herramienta de software RoboMind. Se detalla además la forma en la cual la secuencia ha sido llevada a cabo en los ciclos lectivos 2017 y 2018 como parte de las actividades de la cátedra Algoritmos y Estructuras de Datos.*

**Palabras clave:** Algoritmo, Programación.

## 1. Introducción

En los últimos años la tasa de deserción temprana en las Universidades se ha convertido en un tema de creciente interés para las instituciones (Merlino et al. 2011, Vries et al. 2011, Nervi et al. 2015). Existen diversos modelos a partir de los cuales es posible analizar tal deserción, entre los que se destacan modelos psicológicos, económicos y de interacción organizacional. Múltiples estudios han demostrado que existe una relación entre lo cognitivo y lo motivacional, indicando que el rendimiento alcanzado por un individuo se encuentra determinado por sus conocimientos y capacidades cognitivas pero también por un conjunto de factores englobados como

"motivación" (Núñez 2009). Los docentes deben explorar diferentes escenarios de trabajo, diseñar acciones y proyectos colaborativos, elaborar materiales y disponer de recursos para poder llevar a cabo nuevas propuestas de trabajo, generando espacios apropiados para su desarrollo junto con el acompañamiento y la evaluación de los resultados obtenidos (Tuckman 2007).

En este trabajo se desarrolla una experiencia educativa llevada a cabo en la cátedra Algoritmos y Estructuras de Datos (AEDD) de ISI, para introducir el tema de "Algoritmos", con el que se inicia la asignatura. En las primeras clases, los alumnos emplean la herramienta RoboMind para generar soluciones a problemas simples basados en algoritmos sencillos asociados al comportamiento de un robot simulado (denominado robot virtual, RV). Sin embargo, aunque los alumnos comienzan a familiarizarse con los conceptos de programación y las estructuras de control básicas, los algoritmos que ejecutan en RoboMind no trascienden los límites de la pantalla en la que se mueve el robot. Luego, el objetivo de la experiencia educativa que se presenta en este trabajo consistió en el diseño, implementación y uso de un material didáctico que permita a los alumnos interactuar con un robot real (RR) basado en tecnología Arduino que ejecute, en un entorno físico, el conjunto de instrucciones configuradas en el RV.

## 2. Material de Trabajo

El Departamento ISI donó a la cátedra AEDD dos robots móviles "Rover RM-2" basados en Arduino NANO V3.0. Estos robots fueron utilizados como entorno real a lo largo de la experiencia.

Sin embargo, aunque el firmware que traen de fábrica es sencillo de comprender y la edición de código fuente es simple de realizar, estas placas no proveen un mecanismo de compatibilidad con RoboMind. Por este motivo, se decidió implementar una herramienta de software que compatibilice automáticamente ambos recursos, junto con una librería de instrucciones básicas utilizada para encapsular los comportamientos mínimos requeridos como parte de la programación en RoboMind. El objetivo de la herramienta es la traducción de códigos implementados en RoboMind a códigos ejecutables sobre los robots móviles disponibles. Por su parte, el objetivo de la biblioteca es mapear el conjunto de instrucciones definidas en RoboMind a un nuevo conjunto semejante de instrucciones definidas en Arduino, las cuales lleven a cabo el comportamiento definido en el entorno virtual sobre el entorno real. De esta manera, las características propias de la electrónica requerida para realizar los movimientos físicos del robot quedan enmascaradas en la definición de un conjunto de funciones, brindando al usuario la posibilidad de utilizar los métodos sin preocuparse por los aspectos técnicos involucrados.

La Tabla 1 resume los materiales utilizados en la experiencia.

Tabla 1. Lista de materiales utilizados.

Nº	NOMBRE	OBJETIVO	TIPO
1	RoboMind	Crear algoritmos simples usando robot simulado.	Software existente.
2	Robot "Rover RM-2"	Programar robot para ejecutar instrucciones en entorno real.	Producto existente.
3	Biblioteca de Instrucciones	Dar equivalencia entre instrucciones virtuales y reales.	Software desarrollo propio.
4	Herramienta de Transformación	Traducir códigos RoboMind a códigos Arduino.	Software desarrollo propio.

### Biblioteca Arduino-RoboMind

Se implementó respetando las interfaces de las instrucciones definidas en la herramienta RoboMind. Bajo esta conceptualización, cada una de las instrucciones detalladas en la librería Arduino puede ser mapeada de

forma directa a una instrucción RoboMind. Por ejemplo, la instrucción “derecha” representa una misma acción (girar al robot hacia la derecha en base a su posición actual) pero, según el caso, se traduce al contexto pertinente. En el contexto virtual (RoboMind), el robot se reimprime en pantalla ubicado visualmente con un giro a la derecha desde su posición precedente. En cambio, en el contexto real (Arduino), inicia el mecanismo de servomotores requeridos para movilizar las ruedas del robot en sentido horario a partir de la orientación en la cual se encuentra su posición actual.

### Herramienta de Transformación

Se implementó utilizando el lenguaje C++ y el entorno de desarrollo Zinjal<sup>1</sup>, los cuales son utilizados por los estudiantes de AEDD para desarrollar las actividades prácticas propuestas lo largo del cursado de la materia. De esta manera, la herramienta resultante tiene una doble utilidad académica: no sólo permite transformar códigos RoboMind a Arduino, sino que además puede ser utilizada como caso de estudio durante las clases prácticas.

Dado que la biblioteca de instrucciones brinda una estricta relación de equivalencia entre los comportamientos virtuales y reales y, teniendo en cuenta que el archivo de origen a transformar define una secuencia de instrucciones precisa y finita; la herramienta de transformación toma el conjunto de instrucciones básicas, las traduce al conjunto equivalente y, luego, las contextualiza para respetar la estructura de programas Arduino.

### 3. Secuencia Didáctica (SD)

En (Paynter et al. 2012, Kotzer et al. 2012) se analizan los aportes de los entornos virtuales de aprendizaje como complemento a la enseñanza presencial. Haciendo uso de este tipo de mecanismos se genera un ámbito propicio para promover el aprendizaje a partir de procesos de comunicación multidireccionales entre los distintos actores involucrados. En el caso de la cátedra AEDD, el objetivo de la experiencia es mejorar la comunicación entre docentes-alumnos, alumnos-docentes y

<sup>1</sup> Zinjal. Disponible en <http://zinjal.sourceforge.net/>

alumnos entre sí; por lo que se planificó una SD basada en un conjunto de actividades que involucran acciones a ser llevadas a cabo por ambos actores.

Una SD es un conjunto de actividades educativas que, encadenadas, permiten abordar de distintas maneras un objeto de estudio. Las actividades deben compartir un hilo conductor que posibilite a los estudiantes desarrollar su aprendizaje de forma articulada y coherente. Entonces, puede decirse que una SD tiene como finalidad “ordenar y guiar el proceso de enseñanza que impulsa un educador” (Kotzer et al. 2012), siendo el resultado de “establecer una serie de actividades de aprendizaje que tienen un orden interno entre sí, partiendo de la intención del docente de recuperar aprendizajes y nociones previas, y vincularlas a situaciones problemáticas y contextos reales, con el fin de abrir el proceso de aprendizaje”.

Tabla 2. Actividades de la secuencia didáctica.

Nº	NOMBRE	UBIC.	ACTORES
A	Introducción al concepto “algoritmo” y presentación del entorno virtual.	Inicio del curso	Docentes - Alumnos
B	Desarrollo de contenidos prácticos en el entorno virtual.	Inicio del curso	Alumnos – Docentes
			Alumnos entre sí
C	Introducción a la robótica y presentación del robot Arduino.	Mediados del curso	Docentes – Alumnos
D	Construcción de contenidos en entornos virtuales y ejecución en entornos reales.	Mediados del curso	Alumnos – Docentes
			Alumnos entre sí
E	Trabajo sobre diseño de programas, uso de librerías y transformación de códigos.	Avanzado el curso	Docentes - Alumnos
			Alumnos – Docentes
			Alumnos entre sí

En el caso de la cátedra AEED, se buscó que la complejidad de las actividades involucradas en la SD sea progresiva y acorde a los conocimientos y habilidades de los alumnos. En este punto es importante destacar que la mayoría de los estudiantes que inicia el cursado de la asignatura no posee conocimientos previos en el área

programación. Sólo un 5% de los estudiantes proviene de escuelas con modalidad informática, por lo que la tarea de iniciar al grupo en los conceptos de algoritmos y programación suele presentar un desafío. En este sentido, al planificar una SD se debe tener en cuenta el grado de conocimientos que los alumnos tienen (y/o van adquiriendo) en cada una de las instancia previstas. Además, es importante considerar los principales intereses de los alumnos; planificando actividades que cautiven su atención y los motiven durante el proceso de aprendizaje.

En este contexto, la SD se planificó como un conjunto de actividades a ser desarrolladas a lo largo del dictado del curso (Tabla 2). Estas actividades se planificaron como parte de la estructura curricular a fin de no generar una carga de trabajo extra en los estudiantes.

#### **Introducción al concepto de “algoritmo” y presentación del entorno virtual**

El objetivo de esta actividad es aprender el concepto de algoritmo haciendo uso del software RoboMind (material de trabajo Nº1). Para esto, al iniciar el curso los docentes presentan a los alumnos problemas de la vida cotidiana en los cuales exponen el concepto de algoritmo. Desde recetas de cocina hasta problemas de rutas entre las casas y la facultad, los problemas planteados presentan a los estudiantes la noción de algoritmo como una estrategia de solución a diversas situaciones de la vida cotidiana. Bajo esta perspectiva, el alumno asimila el concepto de algoritmo como el diseño de una secuencia de pasos finita que busca garantizar el cumplimiento de un objetivo.

Una vez que el alumno ha asimilado el concepto, se le presenta una nueva herramienta de trabajo: RoboMind. Junto con esta herramienta, se presentan algunos algoritmos previamente implementados, a fin de que los estudiantes evidencien no solo la forma de en la cual se codifican soluciones, sino también el conjunto de instrucciones y elementos de trabajo.

#### **Desarrollo de contenidos prácticos en el entorno virtual**

En un encuentro planificado en una etapa posterior al desarrollo de la actividad

precedente, los alumnos desarrollan diversos algoritmos en RoboMind. Los docentes proponen un conjunto de situaciones a resolver. Sin embargo, también se brinda un espacio de libertad al alumno, permitiéndole experimentar con nuevas situaciones a fin de desarrollar soluciones que sean de su interés. Entre los problemas propuestos se incluyen instrucciones para: movimientos a puntos contiguos (adelante, derecha, norte, etc.); recorrido desde un punto hasta otro dentro del mapa; movimiento de un objeto desde un punto a otro dentro del mapa C; esquivar obstáculos ubicados aleatoriamente en un mapa; realizar un recorrido dibujando una figura (cuadrado, escalera, etc.); navegar el mapa en busca de un elemento (baliza) o situación (lugar para estacionar el robot). El objetivo de la actividad es desarrollar soluciones en RoboMind reforzando el concepto de algoritmos aprendido en la etapa precedente. Durante el desarrollo de tales soluciones se fomenta que los alumnos trabajen en equipos, a fin de fortalecer los vínculos comunicacionales entre ellos.

#### **Introducción a la robótica y presentación del robot Arduino**

En esta etapa se busca que los estudiantes evidencien la existencia de programación en un tipo de elemento de trabajo distinto al software. Ya habiendo asimilado el concepto de algoritmo y, teniendo en cuenta que ya ha visto numerosas ejemplos en los cuales reconoce la existencia de algoritmos por fuera del software, en esta actividad se intenta demostrar que la programación está presente en la vida cotidiana.

Para tales fines, se planifica una actividad en la cual se presenta a los estudiantes los robots Arduino disponibles. Junto con la presentación del material de trabajo N°2, se introducen nociones de robótica básicas a fin de brindar a los estudiantes un contexto de utilidad que les permita entender cómo se programan tales elementos. Aunque los estudiantes pueden acceder a los robots, aun no se les permite interactuar con los mismos. El objetivo es introducir los elementos a ser usados en la siguiente actividad.

#### **Construcción de contenidos en entornos virtuales y ejecución en entornos reales**

Aunque temporalmente esta actividad debe realizarse luego de la actividad C, es posible llevar cabo las actividades C y D en un mismo encuentro.

El objetivo de esta actividad es que los alumnos utilicen el material N° 4 (que internamente utiliza el material N°3) a fin de ejecutar en un entorno real las soluciones implementadas en la actividad B. Para esto, los docentes plantean nuevamente la necesidad de que los estudiantes trabajen en grupo. Sin embargo, los agrupamientos no necesariamente deben coincidir con los formados en la etapa B. De esta manera, se fomenta un intercambio de soluciones entre alumnos, dando lugar a la construcción de nuevas soluciones colaborativas.

En esta etapa es vital la participación del docente a cargo como coordinador de las pruebas sobre el entorno real, ya que se debe garantizar el correcto uso de todos los materiales disponibles.

#### **Trabajo sobre diseño de programas, uso de librerías y transformación de códigos**

Una vez finalizadas las actividades A-D, debe planificarse la actividad E. El objetivo de esta actividad es afianzar los conceptos de diseño de programas, uso de librerías y transformación de códigos. Sin embargo, los estudiantes no serán capaces de asimilar estos conocimientos hasta instancias avanzadas del cursado. Por este motivo, los docentes deben planificar con precisión el momento en el cual utilizarán los materiales N°3 y N°4 como caso de estudio.

En esta instancia puede resultar beneficioso invitar a los desarrolladores de la herramienta para que interactúen con los estudiantes. De esta manera, los alumnos pueden interactuar con sus pares en virtud de realizar consultas sobre el funcionamiento del material propuesto.

### **4. Experiencia Realizada**

La primera experiencia tuvo lugar durante el ciclo lectivo 2017. En este caso, dado que los materiales N°3 y N°4 quedaron disponibles a mitad de año, no fue posible llevar a cabo en los tiempos deseados la secuencia de actividades A-D. El trabajo con RoboMind (actividades A y B) se realizó durante las primeras semanas de cursado.

Sin embargo, el trabajo con Arduino (actividades C y D) recién pudo llevarse a cabo a inicios del segundo cuatrimestre. Por este motivo, dado que al momento de trabajar con los robots reales los estudiantes ya tenían conocimientos avanzados de programación, se decidió integrar las actividades C, D y E en un único encuentro. Se realizó una única clase extraordinaria en la cual se puso el foco en el conjunto de ejercicios desarrollados en etapas tempranas del cursado. Los docentes a cargo del encuentro propusieron a los estudiantes una serie de adaptaciones a los escenarios propuestos con anterioridad a fin de motivarlos a generar situaciones para problemas de mayor complejidad. Esto motivo a los alumnos, planteándoles un desafío en la búsqueda de algoritmos eficientes. Tales algoritmos fueron codificados y probados en RoboMind. Posteriormente fueron transformados por la herramienta de traducción RoboMind-Arduino para ser ejecutados sobre el RR. Además, mientras se utilizaban los materiales implementados específicamente para lograr la adaptación Arduino-RoboMind, se expusieron los casos de estudio mostrándoles a los alumnos los códigos fuentes asociados.

En la actualidad, se está transitando un nuevo ciclo lectivo en el cual ya se han llevado a cabo las primeras cuatro actividades planificadas. En este caso, dado que los materiales estaban disponibles al iniciar el cursado, las actividades A-D pudieron llevarse a cabo en 3 encuentros diferentes. Al comenzar el curso se trabajó con RoboMind, proporcionándole a los alumnos (mediante el espacio complementario de la cátedra en el Campus Virtual de la Facultad), guías de problemas a resolver, algoritmos desarrollados en RoboMind y un conjunto de videos útiles para comprender el comportamiento del RV en distintos escenarios simulados en pantalla. Este trabajo se llevó a cabo en dos instancias desarrolladas en semanas consecutivas, a fin de mantener el interés de los estudiantes en la herramienta virtual. Una vez asimilados estos conceptos, se llevó a cabo un taller en el cual se desarrollaron

las actividades C y D de manera conjunta. En este caso, se realizó introducción sencilla a la robótica y, en particular, se presentó el robot Arduino a utilizar. Los estudiantes trabajaron con las primeras soluciones algorítmicas generadas con el material del curso. Tales soluciones fueron ejecutadas sobre el robot físico haciendo uso del material de trabajo propuesto. Acerca de estos materiales solo se informó su utilidad para la experiencia (es decir, no se brindaron detalles sobre los códigos fuentes implementados). En este contexto, en el ciclo lectivo 2018 aún resta llevar a cabo la actividad E.

Tanto en 2017 como el 2018 los alumnos se mostraron muy interesados y participativos en las actividades, destacándose los siguientes impactos generados:

- Los estudiantes evidenciaron como las herramientas de software brindan soporte a proyectos de electrónica.
- Un grupo de alumnos se interesó por aspectos de electrónica surgiendo reflexiones vinculadas a contenidos desarrollados en otras asignaturas (especialmente Física). Esto da una articulación natural entre las asignaturas y una re-significación de los contenidos.
- Aproximadamente el 90% de los asistentes manifestó intensiones de continuar programando para el robot. La herramienta de transformación se subió al campus virtual a fin de que todos los interesados puedan utilizarla. Además, se propuso un horario extracurricular para ejecutar nuevos algoritmos sobre el robot físico. Esto favorece el testeо de los materiales de trabajo desarrollados.

Es importante destacar que, aunque no se espera tener un robot físico para cada estudiante, si es cierto que en la actualidad cada alumno tiene acceso a una computadora. Esto posibilita el uso de las PC como herramientas de trabajo base para, luego, migrar los desarrollos al robot físico. De esta forma, el esquema de desarrollo planteado permite que los estudiantes puedan realizar desarrollos en RoboMind, probarlos en un contexto virtual y, luego, ejecutarlos sobre el RR. De esta forma, los

robots Arduino se incorporaron a las actividades de la cátedra sin requerir un cambio de los contenidos curriculares ni la adquisición de nuevas unidades.

## 5. Conclusiones

Se ha presentado la labor realizada para motivar a los estudiantes de primer año de ISI en el aprendizaje de los primeros conceptos asociados a la cátedra AEDD; describiendo la planificación de una SD que muestra la forma en la cual la cátedra ha incorporado robots Arduino como material de trabajo partiendo de un conjunto de herramientas existentes. Las herramientas necesarias para completar la SD diseñada fueron desarrolladas por un grupo de trabajo cercano a los docentes de la asignatura, lo que dio lugar a un desarrollo a medida marcado por las necesidades específicas de los docentes. Una vez finalizada la construcción del material y diseñadas las actividades requeridas para su correcta utilización, a fin de presentar los desarrollos realizados y evaluar su adecuación a las expectativas de los estudiantes, se llevaron a cabo una serie de actividades en las que, gradualmente, los alumnos pasaron de trabajar con el robot simulado en RoboMind a ejecutar soluciones en los robots Arduino. El uso del RV disponible en la herramienta RoboMind permitió plantear una semejanza directa de conceptos entre su comportamiento y el de un RR; lo que contribuyó a que los estudiantes asimilaren no sólo el concepto de algoritmos sino también el de instrucciones de programación. Dado que el material de trabajo de desarrollo propio se implementó utilizando la metodología, el lenguaje de programación y los contenidos que se dictan en el curso, se logró generar una articulación extra con los estudiantes; presentándolos como casos de estudio en etapas avanzadas del dictado de la asignatura. En este contexto, se considera que la existencia de la herramienta de transformación, además de formar parte del material didáctico propuesto, contribuye a mostrarles a los estudiantes un desarrollo producido por sus propios compañeros con las mismas herramientas que ellos aprenden y utilizan en la asignatura.

Es importante destacar que los alumnos se han mostrado participativos e interesados durante el desarrollo de toda la experiencia. Esta situación ha llevado a que los docentes de AEDD, en la actualidad, se encuentren planificando espacios extracurriculares que abarcan tanto el uso de los robots como así también de sus herramientas afines. De esta manera, se mantiene la motivación de los estudiantes de forma complementaria a la formación curricular. Además, el trabajo con herramientas desarrolladas por alumnos avanzados ha despertado el interés de los estudiantes en la programación de otro tipo de aplicativos de utilidad académica.

## Referencias

- Kotzer, S., & Elran, Y. (2012). Learning and teaching with Moodle-based E-learning environments, combining learning skills and content in the fields of Math and Science & Technology.
- Merlino, A., Ayllón, S., & Escanés, G. (2011). Variables que influyen en la deserción de estudiantes universitarios de primer año. Construcción de índices de riesgo de abandono. Actualidades Investigativas en Educación, 11(2), 1-30.
- Nervi, C., Rodríguez, J., & Osada, J. (2015). Deserción universitaria durante el primer año de estudios. FEM: Revista de la Fundación Educación Médica, 18(2), 93-93.
- Núñez, J. C. (2009). Motivación, aprendizaje y rendimiento académico. ° Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Braga, Portugal.
- Paynter, M., & Bruce, N. (2012). Case Studies: Using Moodle for Collaborative Learning with University and Senior Secondary Students.
- Tuckman, B. W., Abry, D. A., Adams, M. P., & Smith, D. R. (2007). Learning and motivation strategies: Your guide to success. Prentice Hall.
- Vries, W. D., León Arenas, P., Romero Muñoz, J. F., & Hernández Saldaña, I. (2011). ¿Desertores o decepcionados? Distintas causas para abandonar los estudios universitarios. Revista de la educación superior, 40(160), 29-49.

## Contenidos digitales con aplicaciones tecnológicas como mediadoras de aprendizajes significativos

<sup>1,3</sup>Gloria Alzugaray, <sup>1,2,3</sup>Matías Orué, <sup>3</sup>Facundo Casarotto

<sup>1</sup>Dpto. de Ingeniería Mecánica, <sup>2</sup>Dpto. de Ingeniería Eléctrica

<sup>3</sup>Grupo de Investigación en Enseñanza de la Ingeniería

Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional

Lavalle 610, 3000 Santa Fe e-mail: galzugar@frsf.utn.edu.ar

### Resumen

*En este trabajo se propone abordar la potencialidad de los contenidos digitales para promover aprendizaje significativo asumiendo que, en la actualidad, existe consenso en la vigencia de este marco teórico sumado a las TIC que posibilitan el acceso masivo a la información, generando instancias de aprendizaje soportadas sobre una gran variedad de aplicaciones y recursos disponibles en Internet. Estas modificaciones en los usos, en la participación y en los consumos, hacen indispensable asumir cómo docentes dentro de una institución educativa, re-pensar sus lógicas, sus dinámicas y, por lo tanto, las formas de comunicación. Este trabajo se enfoca en la generación de contenidos digitales significativos en el área de la Electrónica y el Control para su uso didáctico en carreras de ingeniería, con fuerte enfoque hacia estas nuevas dinámicas comunicacionales alumnos-docentes. Esto implica el abordaje hacia la enseñanza de la ingeniería, con la premisa que el alumnado tiene capacidades de aprendizaje muy diversas, de modo que permitiría llegar de alguna manera a los distintos actores de la enseñanza, promoviendo y creando las bases para una personalización de la enseñanza, de acuerdo a estas múltiples y diversas capacidades.*

**Palabras clave:** contenidos digitales, aprendizaje significativo, ingeniería.

### 1. Introducción

El cambio en las dinámicas de funcionamiento de la clase tradicional con el advenimiento de las TICs, permite transformar el aula, normalmente estática, en una red abierta en la que los alumnos interactúan entre ellos, con el resto de compañeros y con el entorno, formando así un sistema abierto en continua retroalimentación. Con la incorporación de contenidos digitales, se resignifican los conocimientos adquiridos a lo largo del ciclo formativo en la carrera de Ingeniería. Estas modificaciones en los usos, en la participación y en los consumos, hacen indispensable asumir cómo docentes dentro de una institución educativa, re-pensar sus lógicas, sus dinámicas y, por lo tanto, su comunicación.

De esta manera, se generan las condiciones que exigen la formación de profesionales capacitados para insertarse en nuevos puestos de trabajo que demandarán de un conocimiento profundo, analítico, crítico y estratégico de las lógicas de la comunicación digital.

Este trabajo presenta la generación de contenidos digitales significativos en el área de la Electrónica y el Control para su uso didáctico en carreras de ingeniería, haciendo especial énfasis en las tecnologías de PLC y Arduino de amplia utilización en la automatización de procesos industriales.

Estos se podrán transformar en instrumentos para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos curriculares específicos de las carreras que involucren conocimientos

tecnológicos de uso en carreras técnicas (ingeniería, mecatrónica, profesorados técnicos, etc.).

## 2. Marco teórico

Los cambios en las prácticas de los estudiantes producto del constante avance de las TIC introducen cambios en los procesos sociales y en las pautas de actividad. En este sentido, la relación de las personas con la tecnología es bilateral (Burbules y Callister, 2008). Una concepción relacional de las TIC propone una mirada no sólo sobre lo que se hace con la tecnología sino sobre las “pautas de uso” que se instalan en las prácticas sociales y producen un gran impacto social. Según Burbules y Callister, al hablar de las “nuevas” tecnologías debe quedar en claro que lo más nuevo tal vez no sea la tecnología sino todos los otros cambios que la acompañan.

Los contenidos digitales habilitan nuevas posibilidades para el acceso a la educación. Las instancias de aprendizaje se amplían ante las múltiples aplicaciones y recursos disponibles en Internet. Las aplicaciones específicas para la distribución y acceso a la información, la resolución de problemas y la comunicación aumentan las condiciones para configurar el aprendizaje significativo (Castro-Garcia *et. al.*, 2016).

Teniendo en cuenta la vigencia y los aportes realizados desde el marco teórico del Aprendizaje Significativo (AS), los contenidos digitales tienen el potencial para promover ese tipo de aprendizaje. Siendo instrumentos óptimos para apoyar actividades de aprendizaje cuyo propósito es integrar distintos sistemas semióticos que amplían las posibilidades cognitivas (Coll y Martí, 2001). También son útiles para personalizar los aprendizajes de acuerdo a las necesidades específicas de cada alumno. A la tecnología se le atribuye un rol transformador de la educación, como si estuviese en su naturaleza. Sin embargo, el fenómeno educativo involucra al estudiante, los conocimientos disciplinares y al docente. Con frecuencia la integración de las TIC en las prácticas educativas se impone a partir de un recurso o aplicación específica, por ejemplo, cuando se elabora una actividad de

aprendizaje para utilizar determinada aplicación. Desde esta visión instrumentalista se subordina la práctica educativa al aprendizaje de una aplicación informática, perdiendo el sentido de uso de la tecnología.

El conocimiento requerido para enseñar con tecnología se obtendría de la simbiosis entre el conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico y el conocimiento tecnológico (Harris y Hofer, 2009). La planificación debería seguir organizándose en torno a los requisitos de los diseños curriculares, las prácticas pedagógicas y, por último, en función de las posibilidades y limitaciones de las tecnologías disponibles. Con esto tampoco se quiere decir que el docente no deba enseñar conocimiento tecnológico, sino que su uso debe subordinarse a los contenidos curriculares a desarrollar.

## 3. Objetivos y Metodología

La integración de los contenidos digitales a las prácticas educativas permite vincular los contenidos, las estrategias de enseñanza y los procesos de aprendizaje. Por ejemplo, incorporar un objeto de aprendizaje elaborado con tecnología basada en sistemas de control y automatización industrial (PLC) o Arduino, que facilite la comprensión en programación (Deitel *et.al.*; 2004) (Aguilar, J.e Martínez Z.; 2004), refleja la forma en que un alumno ha conceptualizado un determinado contenido en un cierto momento.

Respecto del material utilizado, debe ser potencialmente significativo, es decir debe tener un significado lógico potencialmente relacionable, de forma no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva del sujeto (Ausubel *et.al.*; 1991, Moreira, M.A.; 2000). Cuando esas condiciones no se cumplen, el tipo de aprendizaje logrado es mecánico.

Es importante entonces realizar un análisis conceptual de los contenidos que se aborden y de las relaciones existentes entre los mismos. También es fundamental organizarlos secuencialmente, considerando que el alumno no aprende un contenido con sólo tomar contacto una vez con el mismo,

es necesario que los materiales que se le proporcionen contemplen sucesivas aproximaciones a los contenidos y revisiones permanentes. Bajo estas condiciones, el alumno puede ir discriminando significados de los conceptos involucrados, corregir y ponderar significados en la interacción permanente con el docente, sus pares y el material.

La utilización de aplicaciones de comunicación audiovisual como los videos, implica un desafío para generar contenidos. Estos se transforman en instrumentos para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos curriculares específicos de las carreras de ingeniería. En la figura 1 se sintetiza la relación del aprendizaje significativo con los contenidos digitales y los aspectos e indicadores relacionados con el aprendizaje.

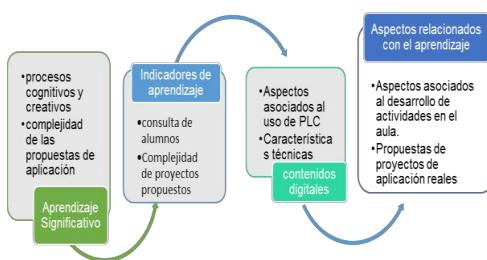


Figura 1: Relación del Aprendizaje Significativo con los contenidos digitales, indicadores y dimensiones de aprendizaje

La metodología del trabajo en el aula plantea un cambio en las dinámicas de funcionamiento de la clase, que va a permitir transformar el aula, normalmente estática, en una red abierta en la que los alumnos interactúan entre ellos, con el resto de sus compañeros y con el entorno, formando así un sistema abierto en continua retroalimentación. Se implicarán los conocimientos adquiridos a lo largo del ciclo formativo con el objetivo de dar coherencia y aplicación a todo lo estudiado.

El desarrollo del trabajo se realizará, con Controlador Lógico Programable (PLC) y la plataforma Arduino; explicando conceptos sobre la tecnología a utilizar, características eléctricas y electrónicas de los mismos, principales componentes, dispositivos de entrada (sensores o captadores), de salida (actuadores), módulos de comunicación,

conexiones con una computadora para su programación y principales usos en la industria moderna.

#### 4. Resultados

Luego de la clase presencial donde se desarrolla una introducción a la automatización y la tecnología PLC o la plataforma Arduino, se presentan los videos abordando las potencialidades y ejemplos de aplicación de esta tecnología, como un disparador de procesos cognitivos, y creativos, las cuales facilitan a los alumnos, la consulta de los contenidos, situaciones, referencias, casos de estudio y ejemplos que se muestren en los mismos.

La estructura del video sobre PLC tiene una secuencia, que recorre desde la historia hasta sus acciones principales

**Qué es un PLC?** Es un dispositivo electrónico con formato físico y robusto, diseñado para automatizar y controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Van asociados a la maquinaria que desarrollan los procesos de producción y controlan su trabajo.

**Historia:** Con la llegada de los autómatas programables, los llamados **PLC**, la industria sufrió un impulso importante, que ha facilitado de forma notable que los procesos de producción o control se hayan flexibilizado mucho.

**PLC** es la sigla en inglés de **Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller)**. En Europa se denominan **autómatas programables**.

Sin embargo, una definición global general sería: Sistema Industrial de Control Automático que trabaja bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas.

**Qué hace un PLC?** Un PLC (figura 2) realiza, entre otras, las siguientes funciones:  
Recoger datos de las fuentes de entrada a través de señales digitales y analógicas.  
Tomar decisiones en base a criterios pre-programados.

Almacenar datos en la memoria.  
Generar ciclos de tiempo.

Realizar cálculos matemáticos.  
Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.  
Comunicarse con otros sistemas externos.  
Además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina.  
Las instrucciones almacenadas en la memoria pueden ser modificadas, además de monitorizadas.



Figura 2: Funciones de un PLC

Para el caso de PLC, se explican a través del video algunas estructuras básicas del lenguaje de programación (figura 3) y técnicas más comunes, buscando disparar en el estudiante los procesos cognitivos que lleven a la motivación del uso de esta tecnología.

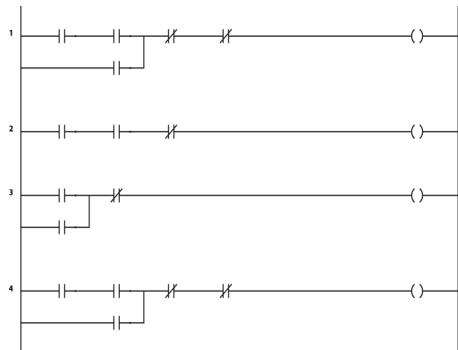


Figura 3: programación PLC – lenguaje LADDER

En cuanto al microcontrolador Arduino, (figura 4) se explican conceptos sobre la tecnología a utilizar, sus características eléctricas y arquitectura electrónica, sus virtudes sobre el tipo de señales que utiliza posibles configuraciones y aplicaciones de sus pines de conexión (entradas y salidas).

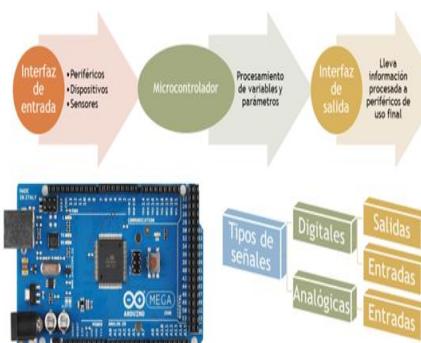


Figura 4. Procedimiento básico y tipos de señales que se manipulan con la plataforma Arduino.

Seguidamente se explican algunas estructuras básicas del lenguaje de programación (figura 5)

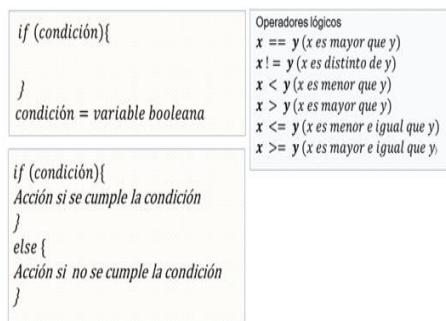


Figura 5 Ejemplo de sentencia del lenguaje de programación (C/C++)

En la figura 6 se muestran las etapas para el uso del microcontrolador Arduino, a través del aprendizaje basado en proyectos, implementando algunos ejemplos básicos para medir y controlar variables de un entorno controlado, como ser temperatura y humedad ambiente, niveles de líquidos, distancia y posición, entre otros, como así también aplicaciones de accionamiento controlado, tales como encendido/apagado de equipos, robótica, domótica, geolocalización, entre otros.

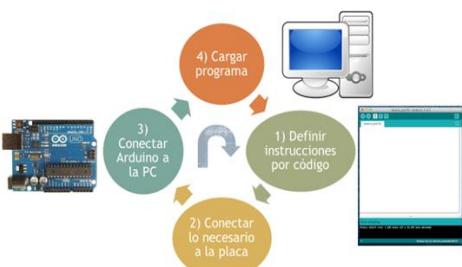


Figura 6: Etapas de uso de un microcontrolador

## 5. Conclusiones

Para las cátedras relacionadas a las temáticas de electrónica, automatización y control, principalmente en carreras como la Ingeniería Mecánica, donde es un tema relativamente abstracto a su formación de base (si bien esto ha ido cambiando por la presión que ejerce la industria sobre su tecnificación con nuevas tecnologías), se vio necesario encontrar algún método capaz de transferir criterios y conocimientos básicos sobre dichas tecnologías, y que además

pudiera generar un efecto motivacional sobre el alumno, demostrando la facilidad, versatilidad, escalabilidad, etc., en suma, su potencial.

La respuesta que se obtuvo por parte del curso, fue un entusiasmo por hacer pruebas básicas, y así despejar dudas sobre su facilidad de uso y programación; este efecto se evidenció en el incremento de alumnos que se acercaron al laboratorio por mayor información al respecto (modelos, técnicas de programación, soluciones para mediciones, etc.).

Los videos exponen la automatización de una máquina o proceso consiste en la incorporación de un dispositivo tecnológico que se encarga de controlar su funcionamiento.

Como se discutió anteriormente, los resultados son ampliamente satisfactorios, ya que se han notado incrementos en las consultas referidas al uso de la tecnología descripta, inclusive de alumnos interesados, no pertenecientes al curso anual que se dicta sobre esta temática.

Por otra parte se observa que gran cantidad de alumnos han incursionado en proyectos de aplicación de la tecnología por propio interés, sin una relación directa con las exigencias de las cátedras correspondientes; implementando soluciones a problemas que antes parecían corresponder a un terreno circunscrito solo para idóneos de disciplinas como “electrónica” o “control automático”, por ejemplo en automatización o medición de variables en aplicaciones de control de procesos productivos de alimentos, automatización de accesos a recintos y predios, control de variables ambientales de edificios o cultivos biológicos, entre muchas otras.

Ante lo dicho es apropiado asumir que alumnos de carreras de ingenierías y otras carreras técnicas, más o menos afines a la temática (PLC, Arduino) se ven interesados a los fines de resolver problemas abiertos propios del área de interés o ambiente en el que realizan sus actividades laborales.

Por último, las innovaciones, como los contenidos digitales, en la enseñanza en las carreras de ingeniería, alienta la creación de comunidades de aprendizaje, donde se ven

efectivizadas y enriquecidas las relaciones colaborativas entre sus miembros que potencian el aprendizaje significativo.

## Comentarios Finales

El video ofrece una variedad de aplicaciones didácticas que propicia el desarrollo cognitivo, efectivo o psicomotores, Cabero, Llorente y Román (2004) propone diversas formas en las que se puede utilizar el vídeo en la enseñanza:

- Instrumento motivador.
- Instrumento de conocimiento por parte de los estudiantes.
- Instrumento de evaluación.
- Para la formación y el perfeccionamiento del profesorado en estrategias didácticas y metodológicas.
- Para la formación y el perfeccionamiento del profesorado en contenidos de su área curricular.
- Herramienta de investigación psicodidáctica.
- Para la investigación de procesos desarrollados en laboratorio.
- Como instrumento de comunicación y alfabetización icónica de los estudiantes.
- Como medio de expresión de los estudiantes.
- Como instrumento para el análisis de los medios.

Para evaluar los videos producidos (Díaz, Marvin, 2015) se propone emplear indicadores de aprendizaje utilizando la rúbrica como instrumento. Tomando en consideración las variables (contenidos, usos didácticos tecnológicos de los videos y alumnos), las dimensiones socioeducativa y tecnológica y los indicadores asociados como se describen en la tabla 1.

El análisis de los videos a través la aplicación de la rúbrica dará origen a nuevos trabajos que validen la metodología de un nuevo medio de comunicación, estableciendo un acercamiento de los contenidos y una manera de abrir nuevas posibilidades en el ámbito educativo (Pérez, 2007). De este modo, se identifican tres modos básicos de uso educativo del vídeo digital, como herramienta de comunicación, como herramienta de observación y análisis

y como herramienta de reflexión (Schuck y Kearney, 2004).

Tabla 1 Rúbrica considerando variables, dimensiones e indicadores

Variable	Dimensión	Indicadores
Contenido de los videos	Tecnológica	Conocimientos de los temas
		Disponibilidad de los videos para los alumnos
		Nivel de comprensión de temas
Usos didáctico tecnológico de los videos	Socio-educativo	Uso de videos para el dictado de los temas PLC y Arduino
		Disponibilidad de los videos en el aula
		Utilización de los videos en relacionar conocimientos de base con nuevos conocimientos
		Efectividad de la ejercitación basada en los videos
Alumnos	Socio-educativo	Nivel de participación en las clases utilizando videos
		Nivel de participación en las clases sin recursos tecnológicos
		Conceptualización de los temas que utilizan los videos
		Conceptualización de los temas que no utilizan recursos tecnológicos

## Referencias

- Aguilar Joyanes L. e Zahonero Martínez I. (2004) Algoritmos y estructuras de datos: una perspectiva en C (Primera edición). Editorial McGraw-Hill.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1991) Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo. México: Ed. Trillas.
- Burbules, N y Callister, T. (2008) Educación: Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la Información. Buenos Aires: Editorial Granica.
- Cabero, J.; Llorente, M.C. y Román, P. (2004) Las herramientas de comunicación en el aprendizaje mezclado, en PíxelBit, 23; 27-41.

Castro-Garcia, D., Olarte Dussán, F. and Corredor, J. (2016) Technology for Communication and Problem Solving in the Classroom. Effects on Meaningful Learning. *Digital Education Review*, (30), 207-219.

Díaz, Marvin. (2015) Uso de las tics como estrategias que facilitan a los estudiantes la construcción de aprendizajes significativos." Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar Facultad de Humanidades. Licenciatura en Educación y Aprendizaje.

Coll, C. y Martí, E. (2001) La educación escolar ante las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Comp.), *Desarrollo Psicológico y Educación 2. Psicología de la Educación Escolar*. Madrid: Alianza.

Deitel H. M. y Deitel, P. J. (2004) Cómo Programar en C/C++ y Java. (Cuarta edición). Ed. Pearson Educación.

Harris, J., & Hofer, M. (2009) Grounded" technology integration: Planning with curriculum-based learning activity types. *Learning & Leading With Technology*, 37(2), 22-25.

Fernández Zalazar, D; Neri, C. (2014) El uso de las TICs y los estudiantes Universitarios. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires. Argentina.

Moreira, M. A. (2000) Aprendizaje Significativo: teoría y práctica. Madrid: Visor.

Pérez, F. (2007) El vídeo digital en la clase de educación física. *Escuela Abierta*, 10, 195-212.

Schuck, S. Y Kearney, M. (2004) *Students in the directo's seat. Teaching and Learning across the curriculum with student-generated video*. University of Technology: Sidney.

# Estrategias de Enseñanza para el Desarrollo de Competencias Específicas de Química, con Incorporación de TIC

Carreño Claudia, Colasanto Carina, Aiassa Ivana, Ochoa Pablo, Berdiña Verónica.

Estudiantes: Verónica Stillger, Franco Sassaroli

Departamento Ingeniería Química  
Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro López esq. Cruz Roja Argentina, [carreno\\_claudia@hotmail.com](mailto:carreno_claudia@hotmail.com)

## Resumen

Con el objetivo de diseñar, implementar y evaluar estrategias para el desarrollo de competencias específicas, en el marco del proceso de enseñanza y de aprendizaje de la asignatura Química General en carreras de Ingeniería se propuso un plan de trabajo tendiente a fortalecer el desarrollo de competencias a través de un aprendizaje centrado en el estudiante. Para ello, se plantearon actividades presenciales no obligatorias y virtuales a través de un entorno de aprendizaje digital. A partir de encuestas y entrevistas a estudiantes y docentes, se pudo concluir que quienes trabajaron en la plataforma tuvieron un mejor desempeño al momento de resolver el examen. Esto permite plantear como hipótesis que el estudio y el trabajo autónomo se logra a través de la propia organización de tarea lo cual implica que el alumno se formule metas, organice el conocimiento y construya significados empleando distintas estrategias. Posiblemente, la clave esté en el conjunto de estrategias desplegadas, entre ellas las actividades experimentales realizadas y la necesidad de los estudiantes de aprender química.

**Palabras clave:** Competencias Específicas – Química - TIC

## 1. Identificación

Código del PID 4886.

Tema prioritario del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería en que se inserta: Práctica

docente y Didáctica Universitaria. –  
Tecnología educativa.

Fecha de inicio 01/01/2018 y fecha de finalización 31/12/2019.

En coejecución con la FCEFyN-UNC.

## 2. Introducción

Al preguntarle a los estudiantes de primer o segundo año de carreras de ingeniería sobre ¿qué es un ingeniero?, ¿qué hace un ingeniero? casi sin dudar, como teniendo memorizada la respuesta responden cosas como “un ingeniero es quien resuelve problemas”, “es la persona que busca satisfacer las necesidades de la gente”. Pero estas respuestas dan idea de estar a mitad de camino.

Si tenemos en cuenta la definición de Ingeniería y a qué se dedica esta disciplina, encontramos que “la ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, materiales, conocimiento, y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de condiciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales”. (CONFEDI, 2018). En cuanto a su práctica vemos que ésta “comprende el estudio de factibilidad técnico-económica, 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. Las cuestiones

relativas a la seguridad y la preservación del medio ambiente constituyen aspectos fundamentales que la práctica de la ingeniería debe observar". (CONFEDI, 2018). Es decir que si queremos formar ingenieros, el trabajo que hay por delante comprende un camino largo, arduo; que de ninguna manera culmina a lo largo de los 5 años que dura la carrera (independientemente del tiempo que pudiera demandar a cada alumno), el cual se proyectará más allá de las aulas (reales o virtuales) de las universidades.

A este problema conceptual debemos sumarle la escasa formación que en general han manifestado los estudiantes de escuelas secundarias a través de las pruebas Aprender 2016. Entre sus resultados, se puede observar que el 46,4% de los alumnos de 5º y 6º año del colegio secundario no comprende un texto básico, el 70,2% no puede resolver cuentas o problemas matemáticos muy sencillos, el 36,3% tuvo el rendimiento más bajo en las Ciencias Naturales, mientras que en Sociales el resultado negativo lo obtuvieron el 41,1% de los evaluados (MED, 2016).

Este escenario plantea la necesidad de promover cambios que permitan gestar los profesionales que la sociedad demanda, tanto desde lo científico, como en aspectos técnicos y profesionales. En este sentido, R. Giordano-Lerena y S. Cirimelo (2013) expresaron que "el antiguo paradigma de formación de profesionales basado en la enseñanza como simple esquema de transferencia de conocimientos que el alumno oportunamente sabrá abstraer, articular y aplicar eficazmente, ha ido perdiendo espacio en la realidad actual. La visión actual de la sociedad propone ver al egresado universitario como un ser competente (con un conjunto de competencias), capaz de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea".

Por su parte, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (Anónimo, 2014) expresó que "hay consenso en cuanto a que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer, y que 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, destrezas, etcétera, que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo".

En este sentido, desde hace tiempo, se comenzó a trabajar desde diferentes asociaciones e instituciones de enseñanza superior latinoamericanas buscando generar un paradigma que sea adecuado para la formación de ingenieros. Se llegó a la conclusión que dicho modelo debe basarse en el aprendizaje centrado en el estudiante (ACE), con un enfoque orientado hacia la formación de competencias (CONFEDI, 2018). En el ACE "el foco está puesto en lo que el estudiante hace para aprender y el profesor es el guía o "facilitador" ya que, desde su conocimiento y experiencia, tanto de su papel docente como de la disciplina de que se trate, configura las estrategias y acciones necesarias para que sea el alumno el que construya el conocimiento". (CONFEDI - ACOFI, 2018).

En cuanto al concepto de competencia, se la define como "la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales" (CONFEDI, 1997). Éstas se dividen en competencias de acceso a las carreras de ingeniería y en competencias de egreso. En el primer caso, se subdividen en competencias básicas, transversales y específicas, mientras que las segundas se clasifican en genéricas y específicas. De igual modo se estableció el nivel esperado en cada caso. (Fernández Gauna, C. et al., 2016).

Para las competencias específicas que son el objeto de estudio del presente trabajo, el nivel esperado, según lo establecido por el CONFEDI, corresponde a un estándar "alto", hecho que se contrapone de modo notable con lo observable en los cursos de primer año y verificados a través de los resultados de las pruebas Aprender 2016.

Con este escenario, se propuso desarrollar un proyecto cuyo objetivo es diseñar,

implementar y evaluar estrategias de enseñanza para el desarrollo de competencias específicas, en el marco del proceso de enseñanza y aprendizaje de Química General. Para lo cual, se planeó llevar adelante un estudio exploratorio orientado a detectar estrategias destinadas a promocionar competencias, analizando previamente aquellas empleadas por docentes y su impacto en los estudiantes. Para la recolección de datos e información, se propuso realizar encuestas y entrevistas a estudiantes y docentes de la asignatura en cuestión de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba. La inclusión de un Aula Virtual (AV), permite a los estudiantes contar con un entorno educativo complementario a las clases presenciales, que posibilita transitar el proceso de aprendizaje según sus intereses de tiempo y espacio, como así también sociales y tecnológicos. El impacto de la utilización del aula virtual, será analizado sobre los resultados de evaluaciones, obtenidos por los estudiantes. La valoración de competencias específicas se realizará según indicadores propuestos por el CONFEDI. El desarrollo de este proyecto contribuirá a la formación de las competencias específicas en Química en el marco de las materias de las ciencias básicas que el futuro ingeniero requiere.

### 3. Objetivos, Avances y

#### Resultados

##### *Objetivos:*

El objetivo general del proyecto es diseñar, implementar y evaluar estrategias para el desarrollo de competencias específicas, en el marco del proceso de enseñanza y de aprendizaje de la asignatura Química General en carreras de Ingeniería.

Entre los objetivos específicos se destacan: conocer las competencias específicas que los estudiantes poseen al ingreso de las carreras de Ingeniería; determinar estrategias para el desarrollo y evaluación de competencias específicas a implementar en la asignatura Química General para Ingeniería; promover el uso de un entorno de aprendizaje digital para el desarrollo y evaluación de competencias específicas.

##### *Plan de acción*

Durante el primer semestre del año 2018 se diseñaron y desarrollaron diversas estrategias tendientes a la formación y adquisición de competencias en estudiantes que se encuentran cursando la asignatura Química General. Este grupo constituye un curso de 173 estudiantes de diversas especialidades de ingeniería que cursan la materia de modo cuatrimestral.

Se planearon actividades presenciales no obligatorias (clases teóricas dialogadas, seminarios prácticos y actividades experimentales) y virtuales (a través de un aula virtual alojada en la plataforma MOODLE, allí se trabajó con cuadros sinópticos, cuestionarios de autoevaluación obligatorios, simuladores, etc.).

Para valorar el impacto del modelo propuesto y analizar las competencias específicas que pudieran haber adquirido los estudiantes, se partió de una evaluación diagnóstica tomada el primer día de clases. La misma contemplaba la formación y nomenclatura de compuestos inorgánicos, resolución de ejercicios de estequiométrica y uso de tablas de aniones y cationes. Luego del primer parcial se analizaron los resultados alcanzados en relación a estos ítems, comparando los estudiantes que asistieron a clases, quienes utilizaron el entorno de aprendizaje virtual y quienes no utilizaron ninguna de las herramientas propuestas.

Las clases presenciales tenían la siguiente estructura: al iniciar se planteaba una actividad experimental, a partir de una guía que describía preguntas disparadoras, material necesario, las tareas, etc.). Se daba un espacio para buscar posibles respuestas a las preguntas disparadoras y con el material disponible, los estudiantes pudieran demostrar las hipótesis planteadas. Con estas estrategias se buscaba también promover la integración de conceptos, autonomía en el trabajo y el trabajo grupal. Al finalizar la actividad experimental, cada grupo de trabajo debía presentar un informe que incluyera las observaciones y conclusiones de dicha experiencia. La clase continuaba con interrogantes propuestos por los docentes tendientes a recuperar e integrar

contenidos conceptuales, salvar dudas y por último un espacio para la puesta en común de conclusiones de dicha experiencia.

Al finalizar el cursado se realizó una encuesta en formato papel para conocer el valor que los estudiantes le asignaron a las experiencias prácticas según el plan diseñado.

Por otra parte para conocer la opinión de docentes de asignaturas correlativas a Química se realizó una encuesta a profesores de diversas especialidades de ingeniería, indagando sobre competencias genéricas que poseen sus estudiantes.

#### Resultados Obtenidos

Al comparar las evaluaciones diagnósticas y los primeros parciales, y tras un exhaustivo análisis se puede concluir que aquellos alumnos que utilizaron el entorno de aprendizaje digital y resolvieron los ejercicios propuestos en el mismo, tuvieron un mejor desempeño al momento de resolver el examen. Esto permite plantear como hipótesis que el estudio y el trabajo autónomos se logran a través de la propia organización de tarea lo cual implica que el alumno se formule metas, organice el conocimiento y construya significados empleando distintas estrategias. Estas características son claves para el desarrollo exitoso de un ingeniero cuyo objetivo profesional será proveer soluciones a diversos problemas, para lo cual será necesario poner en juego no sólo su conocimiento, sino también su capacidad resolutiva. En este sentido, el uso del aula virtual como herramienta, proporciona un aprendizaje flexible y colaborativo.

Ahora bien, si centramos nuestra atención sólo en las competencias específicas de Química propuestas por el CONFEDI y analizamos las respuestas de los estudiantes, es probable que los modelos pedagógicos que hacen hincapié en actividades experimentales arrojen resultados favorables en el desarrollo de dicho tipo de competencias; e incluso se podría ir más allá de ellas ya que los alumnos valoran los trabajos experimentales como un medio de desarrollo de trabajos grupales organizados con buenos niveles de participación y producción de tareas conjuntas en grupos de

trabajo, aspectos propios de las competencias transversales. Parecería, que contactar a los alumnos con hechos reales que los enfrenta a situaciones problemáticas variadas y solicitarles explicaciones desde el marco científico tiende a estimular a los estudiantes, quienes lograrían realizar transferencias de conocimientos científicos con el reconocimiento correspondiente de fenómenos físicos y químicos.

Si colocamos la mirada en los estudiantes podríamos decir que tal vez la clave esté en el grupo de estrategias desplegadas conjuntamente con las experiencias y la necesidad de los estudiantes de aprender química. Esto es algo que demandará un plan de trabajo más profundo y detallado.

Si atendemos la opinión de los docentes de asignaturas correlativas a Química General, podemos observar que los estudiantes cuentan con competencias genéricas en niveles que podríamos considerar como aceptables al momento de tener que trabajar en equipo, con buenos niveles de organización para plantear y resolver problemas generales que se les presenten. No obstante, los docentes muestran la importancia de gestar estrategias tendientes a mejorar el trabajo y estudio autónomo, competencias que no deben ser descuidadas en un mundo donde los cambios son tan vertiginosos y si bien manifiestan que los estudiantes muestran una buena capacidad de adaptación, el no poder aprender de modo autónomo podría constituir una limitación importante a futuro. Quizás sea importante comenzar a pensar en un plan de trabajo que incluya actividades que puedan visualizar el desarrollo de competencias genéricas, especialmente en esta primera etapa de formación de los futuros ingenieros de modo integral e incluso transversal entre todas las áreas.

#### Trabajo a Futuro...

En el modelo pedagógico presentado se consideraron algunas estrategias que combinaron la presencialidad y la virtualidad, las cuales deberán ser sometidas a evaluaciones que vayan más allá de los interesados con quienes se desarrolló dicho modelo. No obstante, es de suma importancia lograr involucrar a todos los

actores del proceso educativo, ya que desde ese lugar se pueden generar cambios y modificaciones que potencien la mejora continua.

#### 4. Formación de Recursos Humanos

El equipo está integrado por un director y codirector, ambos especialistas en docencia universitaria y especialistas docentes de nivel superior en educación y TIC; 3 investigadores de apoyo, uno especialista en docencia universitaria; otro especialista en calidad y por último un becario de doctorado. Además 2 becarios alumnos de investigación, un estudiante Ingeniería Industrial y otro estudiante de Ingeniería Mecánica.

Entre las capacitaciones realizadas, hasta el momento se encuentran:

- Taller “Educación por competencias. Desafío para la innovación en la Ingeniería”. Resol 1504/2017. Programa de Mejoramiento de la Enseñanza (2016) Duración: 10 hs. Organizado por UNC-FCEFyN y la Secretaría Académica, Área Ingeniería. (27/10/2017).
- Seminario Virtual “Introducción general a las neurociencias aplicadas a la educación”. Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura de Argentina y el Instituto de Neurociencia y Educación de la fundación (INECO). (4/12/17 al 29/12/17).
- Taller “La interdisciplinariedad en la enseñanza y aprendizaje de la matemática en carreras científico-tecnológicas”, en el marco de las VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas IPECyT 2018. Olavarría. Duración: 4 hs. 16 al 18 de mayo 2018.
- Curso de posgrado “Experto en Formación por Competencias en carreras de Ingeniería”, organizada por la facultad de Ingeniería de la UNAM y auspiciado por el CONFEDI. Duración 220 hs. En curso.

#### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

- Carreño C., Colasanto C. y Stillger V. (2018) *Un modelo pedagógico para el desarrollo de competencias básicas y transversales: la mirada de los estudiantes*. VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas. Olavarría, Argentina. [file:///C:/Users/Business/Downloads/Ebook\\_VI%20IPECyT%202018\\_Libro%20de%20resumenes.pdf](file:///C:/Users/Business/Downloads/Ebook_VI%20IPECyT%202018_Libro%20de%20resumenes.pdf)
- Carreño C., Colasanto C. y Stillger V. (2018) *Prácticas experimentales en el aula durante la clase de Química como recurso para mejorar competencias: la mirada de los estudiantes*. VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas. Olavarría, Argentina. [file:///C:/Users/Business/Downloads/Ebook\\_VI%20IPECyT%202018\\_Libro%20de%20resumenes.pdf](file:///C:/Users/Business/Downloads/Ebook_VI%20IPECyT%202018_Libro%20de%20resumenes.pdf)
- Carreño C., Saldis N., Colasanto C., Gómez M. (2017). *Construcción de Competencias Genéricas utilizando Material Multimedia*. IV Jornadas de TIC e Innovación en el Aula: “Más allá del aula virtual. Otros horizontes, otros desafíos”. ISBN: 978- 950-34-1591-7. Pág. 146 – 152. Dirección de Educación a Distancia y Tecnologías de la Universidad Nacional de la Plata. 30 de octubre al 3 de noviembre de 2017 en modalidad virtual. La Plata, Argentina.
- Carreño C., Colasanto C., Berdiña V.; estudiantes: Stillger V., Sasarolli F. (2017). *Competencias involucradas en el estudio de un proceso químico utilizando un audiovisual*. Congreso latinoamericano de Ingeniería. ISBN 978-987-1896-84-4. Entre Ríos – Argentina.
- Colasanto C., Carreño C., Saldis N., Bielewicz A. Estudiantes: Peckarek G., Delfino I. (2017) *Animaciones científicas para la enseñanza y el aprendizaje de la química en carreras de ingeniería: la evaluación de expertos en medios audiovisuales*. IV Jornadas de TIC e Innovación en el Aula: “Más allá del aula virtual. Otros horizontes, otros desafíos”

- modalidad virtual). Dirección de Educación a Distancia y Tecnologías de la UN de la Plata. La Plata, Argentina. 30 de octubre al 3 de noviembre de 2017.
- Colasanto C., Carreño C., Saldys N. y Ochoa P. Estudiantes: Delfino I. y Peckarek G. (2017). *Valoración de animaciones didácticas: Opiniones de estudiantes vs la de expertos en medios audiovisuales*. XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica. Asociación Química Argentina – Bs.As. 24 al 27 de octubre de 2017. ISBN: 978-987-46579-3-0 pág 804-809 <https://aqa.org.ar/images/EducacionQuimica/Jornadas2017.pdf>
  - Saldis N., Gómez M., Colasanto C., Carreño C., Díaz Gavier F., Guerra A., González M., Medina G., José G., Luna M. (2017). *Desarrollo de contenidos para el aprendizaje m-learning*. Revista de la FCEFyN – UNC. ISSN: 2362-2539 (Versión electrónica) Vol. 4, Núm. 2 (2017). Publicado el 15/09/2017. En: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFyN/article/view/16799>
  - Saldis Heredia N., Gómez M., Colasanto C., Carreño C., González M. y Barbero G. (2017). *Animaciones, videos y códigos: herramientas para mejorar la comprensión de conceptos científicos*. Revista Argentina de Ingeniería. Editorial: Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. ISSN 2314-0925.
  - Saldis N., Colasanto C., Carreño C., Gómez M.; estudiantes: González M., Medina G. (2017). *Animaciones científicas como herramientas para mejorar la comprensión de conceptos*. 1er. Congreso Latinoamericano de Ingeniería "La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social". ISBN 978-987-1896-84-4. 13 al 15 de septiembre de 2017. Paraná - Entre Ríos – Argentina. (edUTecNe - <http://www.edutecne.utn.edu.ar/inicio.html>) a partir de abril de 2018.
1. Anónimo. (2014). *Documentos CONFEDI. Competencias en Ingeniería*. Universidad Fasta. ISBN 978-987-1312-62-7. URLs: [http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/409/Comp\\_Conf edi\\_978-987-1312-62-7\\_red.pdf?sequenc e=1](http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/409/Comp_Conf edi_978-987-1312-62-7_red.pdf?sequenc e=1) (consultado 22/05/2015)
2. CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina*. "Libro Rojo del CONFEDI"
3. CONFEDI, ACOFI (2018). *Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en la ingeniería: Experiencias en América Latina*. ISBN: 978-958-680-083-9. Primera edición: Julio de 2018. Impreso en Colombia
4. CONFEDI (1997): Resumen XLC Plenario CONFEDI. *Acuerdo sobre Competencias Genéricas* [http://www.diec.uns.edu.ar/docs/docentes/competencias/CONFEDI\\_Competencias\\_Genericas\\_de\\_Egreso\\_en\\_Carreras\\_de\\_Ingenieria.pdf](http://www.diec.uns.edu.ar/docs/docentes/competencias/CONFEDI_Competencias_Genericas_de_Egreso_en_Carreras_de_Ingenieria.pdf) (1997). Accedido el 13 de marzo de 2018.
5. Fernández Gauna, C; Nodaro, V.; Dias, I.; Rubau, C. (2016). *Diseño de un test diagnóstico para evaluación de "competencias de acceso" a estudios universitarios en ciencias exactas y naturales*. Actas de las V Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas, v.1, p.295-300.
6. Giordano-Lerena R. y Cirimelo S. (2013). *Competencias en ingeniería y eficacia institucional*. Ingeniería Solidaria, Vol. 9, No. 16, pp. 119-127, Dic., 2013. ISSN 1900-3102 / e-ISSN 2357-6014
7. Ministerio de Educación y Deportes Presidencia de la Nación. (2016). *Aprender 2016 - Primer informe de resultados*. URLs: [http://www.educacion.gob.ar/data\\_storage/file/documents/primer-informe-nacional-aprender-2016-58e67474a4d2e.pdf](http://www.educacion.gob.ar/data_storage/file/documents/primer-informe-nacional-aprender-2016-58e67474a4d2e.pdf) (consultado 26/04/2017).

## Referencias

## Enseñanza de conceptos de modelización de sistemas discretos con software de simulación con animación en 3D

Rosana M. Portillo, Ing., Ana Rosa Tymoschuk, PhD.

Departamento Ingeniería en Sistemas de Información

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe

Lavaise 610 - S3004EWB Santa Fe – Argentina

[rportill@frsf.utn.edu.ar](mailto:rportill@frsf.utn.edu.ar), [atymoschuk@frsf.utn.edu.ar](mailto:atymoschuk@frsf.utn.edu.ar)

### Resumen

*La asignatura Simulación es materia obligatoria en la carrera de Ing. en Sistemas de Información. Uno de los problemas en ciclos académicos anteriores fue el aprendizaje de la metodología del modelado y la simulación, manifestado por los alumnos, tanto en encuestas como en charlas con los docentes. El método de enseñanza organizaba clases en modo de enciclopedia, con el desarrollo secuencial de cada concepto de la modelización de sistemas discretos. Al momento de realizar la modelización y simulación de un sistema, al final del cursado, se detectaba el grado de comprensión de los alumnos. Como solución se propusieron cambios en el dictado, con técnicas para el modelado conceptual y elementos de animación como material para la enseñanza de conceptos de modelización de sistemas discretos, desde el inicio de las clases. Se utilizó también la metodología de enseñanza y aprendizaje basada en indagación. El presente trabajo explora la utilización de un software de modelización, simulación y animación 3D orientado a objetos y a procesos que permite ayudar en la comprensión y el aprendizaje de conceptos básicos y elementos metodológicos de la materia. De esa forma se facilitó la enseñanza y la comprensión de los contenidos desde el comienzo del dictado.*

**Palabras clave:** modelización, indagación, simulación 3D

### 1. Introducción

El presente trabajo explora la utilización de un software de modelización, simulación y animación 3D orientado a objetos y a procesos que permite ayudar en la comprensión y el aprendizaje de conceptos básicos y elementos metodológicos presentes en el curso. El software mencionado dispone de elementos de animación que se pueden usar como estrategia didáctica para facilitar la enseñanza de los contenidos correspondientes al curso desde el comienzo del dictado. En el planteo de ejercicios de modelado de sistemas discretos se utiliza la metodología de enseñanza y aprendizaje basada en indagación. La didáctica de clase propuesta se orienta a ayudar a los estudiantes a tener una comprensión más efectiva de cada etapa sin perder el objetivo final de una visión sistémica del estudio. De esta forma se les provee de herramientas conceptuales que les permitan realizar diferentes observaciones y conclusiones. Los docentes de la asignatura al mismo tiempo que sostienen una enseñanza actualizada y con diferentes estrategias, buscan atender a las posibilidades de las TIC y a las eventuales innovaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

“Los nuevos entornos tecnológicos aparecen entramando los modos en los que el conocimiento se construye, pero también aquellos a través de los cuales se difunde.”  
(Maggio, 2012, p.48).

La materia Simulación es una asignatura obligatoria en el cuarto nivel en la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN. Pertenece al Área Modelos del Plan de Estudios de la Ord. 1150/2007. Está propuesta como asignatura electiva en la carrera Ingeniería Industrial. Esencialmente en la asignatura se plantea enseñar y aplicar modelos y simulación de sistemas como herramientas de predicción.

La asignatura está orientada al aprendizaje de la representación de sistemas del mundo real, mediante una serie de criterios asociados a los sistemas de información y herramientas informáticas.

Un aspecto importante para el alumno es aplicar el enfoque sistémico a fin de estimar cuantitativamente comportamiento de casos de estudio. Esta metodología es útil para otras materias como Sistemas de Gestión, Inteligencia Artificial, Investigación Operativa, entre otras.

Además del enfoque sistémico, en la materia se enfatizan los comportamientos dinámicos, en forma continua o discreta. Por esa razón son necesarios conceptos de Probabilidad y Estadística, Matemática Discreta, Paradigmas de Programación, y otras, favoreciendo la integración de conocimientos por parte del estudiante.

Otros aspectos de importancia para el aprendizaje son las representaciones de los sistemas reales en los modelos, los parámetros de entrada obtenidos a partir de registros y observaciones del mundo real y su correspondiente tratamiento estadístico, la programación del modelo en un lenguaje de propósitos generales o de un simulador, las etapas de verificación y de validación y los experimentos virtuales, cuyas variables de salidas permiten detectar configuraciones favorables para el desempeño del sistema. (Banks *et al.*, 2010).

El estudiante entonces debe aplicar conocimientos de probabilidad, estadística y programación para simular sistemas y obtener información que debe ser correctamente interpretada. Esto se favorece con una práctica intensiva de modelos y simulaciones de una variedad de sistemas.

La planificación de la materia prevé la regularización y la aprobación directa o no mediante una serie de instrumentos que consideran la participación del alumno en forma grupal e individual, abarcando conceptos teóricos y prácticos.

En este sentido, los docentes de la cátedra han considerado los resultados de las evaluaciones y las opiniones de los alumnos de cada año para implementar cambios que apunten a mejorar el aprendizaje de los alumnos y establecer una forma dinámica de actualización de contenidos y de aprendizajes. Además de los indicadores convencionales de números de alumnos regularizados y aprobados directamente, y de intercambios informales de opinión, hemos considerado la opinión de los estudiantes sobre los aspectos relacionados con el desarrollo de las unidades, finalizando el cursado, sobre los temas más interesantes, la metodología didáctica, la metodología de evaluación y la principales dificultades encontradas por parte del alumno con el fin de reconocer las fortalezas y detectar las debilidades en el dictado/desarrollo de la materia. Se ha reflexionado sobre las opiniones de los alumnos de cada año para implementar cambios que apunten a mejorar el aprendizaje de los alumnos y establecer una forma dinámica de actualización de contenidos y de aprendizajes.

## 2. Marco teórico

El método de enseñanza tradicional se basa en enseñar definiciones teóricas y metodológicas de los sistemas discretos y cálculos de la simulación de eventos discretos al comienzo del cursado, a través de gráficos y tablas, de manera estática lo que limita la comprensión de los temas bases de la asignatura.

El software Simio es un programa de simulación de flujo de procesos por eventos discretos, basado en objetos y procedimientos, con el cual se puede construir modelos animados en 3D. La técnica de animación tiene un gran potencial para cumplir una función pedagógica en la enseñanza de conceptos complejos,

especialmente aquellos que no son sencillos de describir verbalmente. De esta forma, ayuda a crear imágenes mentales de sistemas que poseen elementos que cambian en tiempo y espacio.

La sencillez con que se pueden implementar elementos de animación mediante el uso de un software de simulación en 3D facilita la presentación de una clase, con características visuales atrayentes, a la vez que facilita la comprensión y el aprendizaje de los conceptos básicos y elementos metodológicos presentes en el curso. De esa forma cumple la doble función: como material de aprendizaje y como estrategia didáctica.

Desde el enfoque didáctico, Litwin (2005), en su obra *Tecnologías educativas en tiempo de Internet*, afirma lo siguiente:

“Los docentes del nivel superior incluyen los usos de las tecnologías de muy diferente manera, según el campo profesional o académico; en este estadio, son más usuarios de las tecnologías que en los anteriores. Pero el hecho de ser usuarios no significa que los hayan penetrado más en la enseñanza. Cuando las tecnologías han influido en el ejercicio del campo profesional, las enseñanzas que incluyen dicho ejercicio las introducen. Es el caso de la biología, el diseño arquitectónico, la ingeniería, la medicina, las ciencias sociales. Es difícil hallar alguna área profesional que hoy no se vea influida por las tecnologías. Tecnología necesaria que se introduce en la enseñanza como parte del trabajo profesional (p.32).”

La incorporación de las nuevas tecnologías en las prácticas educativas instala nuevas preocupaciones en relación con aquellas cuestiones que internet define, redefine o crea. Modos de leer, modos de escribir, criterios de legitimidad de la información, modos de comunicación y de producción se “reinventan e impulsan al mismo tiempo, generando nuevos avances en nuestra posibilidad de imaginar las capacidades y las metas” (Burbules y Callister, 2000, p. 33).

Parafraseando reflexiones de la autora Maggio (2012), se puede decir que se propone un marco para el abordaje de prácticas de la enseñanza que, mediante la inclusión de tecnologías, se destacan por lo

que crean en clase y por lo que dejan de manera perdurable en aquellos que la viven como docentes o como estudiantes.

En relación con el modo de aprendizaje y la didáctica propuesta mediante el uso de las tecnologías, rescatamos al autor Perkins (2010) quien afirma que:

“El enfoque del aprendizaje Pleno incorpora diferentes teorías del aprendizaje para ofrecer un marco conceptual de diseño. Se trata de una perspectiva integradora que permite tener en cuenta y mantener activas diversas características fundamentales del aprendizaje para lograr una buena educación.

(...) El enfoque del aprendizaje pleno es marcadamente constructivista y adhiere a la idea de que, en algún sentido, las personas siempre construyen sus propios significados a partir de sus experiencias de aprendizaje. De hecho, este enfoque brinda, de algún modo, mayor sustancia al constructivismo genérico. El aprendizaje por descubrimiento y por indagación puede entenderse como perspectivas particulares del constructivismo. (p.39)”

La animación se define como una visualización gráfica que cambia su estructura u otra propiedad a lo largo del tiempo y que dispara la percepción de cambio continuo (Schnotz y Lowe, 2008). En ambientes educativos, se utilizan a menudo animaciones para mejorar la comprensión por parte de los estudiantes de ciertos procesos complejos o de conceptos abstractos que cambian en tiempo y espacio. El movimiento y la trayectoria son características inherentes en una animación. Por lo tanto, no sería imprescindible el uso de elementos de animación si tales características no se encuentran presentes en los contenidos a enseñar. Si el movimiento y la trayectoria están presentes, la animación se justifica si cumple con funciones de clarificación y/o como estrategia de presentación. Implica dar un contexto visual a las ideas, ayudar a la codificación dual y es útil para mostrar ejemplos de sistemas dinámicos o con alto nivel de abstracción. La animación como función de clarificación implica promover el entendimiento de un

nuevo concepto o de una nueva relación sin necesidad de agregar información textual adicional.

El aprendizaje por indagación es una metodología de enseñanza-aprendizaje a través de la cual los estudiantes deben encontrar soluciones a un problema a partir de un proceso de investigación, usualmente poniendo énfasis en el trabajo cooperativo y en la extracción de ideas a través de la reflexión sobre las actividades realizadas para construir la solución.

Se conoce que el enfoque por indagación facilita la participación activa de los estudiantes en la adquisición de conocimiento y ayuda a desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas.

Finkel (2000), explica que trabajando en el desarrollo de una nueva asignatura observó que la enseñanza basada en la indagación se hacía más potente cuando refuerza la indagación en grupo. El autor sostiene que: “El cambio a enseñanza centrada en la indagación modifica la mayoría de los aspectos de la vida en el aula y permite al profesor enseñar con la boca cerrada. Es la indagación la que enseña. La indagación enseña porque el proceso de indagación induce a uno a aprender. Yo confiaba en aprender de la asignatura que puse en marcha, al igual que mis estudiantes. Y esperábamos compartir los resultados de nuestro aprendizaje con todos los demás. (Finkel, 2000, p.113)”

Teniendo como base el trabajo de Finkel, los docentes reconocen que la tarea principal previa al desarrollo de unidad requiere organizar la indagación desde el inicio, con lo cual se debe trabajar en las actividades de las clases. De esta manera, sin llegar a explicar el significado de un modelo, se plantea presentar la propia comprensión del modelo del sistema con la simulación animada en 3D. Los estudiantes deben ser guiados para que examinen conceptos centrales, sea en forma individual o con la formación de grupos para la discusión mutua. Con esta acción se intenta ayudar a desarrollar competencias necesarias para llevar a cabo la indagación. Una de las

cuestiones claves en este proceso es promover la participación en la indagación.

### 3. Objetivos y Metodología

El software de simulación con animación 3D tiene como propósito presentar a los estudiantes un tratamiento comprensible y rápido de muchos sistemas, como por ejemplo, el de una cola de espera simple con uno o 2 servidores.

En etapas iniciales del cursado se procede a trabajar con un ejemplo del tipo antes mencionado, brindado por la cátedra mediante el cual los estudiantes realizan la simulación de entidades que son atendidas por 1 o 2 servidores y que representan el sistema en estudio, para obtener indicadores de comportamientos. Se pretende que el estudiante comprenda los conceptos relacionados a un sistema discreto y su modelización, mediante una representación con elementos del software y al momento de simular, la animación permita observar la evolución del sistema en el tiempo.

El caso de estudio de las primeras clases tiene el siguiente enunciado:

“Una empresa de comidas rápidas ha detectado problemas en uno de sus locales debido a que los clientes han incrementado sus quejas respecto al tiempo que deben esperar en cola para ser atendidos. La gerencia supone que no es un problema de falta de comida sino de falta de personal. La información sobre el funcionamiento del local se resume en la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Información del caso

Clientes	Tiempo entre arribos	Exponencial con media de 3 minutos
Empleados de mostrador	Tiempo de servicio	Uniforme entre 3 y 5 minutos
	Cantidad	3 (factor experimental)
Cola de atención	Disciplina	FIFO

### Planteo del objetivo

Determinar la cantidad de empleados necesarios durante cada turno de trabajo para garantizar que el 95% de los clientes esperen para ser atendidos menos de 3 minutos. **Restricción:** Debido a limitaciones de espacio físico, un máximo de seis empleados pueden trabajar en cada turno.

#### Entradas (factores experimentales):

- Cantidad de empleados

#### Definición de las Salidas y/o Variables De Estado. Visualización.

- % de clientes que esperan en cola menos de 3 minutos
- Tiempo promedio de espera en cola
- Longitud promedio de la cola
- Ocupación promedio del personal

La representación del sistema en estudio en un modelo de simulación con el software SIMIO (SIMulation Modeling framework based on Intelligent Objects, [www.simio.com](http://www.simio.com)) y algunas de las variables de estado, se observa en el siguiente gráfico en 3D de la Figura 1:



Figura 1: representación en 3 D del caso de estudio

A continuación se observan las salidas de la simulación del ejemplo del restaurante, como se presentan en el simulador considerando la atención de los clientes por parte de 2 empleados (Figura 2):

- % de clientes que esperan en cola menos de 3 minutos:
- Tiempo promedio de espera en cola:
- Longitud promedio de la cola:
- Ocupación promedio del personal: 99 %

Preguntas para el método de indagación:

- ¿Cuántos clientes fueron atendidos en el tiempo que duró la simulación?

- ¿Cuántos clientes se observaron en promedio en el restaurante en cualquier instante de tiempo?
- ¿Cuál fue el número máximo de clientes en el restaurante en algún instante de tiempo?
- ¿Cuál fue el promedio de tiempo en que los clientes estuvieron en el restaurante?
- ¿Cuánto tiempo en promedio se demoró en atender a cada cliente?
- ¿Cuál fue el porcentaje de ocupación de cada empleado?

Object Type	Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Average Total
ModelEntity	cliente	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	23,3825
				Maximum	43,0000	
			FlowTime	TimeInSystem	Average [Minutes]	85,9963
				Maximum [Minutes]	149,5643	
				Minimum [Minutes]	12,4777	
			Throughput	NumberCreated	Total	92,0000
				NumberDestroyed	Total	133,0000
Server	Mostrador	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	99,3902
				UnAllocated	Total	94,0000
			UnScheduled	Average	2,0000	
				Maximum	2,0000	
			UnUtilized	Average	1,9860	
				Maximum	2,0000	
			ResourceState	TimeProcessing	Average [Minutes]	479,0000
				Occurrences	1,0000	
				Percent	99,7017	
				Total [Minutes]	479,0000	
			TimeStarved	Average [Minutes]	1,0000	
				Occurrences	1,0000	
				Percent	0,2083	
				Total [Minutes]	1,0000	
			InputBuffer	Content	Average	36,78
				HoldingTime	TimeInStation	41,0000
					Average [Minutes]	75,2377
					Maximum [Minutes]	142,2096
					Minimum [Minutes]	0,0000
			Throughput	NumberEntered	Total	133,0000
				NumberExited	Total	94,0000
			OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	92,0000
				NumberExited	Total	92,0000
			Processing	Content	Average	2,0000
				HoldingTime	TimeInStation	2,0000
					Average [Minutes]	10,1711
					Maximum [Minutes]	11,9996

Figura 2: salidas de simulación del caso de estudio

Para ver qué pasa si se cambian el número de empleados de 2 a 4 se analiza la salida de simulación en la siguiente Figura 3:

Object Type	Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Average Total
ModelEntity	cliente	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	1,7213
				Maximum	7,0000	
			FlowTime	TimeInSystem	Average [Min...	5,0003
				Maximum [Min...	6,9948	
			Throughput	NumberCreated	Total	137,0000
				NumberDestroyed	Total	137,0000
Server	Mostrador	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	22,8907
				UnAllocated	Total	139,0000
			UnScheduled	Average	5,0000	
				Maximum	8,0000	
			UnUtilized	Average	1,1445	
				Maximum	5,0000	
			ResourceState	TimeProcessing	Average [Min...	7,1169
				Occurrences	47,0000	
				Percent	69,6867	
				Total [Minutes]	334,9960	
			TimeStarved	Average [Min...	3,0958	
				Occurrences	47,0000	
				Percent	30,3153	
				Total [Minutes]	145,5040	
			InputBuffer	Content	Average	0,0000
				HoldingTime	TimeInStation	0,0000
					Average [Minutes]	0,0000
					Maximum [Minutes]	0,0000
					Minimum [Minutes]	0,0000

Figura 3: salidas de simulación del caso de estudio

Preguntas:

- ¿Cómo cambiaron las respuestas de las preguntas anteriores (número promedio de clientes, número máximo de clientes, número total de clientes atendidos, tiempo promedio de clientes en el restaurante, tiempo promedio de atención de los empleados, porcentaje de ocupación de los empleados)?
- ¿Considera que los cambios fueron necesarios? ¿Mejoró el servicio del restaurante? ¿A qué costo si hubo una mejora?

#### 4. Resultados

Con el caso de estudio expuesto ejemplo se puede apreciar la utilidad de la simulación, tanto para estimar variables de interés, como para observar qué cambios se producen en las mismas y si son significativos, experimentando con el modelo y la simulación, en lugar de hacerlo en el sistema real.

Los alumnos incorporan desde el inicio los conceptos que luego se desarrollarán en clases posteriores con más detalles, facilitando así la comprensión de los mismos.

#### 5. Conclusiones

Al analizar las prácticas de la enseñanza encontramos que “no pueden ser analizadas, reconocidas o reconstruidas a partir principalmente del buen uso que se haga o no de las tecnologías. Estas se hallan implicadas en las propuestas didácticas y, por lo tanto, en las maneras en se promueve la reflexión en el aula se abre un espacio comunicacional que permite la construcción del conocimiento y se genera un ámbito de respeto y ayuda frente a los difíciles y complejos problemas de enseñar y aprender” Litwin (2005).

La didáctica de clase propuesta es una forma de ayudar a los estudiantes que cursan la materia para que puedan comprender de manera más acabada la función de cada actividad en el total y les provee herramientas conceptuales que les permitan realizar diferentes observaciones y conclusiones.

Con la herramienta animada y en 3D y con el método de indagación se ha logrado que los estudiantes comprendan como los sistemas discretos se pueden representar mediante modelizaciones y además cómo se obtienen e interpretan las salidas de simulación como indicadores de comportamientos en un tiempo determinado. Además, mediante el método de indagación, los estudiantes pueden adquirir conocimiento y manejo de herramientas que permitan predecir comportamientos.

#### Referencias

- Banks, J., Carson, J., Nelson, B. (2010). *Discret-Event System Simulation*. London: Pearson, Fifth Edition.
- Burbules y Callister (2000). *Educación: Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Barcelona: Granica.
- Finkel, Don (2000). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Litwin, Edith (2005) (comp.). *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Maggio, Mariana (2012). *Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Buenos Aires: Paidós.
- Perkins, David (2010). *El aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Schnotz, W., Lowe, R. (2008). *A unified view of learning from animated and static graphics*. New York: Cambridge University Press.
- Simio LLC. Simio version 10.165.15447, 2017.

# Habilidades matemáticas y digitales en actividades de números complejos usando software

Favieri, A.

Departamento de Aeronáutica  
Facultad Regional Haedo, Universidad Tecnológica Nacional  
[afavieri@frh.utn.edu.ar](mailto:afavieri@frh.utn.edu.ar)

## Resumen

*Este proyecto se centraliza en el estudio de habilidades matemáticas y digitales al utilizar software matemático durante el proceso de enseñanza aprendizaje del tema flujo potencial de fluidos. Uno de sus objetivos es diferenciar la clase de actividades con uso de software Wolfram Mathematica que resultarían adecuadas para desarrollar dichas habilidades matemáticas y digitales en torno al tema en cuestión.*

*En este trabajo se reportan una de las actividades diseñadas, las habilidades matemáticas y digitales asociadas y los comandos del software que son necesarios utilizar. Se concluye con algunas reflexiones sobre el diseño de actividades matemáticas con uso de software y las acciones futuras.*

**Palabras clave:** habilidades matemáticas Wolfram Mathematica, diseño actividades, Wolfram Development Platform

## 1. Identificación

Código del PID 4504

Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería, Didáctica (Ciencias de la enseñanza)

Inicio: 01/05/2017. Finalización: 30/04/2019

## 2. Introducción

Este PID se centraliza en el estudio de habilidades matemáticas y digitales al utilizar software matemático durante el proceso de enseñanza aprendizaje del tema flujo potencial de fluidos. El contexto implicado es la asignatura Matemáticas Aplicadas a la Aeronáutica, de la carrera

Ingeniería Aeronáutica de la Facultad Regional Haedo. Esta asignatura se dicta en el segundo cuatrimestre de cada año lectivo y comprende dos cursos uno de turno tarde y otro de turno noche, con un promedio de 20 alumnos en cada uno de ellos.

La experiencia se llevó a cabo en los dos cursos, como parte de las actividades de clase obligatorias del ciclo lectivo 2017. Se realizaron en los laboratorios de la Facultad que cuentan con 20 computadoras con acceso a Internet.

El software seleccionado es Wolfram Mathematica pues ofrece un entorno, sintaxis y lenguaje aptos para realizar análisis de manera simbólica, numérica y visualizaciones de datos claras y precisas. Por otro lado, da la posibilidad de producir documentos interactivos de manera sencilla, que pueden ser usados en el aula. En estos documentos pueden incluirse ingreso de comandos, visualización de las salidas y textos para agregar explicaciones, justificaciones o interpretaciones de gráficos y resultados obtenidos. Estas características hacen que resulte apropiado para el desarrollo del tema en cuestión.

El software fue utilizado en su plataforma “Wolfram Development Platform” que es de acceso gratuito a través de Internet y que sólo requiere registro a través de una cuenta de mail. De esta manera se puede trabajar en la nube, todos los archivos quedan guardados en un disco virtual y el alumno puede acceder a ellos desde cualquier dispositivo o computadora. La misma permite compartir documentos, lo que facilitó la entrega de las producciones de los alumnos.

### **Marco teórico**

#### **Sobre las habilidades matemáticas y digitales**

Varios autores, Hernández Fernández, Delgado Rubí, Fernández de Alaíza, Valverde Ramírez y Rodríguez Hung (1998), Delgado Rubí (1998) aludiendo a Talizina (1984), Zabala (2007), Sánchez (2002), Godino (2002a), Nickerson, Perkins y Smith (1987), hablan de procedimientos como los modos de actuación, de un saber hacer, de contenidos procedimentales, de competencia, pensamiento hábil. Es conveniente distinguir los conceptos de procedimiento y habilidad vinculados a la Matemática. Por una parte, el procedimiento es la acción o tarea que debemos realizar para lograr un objetivo o fin en el cual la Matemática está involucrada.

En el año de 1956, Benjamín Bloom, desarrolló su taxonomía de Objetivos Educativos, que categoriza y ordena habilidades de pensamiento y el proceso del aprendizaje. Parte de Habilidades de Pensamiento de Orden Inferior y va hacia Habilidades de Pensamiento de Orden Superior; que abarcan las categorías conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación (Churches, 2009). En los años 90, Lorin Anderson (2014), revisó la Taxonomía de Bloom y publicó, en el año 2001, la Taxonomía Revisada de Bloom, que como novedad incorpora el uso de verbos en lugar de sustantivos para cada categoría y el cambio de la secuencia de éstas dentro de la taxonomía. Éstas incluyen recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear.

Los investigadores Delgado Rubí, Hernández, Valverde y Rodríguez, profundizaron el estudio de habilidades matemáticas y las han clasificado según su función (1998). Esta clasificación resume las habilidades matemáticas en habilidades conceptuales, traductoras, operativas, heurísticas y meta-cognitivas. Profundizando cada una de ellas:

- Habilidades conceptuales: aquellas que operan directamente con los conceptos

(Identificar, Fundamentar, Comparar, Demostrar)

- Habilidades traductoras: aquellas que permiten pasar de un dominio a otro del conocimiento (Interpretar, Modelar, Recodificar)

- Habilidades operativas: funcionan generalmente como auxiliares de otras más complejas y están relacionadas con la ejecución en el plano material o verbal (Graficar, Algoritmizar, Aproximar, Optimizar, Calcular)

- Habilidades heurísticas: aquellas que emplean recursos heurísticos y que están presentes en un pensamiento reflexivo, estructurado y creativo (Resolver, Analizar, Explorar)

- Habilidades meta-cognitivas: las que son necesarias para la adquisición, empleo y control del conocimiento y demás habilidades cognitivas (Planificar, Predecir, Verificar, Comprobar, Controlar).

#### **Sobre los registros de representación**

Duval (1993) investigó sobre el aprendizaje de la matemática y el papel de los registros de representación semiótica para la aprehensión de los conocimientos matemáticos. Su teoría de registros de representación semiótica se basa en un modelo constructivista y sostiene que los objetos matemáticos son accesibles a la percepción a través de representaciones mentales. Estas dependen de las representaciones semióticas que se refieren a algún sistema de signos que tiene como función principal la de comunicación. Y en matemática en particular, ofician de mediadoras entre los objetos matemáticos y su entendimiento. Las representaciones semióticas utilizan registros diferentes como el gráfico, el analítico, el numérico, el verbal.

Duval (2004) sostiene que el empleo de diversos registros de representación semiótica está relacionado con el desarrollo de las habilidades matemáticas

### **3. Objetivos, Avances y Resultados**

### **Objetivo del trabajo**

El objetivo es detallar el diseño de actividades con uso de software Wolfram Mathematica sobre números complejos y su relación con las habilidades matemáticas y digitales.

### **Metodología**

Las acciones llevadas a cabo para cumplir con el objetivo fueron:

- *Selección y justificación de los temas a incluir en las actividades*

La selección de los temas es: uso de números complejos para representar regiones en el plano. La razón de tal elección está relacionada con su utilización en los gráficos de los flujos potenciales. Por eso las regiones comprenden, hipérbolas, rectas, familias de rectas, circunferencias desplazadas y familia de circunferencias concéntricas.

- *Distinción de los registros de representación de las actividades*

De acuerdo al marco teórico se distinguieron tres registros de representación de las actividades: analítico, gráfico y verbal.

- *Elección de los comandos del software Wolfram Mathematica*

Se analizaron los comandos disponibles y se seleccionaron:

- Definición de variable compleja:  $z:=x + iy$
- Parte real de una variable compleja:  $Re[z]$
- Parte imaginaria de una variable compleja:  $Im[z]$
- Módulo de una variable compleja:  $Abs[z]$
- Comando para simplificar expresiones complejas en forma simbólica: “*Refine*”
- Comando que genera un gráfico de líneas de funciones que dependen de  $x$  e  $y$ , como las regiones en el plano complejo: “*ContourPlot*”
- Comando para evaluar expresiones complejas en un rango de valores: “*Evaluate*”

- *Decisión sobre las habilidades matemáticas y digitales de las actividades*

En consonancia con el marco teórico se decidió por las siguientes habilidades

- Habilidades conceptuales: Definir e Identificar
- Habilidades traductoras: Interpretar, Recodificar y Modelar.
- Habilidades operativas: Graficar
- Habilidades heurísticas: Analizar y Explorar
- Habilidades meta-cognitivas: Verificar y Justificar

### **Actividades**

Las actividades diseñadas, presentadas en los tres registros de representación seleccionados son:

#### *Actividad 1 (Registro analítico)*

Graficar las regiones del plano representadas por los siguientes conjuntos:

a)  $A = \{z \in \mathbb{C} / Im(z)Re(z) = a \wedge a \in \mathbb{Z}\}$

b)  $B = \{z \in \mathbb{C} / 2Re(z) + Im(z) - |z + 3i| = a \wedge a \in \mathbb{Z}\}$

Verificar los resultados obtenidos.

#### *Actividad 2 (Registro gráfico)*

Dados las siguientes regiones en el plano (fig. 1), escribirlas como un conjunto de números complejos que la represente. Justificar los procedimientos realizados.

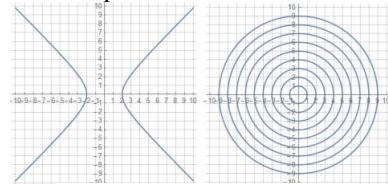


Fig. 1: Gráficos actividad 2

#### *Actividad 3 (Registro verbal)*

- Representar gráficamente el conjunto de números complejos cuyo argumento es  $\frac{\pi}{2}$ .
- Escribir por comprensión el conjunto de números complejos cuya distancia al origen se mantiene mayor que 2. Justificar el procedimiento realizado.

### **Análisis del diseño de las actividades con respecto a las habilidades matemáticas y digitales**

Con el fin de analizar si el diseño de las actividades propuestas podría favorecer el desarrollo de habilidades matemáticas y digitales elegidas, las mismas se resolvieron utilizando el software, y se establecieron relaciones entre los contenidos matemáticos, las habilidades matemáticas y digitales.

Este análisis permitió establecer que la categorización de habilidades matemáticas expresadas en el marco teórico no se corresponden con comportamientos estancos ya que, la ejecución de algún comando resulta del uso de varias habilidades matemáticas juntas. Por ejemplo, en la actividad 1, el alumno debe interpretar la información dada en registro analítico, identificar conceptos, recodificar en registro gráfico utilizando los comandos adecuados y graficar, incluyendo así habilidades conceptuales, traductor as y operativas que se ponen en juego de manera conjunta.

Otra de las consecuencias de este análisis es que es necesario que el docente conozca el software a utilizar en profundidad ya que, en este caso en particular, es preciso saber las diferentes opciones que pueden agregar a los comandos y las combinaciones que son posibles hacer con ellos para que los gráficos representen lo mejor posible las regiones del plano complejo.

Se estableció que las evidencias de las habilidades relativas a la interpretación de las salidas del software, a la verificación de resultados y justificación de lo realizado estarían expresadas en la inclusión de textos en las producciones de los alumnos hechos en el software. En el caso de la actividad 2, existe la posibilidad de justificar analítica y/o gráficamente utilizando el software.

A continuación, se muestra la vinculación de cada actividad con el contenido matemático y los comandos del software:

#### *Actividad 1 (Registro analítico)*

- Habilidades conceptuales:
  - Definir variable compleja en el software (*Comando I*)
  - Identificar conceptos de parte real e

imaginaria y módulo de una variable compleja (*Comandos Re[z], Im[z]*)

- Habilidades traductor as:
  - Interpretar la información dada en registro analítico (*Comando Refine*)
  - Recodificar en registro gráfico utilizando comandos adecuados del software (*Comandos ContourPlot y Evaluate*)
  - Interpretar las salidas brindadas por el software (*Expresado como un texto en el software*)
- Habilidades operativas:
  - Graficar utilizando los comandos apropiados de Wolfram Mathematica (*Comandos ContourPlot y Evaluate*)
- Habilidades heurísticas:
  - Analizar la combinación de comandos apropiadas para realizar los gráficos pedidos (*Comandos ContourPlot y Evaluate*)
  - Explorar con el software las diferentes opciones que pueden agregar al comando para graficar regiones del plano para que el gráfico sea lo más claro y preciso posible (*Comandos ContourPlot y Evaluate con opciones*)
- Habilidades meta-cognitivas
  - Verificar si el gráfico obtenido con el software corresponde a la expresión analítico original (*Expresado como un texto en el software*)

#### *Actividad 2 (Registro gráfico)*

- Habilidades conceptuales:
  - Identificar las regiones en el plano complejo (*Expresado como un texto en el software*)
- Habilidades traductor as:
  - Interpretar las regiones en el plano complejo mostradas en los gráficos (*Expresado como un texto en el software*)
  - Recodificar a registro analítico las regiones del plano mostradas en los gráficos (*Expresado como un texto en el software*)

- Modelar las regiones en el plano complejo utilizando expresiones analíticas de números complejos (*Expresado como un texto en el software*)
- Habilidades metacognitivas:
  - Justificar los procedimientos realizados para obtener las expresiones analíticas apropiadas (*Comando Refine o Comando ContourPlot*)

#### *Actividad 3 (Registro verbal)*

- Habilidades conceptuales:
  - Identificar concepto argumento de un número complejo (*Comando Refine*)
  - Identificar concepto módulo de un número complejo (*Comando Refine*)
- Habilidades traductoras:
  - Interpretar la información dada en registro verbal (*Comando ContourPlot*)
  - Recodificar en registro gráfico utilizando comandos adecuados del software (*Comando ContourPlot*)
  - Interpretar las salidas brindadas por el software (*Expresado como un texto en el software*)
  - Recodificar a registro analítico (*Expresado como un texto en el software*)
- Habilidades operativas:
  - Graficar utilizando los comandos apropiados de Wolfram Mathematica (*Comando ContourPlot*)
- Habilidades metacognitivas:
  - Verificar que el gráfico obtenido con el software corresponde a lo pedido en el enunciado (*Comando ContourPlot o Expresado como un texto en el software*)
  - Justificar los procedimientos realizados para el gráfico pedido y las expresiones analíticas apropiadas (*Expresado como un texto en el software*)

#### **Resultados**

Lo realizado hasta el momento permite establecer los siguientes resultados:

- Diseño de actividades sobre números complejos en tres registros de representación para ser resueltas utilizando el software Wolfram Mathematica en su plataforma online.
- Vinculación de habilidades matemáticas con el contenido de cada una de las actividades.
- Listado de comandos del software apropiados para la resolución de las actividades.
- Ampliación de habilidades matemáticas a digitales debido a la inclusión del software.

#### **Reflexiones**

Las actividades diseñadas para ser resueltas con el software Wolfram Mathematica están pensadas para favorecer el desarrollo de habilidades matemáticas y digitales.

Las habilidades matemáticas adquieren una dimensión digital al incorporar software en la resolución.

El diseño demanda que el docente conozca el software, su sintaxis y comandos, las formas de expresión y salidas que el mismo ofrece. Esto ayuda a prever posibles dificultades a las que los alumnos podrían enfrentarse.

#### **Trabajos a futuro**

A futuro se prevé analizar los resultados de la implementación de las actividades en el aula, con el fin de determinar el grado de desarrollo de las habilidades matemáticas y digitales.

#### **4. Formación de Recursos Humanos**

El equipo de investigación está compuesto por: Favieri, A., director, Vescovo E., codirector, Igareta, D. y Agotegaray, S., como investigadores de apoyo.

#### **5. Publicaciones relacionadas con el PID**

- Análisis preliminar de habilidades matemáticas y digitales asociadas a la enseñanza de flujo potencial

- usando software.** Favieri, Vescovo, Igareta. **JEIN, V Jornada de Enseñanza de la Ingeniería.** San Nicolás, Argentina. 2017
- **Mathematical And Digital Skills In Teaching Potential Flow Using Technology,** INTED, 2th International Technology, Education and Development Conference. Valencia, Spain. 2018.
  - Artículo en revista nacional “Revista Digital Docentes Conectados” editado por el Centro de Informática Educativa de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis, **Regiones en el plano complejo, software Mathematica y habilidades matemáticas y digitales. Julio 2018.**

## Referencias

- Anderson, L. (2014). It's a bit hard to believe: Reflections on an unforeseen career trajectory. In Ibarrola, M. D., & Phillips, D. C. (Eds.), *Leaders in Educational Studies*, Volume 7: Leaders in Educational Research: Intellectual Self Portraits by Fellows of the International Academy of Education" (Vol. 7) (pp. 5-17). Retrieved from <https://www.sensepublishers.com/media/2080-leaders-in-educational-research.pdf>
- Churches, A. (2009). *Taxonomía de Bloom para la Era Digital.* Recuperado el 2018, de Eduteka: <http://cor.to/1GgQ>
- Delgado Rubí, J. (1998). Las habilidades generales matemáticas y la estructuración del conocimiento. En R. M. (Ed.), *Actas de la Undécima Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa* (págs. 88-91). México: Grupo Editorial Iberoamérica, S. A.
- Duval, R. (1993). Registres de présentations sémiotiques et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Science Cognitives*, 5, 37-65.
- Duval, R. (2004). Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Vega, M. Trad.). (Obra original publicada en 1995, Sémiotique et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels). (2da ed.). Cali: Universidad del Valle, Grupo de Educación Matemática.
- Eduteka. (2007). *Mapa de alfabetismo en TIC: Matemáticas.* Recuperado el 2018, de <http://cor.to/L5wG>
- García, J. & Perales, F. (2006). ¡Cómo usan los profesores de Química las representaciones semióticas? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 247-259.
- Godino, J. D. (2002a). Competencia y comprensión matemática: ¿qué son y cómo se consiguen? *Uno. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 29, 9-19.
- Hernández Fernández H, Delgado Rubí J.R., Fernández de Alaíza B, Valverde Ramírez L, Rodríguez Hung T. (1998). *Cuestiones de didáctica de la Matemática.* Rosario: Serie Educación: Homo Sapiens Ediciones.
- Macías Sánchez, J. (2014). Los registros semióticos en Matemáticas como elemento personalizado en el aprendizaje. *Revista de Investigación Educativa. Conect@2*, 4(9), 27-57.
- Nickerson, R., Perkins, D. y Smith, E. (1987). *Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual.* Barcelona: Paidós. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Sánchez, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades del pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4(1).
- Zabala, A. (2007). Los enfoques didácticos. En E. M. C. Coll, *El constructivismo en el aula* (18va ed., págs. 125-161). Barcelona: GRAÓ.

# Una experiencia en formación de recursos humanos en Investigación para la Ingeniería – Automatización de un sistema de medición hidráulico

Francisco G. Gutiérrez, Sergio Julián Farchetto, Carrara Sergio Daniel, Gustavo González,  
José María Maffei

Centro Universitario de Desarrollo en Automación y Robótica  
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba, Argentina.  
fggutierrez@gmail.com, sfarchetto@gmail.com, sercarrara@gmail.com, ggonzalez.cia@gmail.com ,  
josemmaffei@gmail.com

## Resumen

*La investigación aplicada durante los estudios de grado de Ingeniería posee un carácter formativo especial, ya que los actores que participan (estudiantes y docentes) son protagonistas del proceso de construcción del conocimiento sobre el objeto de estudio, colaborando en la detección de problemas y en la elaboración de respuestas: en el caso particular presentado, se trata de la automatización del perfilado topográfico de un canal hidráulico de fondo móvil.*

*En este trabajo se presenta un proceso de formación de becarios estudiantes de grado en el Centro Universitario de Desarrollo en Automación y Robótica (CUDAR) perteneciente a la UTN Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC). El proceso se funda en el trabajo conjunto multidisciplinario para que el estudiante vivencie la construcción e integración del conocimiento para el desarrollo interactivo de proyectos reales.*

*Los resultados positivos obtenidos, que resultan tangibles por tratarse de aplicaciones concretas, sugieren lo ventajoso de la extrapolación de esta experiencia práctica a otras instancias académicas de formación. Con estas acciones se intenta disminuir la brecha observada entre los conocimientos teóricos adquiridos y su aplicación práctica, contribuyendo a la formación de competencias tecnológicas, sociales y actitudinales de los futuros profesionales en consonancia con las «Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino» establecidas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería.*

**Palabras clave:** conocimiento, formación, práctica.

## 1. Introducción

Anualmente el Centro Universitario de Desarrollo en Automación y Robótica – CUDAR incorpora becarios alumnos para hacerlos participar en los proyectos que en el Centro se desarrollan y dar cumplimiento así a uno de sus objetivos institucionales, que es la formación de recursos humanos. Se constató la existencia de una falencia en los estudiantes cuando tienen que volcar los conocimientos teóricos adquiridos a la solución de problemas concretos. Además se observó falta de competencia social y actitudinal para interactuar entre sí, con docentes profesionales y/o futuros profesionales de otras áreas era un aspecto a mejorar.

El CUDAR está integrado por docentes investigadores de diversas disciplinas de la Ingeniería, y en conjunto, se preparó una actividad que podría ser concebida como un trabajo integrador, pero cuyo objetivo principal es acelerar la incorporación de los estudiantes a la dinámica del Centro, para que puedan de esa manera participar de forma más concreta de los proyectos en desarrollo.

El trabajo propuesto es el desarrollo del automatismo para la toma de mediciones del perfil topográfico de un canal de fondo móvil perteneciente al Laboratorio de Hidráulica de la Facultad Regional Córdoba. En la Fig. 1 se observa el sistema a automatizar: sobre el canal hidráulico se encuentra montado el dispositivo de medición, que es posicionado en dos grados

de libertad mediante una mesa x-y, cada uno de cuyos ejes es accionado por un motor de corriente continua a través de su correspondiente acoplamiento mecánico.



Figura 1: Canal de fondo móvil y posicionadores.

Los sensores de posición se encuentran montados sobre los ejes de los motores, tratándose de encoders incrementales desarrollados en el CUDAR, cuyo principio de funcionamiento los becarios deben analizar y comprender. El sistema se comunica con una PC a través de una interfaz serie con capa física RS485, utilizando protocolo MODBUS. Todo ello es compatible con lo que el futuro profesional encontrará en la industria.

La función de la PC es comandar las posiciones de medición y almacenar los datos correspondientes para posteriormente elaborar el perfil del fondo. La interfaz de comando para el accionamiento de los motores se materializa mediante un microcontrolador ARM Cortex-m3, que se programa en una plataforma de desarrollo libre (Eclipse y compilador GCC).

## 2. Marco teórico

Una de las premisas subyacentes en este trabajo es impulsar aspectos del constructivismo en las carreras de ingeniería como uno de los medios para mejorar el desempeño de los estudiantes en su formación profesional y en su futura experiencia laboral (Menin, 2004 y Perkins, 2003). Consecuentemente, se priorizó la elaboración de los análisis del modelo, diseño, construcción, procesamiento de señales, adaptación de encoder, ensayos y verificaciones necesarias para el cumplimiento de las especificaciones de diseño establecidas. Todo ello contribuyendo a la formación de competencias tecnológicas,

sociales y actitudinales de los futuros profesionales de la Ingeniería en de acuerdo a lo establecido por CONFEDI (2014).

## 3. Objetivos y Metodología

El docente investigador acompaña al estudiante en el proceso de formación específica, a la búsqueda activa de información que, posteriormente será aplicada en el diseño del sistema, con lo cual se dio una situación de cierta naturalidad en el descubrimiento conjunto de los diferentes pasos para la concreción del trabajo. El docente investigador en el ámbito técnico profesional actuando como ingeniero delimita la tarea, tiempos y la dinámica de trabajo. Los becarios pueden realizar consultas referidas a la mecánica o al sistema en general, pero los docentes no brindan la solución directa al problema, sino una guía, acompañando la construcción del conocimiento.

Más allá de la diagramación de los objetivos por parte del docente investigador, el desarrollo del trabajo implicó la asistencia del estudiante al laboratorio de electrónica del CUDAR tres veces por semana, tres horas cada día. Se trabajó en equipos de dos o tres estudiantes. Se trabajó en paralelo sobre cada uno de los desafíos en que se pudo dividir el problema completo.

Resultó valioso que los integrantes del equipo de trabajo fueran compartiendo resultados y experiencias ayudándose mutuamente para mantener equilibrado el grado de avance en la resolución de la tarea planteada (corroborando así, una vez más, la teoría sociocultural de Vygotski, 1978).

Esta implementación de un aprendizaje colaborativo implicó para los estudiantes poder reconocer y aprovechar el potencial de un trabajo en equipo y para construir conocimientos y resolver problemas. Adicionalmente se fomentó en los estudiantes el uso de bibliografía específica actualizada, con la finalidad explícita de hacerles descubrir el potencial de la cognición distribuida.

La obligada interacción con los miembros del Laboratorio de Hidráulica (el organismo comitente del sistema de medición), contribuyó a que los alumnos desarrollaran competencias sociales y comunicacionales

con interlocutores externos, ajenos al grupo de trabajo.

Como consecuencia de lo precedentemente expuesto, la tarea del docente investigador abarcó los siguientes aspectos:

- presentar conceptos claves transversales a las asignaturas integradas en el trabajo,
- plantear y organizar objetivos en función del trabajo a realizar,
- guiar el funcionamiento interno del equipo y las interacciones,
- trabajar a la par de los estudiantes en el descubrimiento del conocimiento para alcanzar el objetivo planteado

Es importante manifestar que estas actividades propuestas por el Centro para la formación de estudiantes avanzados, tiene el fin de brindar experiencia pre profesional antes de la inserción laboral en el campo industrial, como así también para despertar en entusiasmo por la investigación e integrarlos al ámbito de la ciencia y la tecnología.

### 3.1. Ámbito de trabajo y recursos

El becario desarrolló su actividad en el CUDAR, área electrónica, que cuenta con suficientes elementos didácticos (computadoras, pizarrón, pantalla de LCD, bancos de ensayo, motores, etc.). Además, se dispone de bibliografía actualizada en la biblioteca del Centro, suscripciones a páginas web, etc.

### 3.2. Requerimientos

Al estudiante se le plantea un problema que involucra el control preciso de velocidad y posición del sistema de medición, para ello resulta imprescindible implementar control realimentado.

Para llevar a cabo esta tarea se propone el diseño y construcción de:

- Sistema mecánico para transmisión de movimiento,
- Sistema embebido para el control de posición.

El sistema debe cumplir con ciertos requerimientos:

- Ser de fácil mantenimiento,
- Poseer transmisión mecánica de bajo costo,

- Tener una resolución de posicionamiento de  $\pm 0,5$  mm,
- Ser de velocidad de traslado constante,
- Contar con protección del sistema mecánico,
- Tener fines de carrera mecánicos y electrónicos,
- Contar con dispositivo de arrastre de cables.

Los requerimientos generales del sistema de control de posición son:

- Repetitividad
- Bajo costo
- Posicionamiento en todo el rango útil del canal
- Interfaz de control intuitiva

Con estos requerimientos los estudiantes se enfrentan al proceso de diseño. En la Fig. 2 se puede observar un diagrama en bloques del sistema completo:

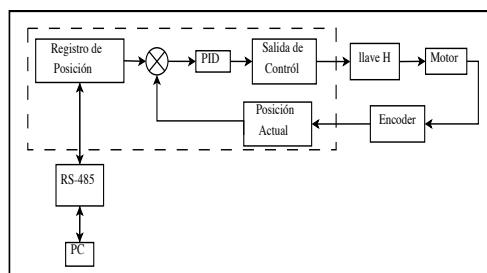


Figura 1: Esquema del control de posición.

Como elemento de realimentación se utiliza un encoder óptico incremental, elemento típico en la industria, pero en este caso se aborda su diseño y fabricación, lo cual brinda al estudiante un entendimiento completo de su funcionamiento.

## 4. Resultados

### 4.1. Determinación y diseño del patrón para el encoder

El encoder óptico incremental consiste en un disco metálico maquinado que se fija al eje del motor. El disco posee en su periferia una serie de ranuras respondiendo a un patrón que permiten o interrumpen el paso de una señal lumínica.

Se propone al estudiante el diseño del encoder empleando dos sensores ópticos

situados uno al lado del otro, lo cual permite tener algunas referencias de longitud que el estudiante debe aplicar para encontrar un método general de diseño del patrón de distribución de dientes del encoder. El sensor óptico recomendado es el TCST2103 de ranura abierta (Vishay Semic. 2009), ver Fig. 3. El esquema conceptual del encoder se presenta en la Fig. 4.



Figura 2: Sensor óptico.

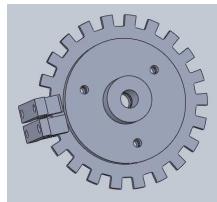


Figura 3: Diagrama del disco y el sensor.

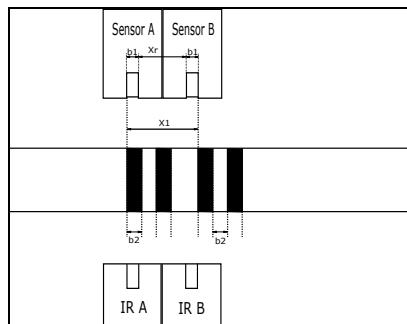


Figura 4: Esquema lineal de la ubicación de los sensores.

Se induce al alumno a analizar las relaciones geométricas que muestra esquemáticamente la Fig.5 para establecer las dependencias funcionales entre el tamaño y el espacio entre ranuras con el comportamiento del patrón y las dimensiones de las bandas. En definitiva se debe establecer la relación:

$$b_2 = \frac{2(X_r + b_1)}{2n - 1} \quad (1)$$

en base a cuyo análisis, el alumno debe ser capaz de deducir que –para los valores de  $X_r$ ,

y  $b_1$  que son parámetros constructivos de los sensores ópticos– existen ciertos valores enteros de  $n$ , que se corresponden con el número de bandas posibles entre ranuras, esto determinará el ancho y separación de las ranuras del patrón. Se ha de elegir un valor conveniente y según un criterio para la fácil implementación del patrón (p.ej  $n=2$  para  $b_2=4$  mm).

A continuación el estudiante debe enfrentar la pregunta:

*¿qué diámetro deberá tener el disco del encoder para acomodar un número entero de ranuras de modo tal que la discriminación angular obtenible por el procesamiento de las señales ópticas resulte compatible con la precisión posicionamiento lineal requerida?*

La respuesta no es inmediata y requiere de un proceso recursivo de análisis que tenga en cuenta las relaciones de transmisión mecánicas (caja reductora + polea de arrastre), las dimensiones de las ranuras del encoder y la geometría del par de sensores ópticos seleccionados. Como en todo problema de ingeniería, la solución no es única y el alumno debe proporcionar una solución aproximadamente minimizada en costo: el menor diámetro posible de disco que permita el montaje de los sensores ópticos (minimización de material) y el menor número entero de ranuras compatible con los requerimientos de precisión (minimización del costo de maquinado). La solución implementada –que el alumno deberá comparar con su propuesta– es un disco de 60 mm de diámetro con 22 ranuras (Fig. 6).



Figura 5: Disco para el encoder óptico.

El próximo aspecto a considerar es el material con que se fabricará el disco del encoder, que debe reunir características de

rigidez, durabilidad y baja densidad. El alumno deberá discutir la importancia relativa de estas características y justificar el empleo de una placa de aluminio de 1.6 mm de espesor, como la utilizada en la implementación real.

#### 4.2. Acondicionamiento de señales

Se presenta a los alumnos las señales proporcionadas por los sensores ópticos (Fig. 7) y una vez acondicionadas (Fig. 8), invitándolos a discutir las ventajas derivadas de una señal de flancos netos.

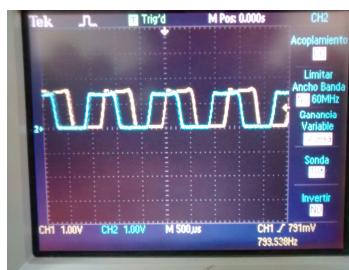


Figura 7: Señales de salida del encoder sin acondicionamiento.



Figura 8: Imagen de las señales post acondicionamiento.

Los estudiantes deben proponer circuitos de acondicionamiento de señal (el más elemental de los cuales es un comparador utilizando un amplificador operacional). Las señales del encoder son conectadas al periférico dedicado del microcontrolador que permite obtener de ellas velocidad y posición. El estudiante tiene que familiarizarse con la configuración de periféricos específicos provistos en el procesador. Se solicita al estudiante que configure al periférico para máxima resolución, esto es, contando cada flanco proporcionado por el encoder.

#### 4.3. Lazo de control PI embebido en el microcontrolador

El estudiante debe diseñar en el microcontrolador un lazo de control típico PI, para lo cual debe investigar cómo llevar los conceptos teóricos de tiempo continuo a un sistema digital. Para ello el equipo docente lo guía en el uso de la aproximación de Tustin y herramientas de diseño en tiempo discreto. En este punto se le solicita una simulación preliminar en Matlab Simulink®, donde el estudiante se enfrenta con los temas relacionados con la frecuencia de muestreo y la sintonía del controlador.

#### 4.4. Driver de Potencia

Como driver de potencia se utiliza una llave H empleando LDM18200 (Texas Instruments, 2013), que posee 3 entradas: Sentido (Direction), Freno (Brake) y Modulación de ancho de pulso (PWM) de 20kHz cuyo ciclo de trabajo depende del algoritmo de control. La Fig. 9 muestra el diagrama en bloques.

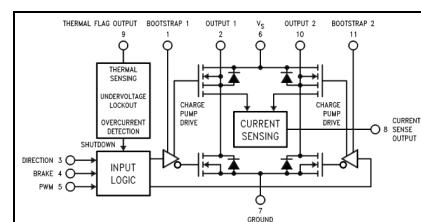


Figura 9: Diagrama en bloques del LDM18200

El estudiante es conducido a analizar cada uno de los modos de operación del driver y a discutir su empleo en las diversas situaciones normales y anormales (fallos) en que puede encontrarse el sistema de posicionamiento, llevándolo a reconocer que, además del compensador PI, en el microcontrolador se deben incorporar asimismo los algoritmos de detección y reacción ante situaciones anormales. Ello conduce a los estudiantes a construir conocimientos sobre la jerarquización de las acciones de comando y control.

#### 4.5. Comunicación ModBUS

La etapa final de las actividades propuestas a los becarios, consiste en el estudio de la

implementación del protocolo ModBUS [5], sobre una capa física RS485. Se seleccionó este protocolo por ser ampliamente empleado en la industria y porque el estudiante puede desarrollarlo utilizando plataformas de desarrollo libre.

## 5. Conclusiones

Hasta el presente, las acciones descriptas han sido llevadas a cabo por dos grupos de becarios alumnos, en dos períodos académicos consecutivos.

A los efectos del presente artículo, y pedimos perdón por ello, se ha privilegiado la descripción de las acciones relacionadas con el diseño del encoder, dado que este aspecto es más accesible a nivel general y no requiere –por parte del lector– de conocimientos especializados a nivel de electrónica, informática y sistemas de control. Por otra parte, por cuestiones de espacio, otro enfoque de la exposición hubiera resultado –si no imposible– por lo menos muy difícil. Hecha esta salvedad, pasemos ahora a las conclusiones.

Tras la experiencia que se acaba de describir, se ha observado una mejora en la forma en que los becarios abordan los problemas de ingeniería e integran sus conocimientos teóricos. Además se ha comprobado un aumento en su predisposición a encarar problemas de control y automatización que involucren retos investigativos para la construcción de nuevos conocimientos.

En cuanto a la formación de competencias sociales, se debe destacar que el aprendizaje colaborativo ha significado en el presente caso un notable incremento en la cohesión de los grupos de trabajo formados por los educandos, lo que se tradujo en una potenciación conjunta de aptitudes y en un mutuo apoyo para la construcción de conocimientos, facilitándose así el ataque grupal a los problemas tecnológicos planteados.

## Agradecimientos

Se agradece al Laboratorio de Hidráulica de la Facultad Regional Córdoba (director Mg. Ing. J. F. Weber) por la colaboración

brindada para la realización de la presente experiencia.

## Referencias

- CONFEDI – Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, (2014): “Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino”, en *Documentos de CONFEDI Competencias en Ingeniería*. 1<sup>a</sup> edición, Mar del Plata: Edit. FASTA.
- Menin O., (2004): *Pedagogía y universidad. Currículum, didáctica y evaluación*. Edit. Homo Sapiens.
- Modbus.org (2002): “MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.0” [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_over\\_serial\\_line\\_V1.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1.pdf).
- Perkins D., (2003): *La escuela inteligente– Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Edit. GEDISA.
- Texas Instruments, (2013): “Datasheet of LMD18200 3A, 55V H-Bridge”, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmd18200.pdf>.
- Vishay Semiconductors, (2009): “Datasheet of Transmissive Optical Sensor with Phototransistor Output” [www.vishay.com/docs/81147/tbst2103.pdf](http://www.vishay.com/docs/81147/tbst2103.pdf).
- Vygotsky, Lev S., (1978): *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Edit. PAIDÓS.

## Tendencias de las TI/SI en Pymes de la Región Centro

*Carrizo Blanca Rosa<sup>(1)</sup>, Abet Jorge Eduardo<sup>(2)</sup>, Colazo Carlos<sup>(3)</sup>, Kunda Beatriz<sup>(4)</sup>, Olmedo Adriana<sup>(5)</sup>, Olivo Federico<sup>(6)</sup>, Simieli Paola<sup>(7)</sup>*

GICAPP “Grupo de Investigación en Control Avanzado de Procesos y Producción”  
<sup>(1)(2)(4)(5)(6)</sup> Dpto. Ingeniería Industrial, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional

Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina. C.P.: 5016  
<sup>(3)(7)</sup> Facultad Regional Villa María, Universidad Tecnológica Nacional  
[bcarrizo@frc.utn.edu.ar](mailto:bcarrizo@frc.utn.edu.ar) / [jabet@frc.utn.edu.ar](mailto:jabet@frc.utn.edu.ar)

### Resumen

*Las PYMEs desempeñan un importante rol en la economía de los países desarrollados y para ellas es esencial aprovechar las ventajas que ofrecen las Tecnologías de la Información y los Sistemas de Información (TI/SI) para volver su negocio más eficiente, sobre todo en los procesos productivos y como una forma de diferenciarse de la competencia.*

*Las TI/SI pueden transformar los procesos productivos, aumentando la movilidad y rapidez con que estos se realizan, disminuyendo los costos y facilitando la inserción de las mismas en la economía global.*

*La configuración organizativa, el estilo de gestión y la interacción con los mercados difieren notoriamente de las grandes corporaciones, y enfrentan desafíos como: infraestructura, logística, acceso a recursos humanos, financieros, educación, ciencia y tecnología.*

*En este contexto, las TI/SI han cobrado una importancia fundamental como instrumento de mejora de la competitividad y productividad de las economías modernas en general, y de las empresas en particular. Con el objetivo de “Estudiar, analizar, describir y diagnosticar recursos de TI/SI en las PYMEs de la región centro”, se seleccionó una muestra representativa de la población y en el marco de una encuesta, se inició un relevamiento de campo que pretende graficar un escenario regional de la situación actual de las mismas a nivel informático.*

**Palabras clave:** PYMEs. Tecnologías de la Información y Sistemas de Información (TI/SI). Competitividad.

### 1. Identificación

*Código del PID: IFN 4346.*

*Denominación: “Diagnóstico e impacto de las TI/SI en Pymes de la Región Centro. Diseño de estrategias de mejora”.*

*Disp. SCTyP N° 263/16 del 18/11/16.*

*Fechas de inicio y finalización: 01/01/2017 hasta 31/12/2019*

*Unidad Ejecutora: GICAPP “Grupo de Investigación en Control Avanzado de Procesos y Producción”. Dpto. Ingeniería Industrial. Facultad Regional Córdoba.*

*Coejecutora: Facultad Regional Villa María.*

### 2. Introducción

Se conceptualiza como TI/SI al conjunto de herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes.

“Las Pymes hoy no tienen capacidad de administrar de manera eficiente su tecnología, por eso la nube aparece como un modelo ideal para disminuir costos e ir por más.” (Martín Feldstein, 2017)

Actualmente, las PYMEs utilizan telefonía móvil y fija, computadoras personales, Internet, intranet, e-commerce, usan programas como whatsapp, Facebook, Linkedin y los blogs.

También aplican en instancias más avanzadas como los ERP (Sistemas de

Planificación de Recursos Empresariales) y CRM (Administración de Relaciones con los Consumidores).

A nivel modelo de negocios, hay servicios de comunicación y pago como:

- transacciones con clientes de todo el mundo: Mercado Pago y Paypal.
- videoconferencias: Skype y Hangouts.
- facilitar el contacto directo con los clientes en vez de utilizar el mail o el teléfono: Whatsapp.
- videos corporativos: Youtube, Vine y Wideo.
- comprar y vender: Mercado Libre, e-Bay, Amazon y Alibaba.
- informar a los clientes, mantener una comunicación periódica y promocionar sus productos y servicios: páginas web, Linkedin, Facebook, Google Ads y blogs con notas.
- enviar newsletters: Mailchimp.
- organizar eventos y tareas: Trello y Google Calendar.

De a poco, se empiezan a utilizar las tecnologías en la nube (cloud computing) para almacenamiento, aplicaciones, gestión de datos y recursos virtuales compartidos (redes, servidores); donde el costo mensual es bajo y accesible.

Es decir que, estas aplicaciones requieren una baja inversión y son muy flexibles ya que la cantidad de usuarios puede incrementarse o disminuirse rápidamente, se actualizan continuamente, tienen soporte y confiabilidad de nivel mundial, permite el acceso tanto desde la empresa como desde el teléfono y las computadoras personales.

En este contexto, las PYMEs evitan el uso de la tecnología en la modalidad in-house y apuestan por servicios en la nube, que les permitan contar con una solución llave en mano que no requiera realizar grandes desembolsos de dinero.

La tendencia no es sólo llevar infraestructura a la nube - servidores, capacidad de cómputo y almacenamiento, entre otros - sino adoptar esta tecnología y los modelos "como servicio" para diferentes tipos de aplicaciones, especialmente aquellas que no sean parte de los procesos core del negocio.

La tendencia es delegar la gestión de la infraestructura de hardware y software a proveedores de servicios.

Es decir que, la nube híbrida se configura como una alternativa que permite a las PYMEs alcanzar los beneficios de la nube, al mismo tiempo que evitan las preocupaciones sobre dónde está alojada la información relevante para el negocio.

La tendencia futura es migrar a modelos en la nube, no solo por una cuestión de costos y flexibilidad, sino también por requerimientos de modelos de movilidad que hoy exige el mercado global.

El escenario de las PYMEs es un mercado incipiente donde hay mucho por crecer y si bien se reconoce que ese es el camino, se sacrifica hoy la innovación por un problema de costos.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

#### Objetivo Principal:

"Estudiar, analizar, describir y diagnosticar recursos de TI/SI en las Pymes cordobesas", determinando indicadores que reflejen la situación actual y permitan el diseño de modelos que optimicen su gestión competitiva.

#### Objetivos Específicos:

- Trazar un mapa inicial descriptivo de la situación general actual de las Pymes frente a la administración de las TI/SI.
- Evaluar el grado de inserción de las TI/SI en la gestión de las Pymes bajo análisis.
- Diagnosticar posibles problemas que afectan la informatización de estos casos bajo análisis.
- Formular estrategias de solución que permitan optimizar la gestión de las TI/SI.
- Evaluar la factibilidad técnica, económica y operativa de implementar soluciones ya formuladas.
- Diseñar modelos metodológicos basados en técnicas que reúnan las mejores prácticas para cada perfil de Pyme.
- Transferir herramientas, metodologías y estrategias estudiadas, evaluadas y/o diseñadas tanto al Sector PYME como al seno de las cátedras involucradas

- Difundir los resultados y conclusiones obtenidos al ámbito científico y académico mediante su presentación y publicación en Congresos.
- Formar recursos humanos mediante el sistema de becas de alumnos y graduados así como a través de la dirección de trabajos de Práctica Supervisada y Tesis de carreras de grado.
- Diseñar un instrumento operativo para monitorear las actividades de las Pymes en la región Córdoba, desde el seno de la Universidad.

#### Avances:

La investigación comenzó a realizarse inicialmente con encuestas a través de un cuestionario estructurado y autoaplicado dadas las características cuantitativas de las preguntas de investigación, además de entrevistas que permitan realizar un análisis preliminar del estado actual de las TI/SI en las Pymes consultadas.

La selección de las empresas encuestadas se realizó por muestreo aleatorio a fin de evitar sesgo propio de la intervención de los investigadores

Posteriormente se contará con datos provenientes de fuentes primarias y secundarias que serán recolectadas y evaluadas con métodos cualitativos y cuantitativos.

Este estudio surge de la necesidad de contar con elementos de juicio válidos para sustentar un proceso de capacitación, basado en la educación de las personas a cargo de PYMEs que ya tengan conformada una área de TI/SI o requieran constituirla, con la finalidad de mejorar la toma de decisiones a nivel empresarial y contribuir a su competitividad.

Si bien existen estudios similares, tienen otro enfoque; por ello este análisis preliminar es inédito en su tipo ya que al momento de analizar antecedentes no se han encontrado estudios con rigurosidad científica y de esta envergadura en la región.

#### Resultados Obtenidos a la fecha:

Actualmente, se están relevando PYMEs con un cuestionario estructurado orientado a directivos de TI/SI localizadas en Córdoba y

responden a perfiles metalmecánico, alimenticias y de servicios.

Dado que el presente relevamiento está en constante retroalimentación, es necesario destacar que la misma enriquece y actualiza el dictado de los contenidos que se imparten en las cátedras “Informática I” de Ingeniería Industrial y “Fundamentos de Informática” de Ingeniería Mecánica e innova en su metodología ya que se cuenta con datos y problemas reales y en tiempo real.

En ambas cátedras, los alumnos del turno noche ya están insertos en el mercado laboral regional y día a día participan de procesos que se realizan manualmente (en general, todo se registra en planillas de cálculo) y que podrían automatizarse para contribuir a la toma de decisiones en forma clara, oportuna e ilustrativa.

Gráficamente, se presentan las siguientes tendencias:

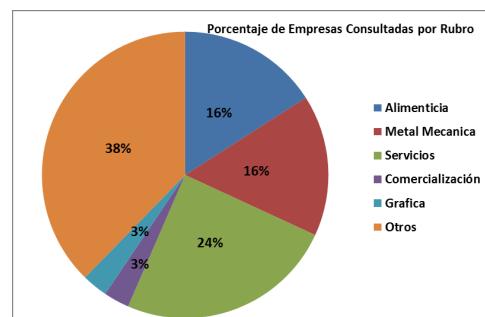


Gráfico 1: ¿A qué rubro pertenece la Empresa?

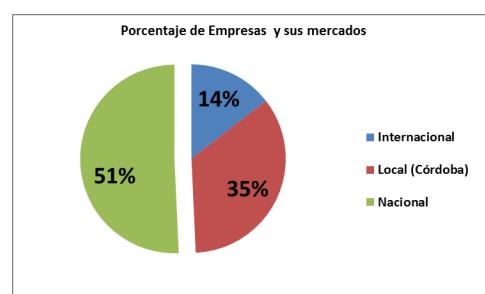


Gráfico 2: ¿Cuál es el mercado que abarca?

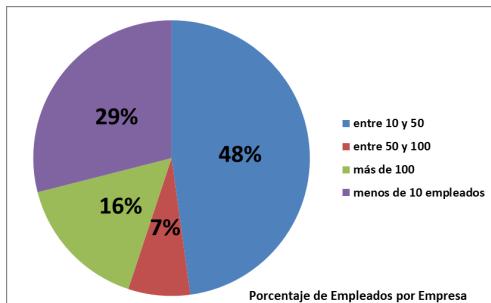


Gráfico 3: ¿Qué cantidad de empleados aproximadamente tiene en total la empresa?

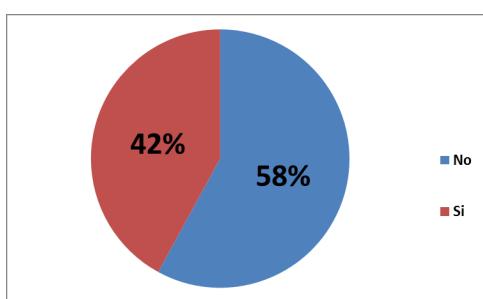


Gráfico 4: ¿Existe un área de TI/SI a nivel formal?



Gráfico 7: Software de Oficina

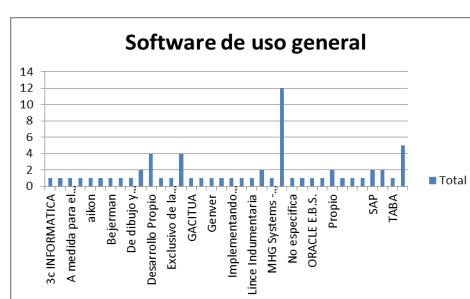


Gráfico 8: Software de Aplicación

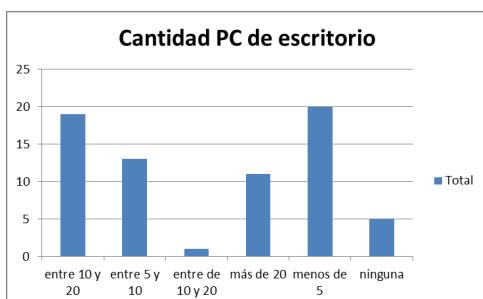


Gráfico 5: Cantidad de computadoras por escritorio

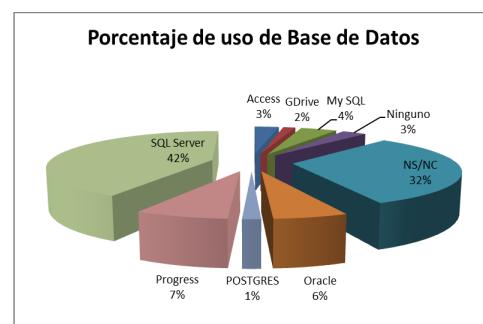


Gráfico 9: Software: Base de Datos

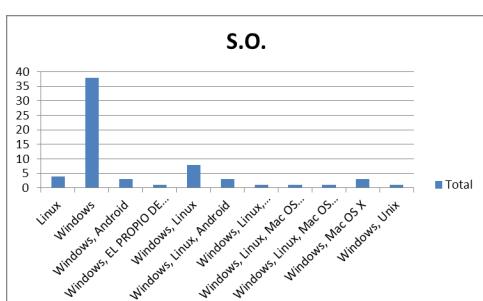


Gráfico 6: Software de Base: Sistemas Operativos

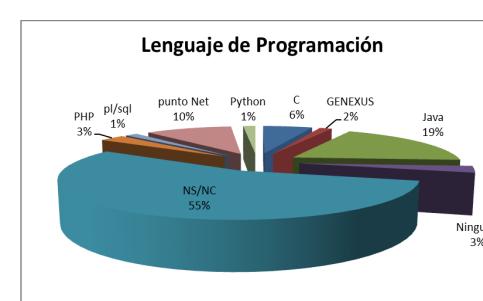


Gráfico 10: Lenguajes de Programación



Gráfico 11: Internet: Utilidad Página Web

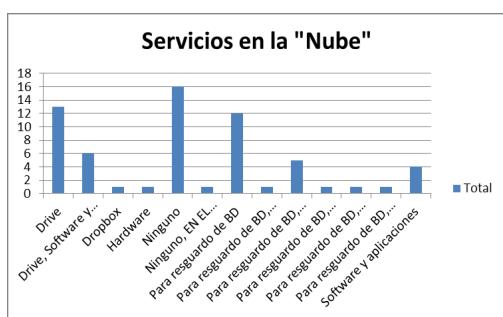


Gráfico 12: Internet: Servicios en la Nube

La primera impresión a la que se puede arribar es que la mayoría de las PYMEs no cuentan con un conocimiento del valor del uso de las TI/SI tanto en lo comercial como en lo organizacional.

Se infiere que la mayoría de ellas utiliza estas herramientas en procesos primarios, enfocado a equipos locales con integración en red y con buena apertura a utilizar la nube.

No obstante, se observa buena predisposición a la oportunidad de incorporar nuevas tecnologías en sus procesos negocios como estrategia de competitividad y diferenciación.

A través de esta propuesta a medida de los requerimientos locales, se pretende brindar un marco referencia de la situación de las PYMEs hoy en la región, diagnosticar sus debilidades y potenciales amenazas; así como sus oportunidades y fortalezas en un contexto nacional y global que exige desarrollar e implementar una planificación estratégica informática con un enfoque sistemático y disciplinado que permita identificar las tecnologías y las herramientas que brinden beneficios a la Empresa a través

de herramientas de TI/SI que optimicen la operatoria diaria de las mismas.

Se pretender contribuir a cambiar la visión tradicional de las TI/SI donde se hacía foco en la tecnología, en administrar la infraestructura, dar soporte a usuarios a través de la modalidad “bombero”, respondiendo a necesidades puntuales y aisladas a través de procesos informales; hacia una visión de gestión de servicios con foco en el negocio, que provee servicios al cliente, que prevea y controles posibles contingencias, generando nuevas posibilidades de negocio en forma integrada, estandarizada y aplicando las mejores prácticas que provean al negocio servicios de calidad.

#### 4. Formación de Recursos Humanos

La estructura del PID IFN 4346. y los respectivos niveles de categorización de cada integrante son:

Directora: Ing. Blanca Carrizo (“C” y “III”)

Maestrando

Co-Directores:

Ing. Jorge E. Abet (“C” y “IV”) Maestrando

Mg. Ing. Carlos Colazo (“C” y “III”).

Integrantes:

Ing. Adriana Olmedo (“E” y “IV”).

Ing. Beatriz Kunda (“E” y “V”).

Ing. Olivo Federico (“E”)

Ing. Simieli, Paola. Maestrando

Becarios:

Flageat, Soledad

Huide, Gabriela Alejandra

Aprile, Leopoldo (BINID)

Cátedras involucradas: “Informática I” de Ing. Industrial y “Fundamentos de Informática” de Ing. Mecánica de Facultad Regional Córdoba y “Estadística” de la Facultad Regional Villa María.

Si bien uno de los objetivos específicos es muy ambicioso, “Diseñar un instrumento operativo para monitorear las actividades de las Pymes en la región Córdoba, desde el seno de la Universidad”, se está analizando la forma de iniciar su proceso desarrollo para el mediano plazo.

A corto plazo, continuamos el proceso de concientización en el uso de TI/SI responsables con los alumnos de la cátedras involucradas; mientras que a nivel

transferencia se participa a través de la Secretaría de Extensión Universitaria, del centro de innovación y emprendimientos tecnológicos ANDÉN, que es una incubadora de empresas que está diseñada para acelerar el crecimiento y asegurar el éxito de proyectos emprendedores, a través de una amplia gama de recursos y servicios. También se participa de asesorías a PYMEs por el proyecto Nodos.

### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

- JEIN 2018. V Jornada de Enseñanza de la Ingeniería – Facultad Regional San Nicolás, 2017. “Diagnóstico de las TI/SI en Pymes de la Región Centro”. Autores: Abet Jorge Eduardo, Carrizo Blanca Rosa, Colazo Carlos.  
ISSN 2313-9056.
- WICC 2017. XVI. Workshop de Investigadores de Ciencias de la Computación, realizado el 27 y 28 de Abril de 2017 - Instituto Tecnológico de Buenos Aires. “Diagnóstico e impacto de las TI/SI en Pymes de la Región Centro. Autores: Abet Jorge Eduardo, Carrizo Blanca Rosa, Colazo Carlos.  
ISBN: 978-987-42-5143-5.
- II JATIC 2016. Jornadas Argentinas de Tecnología, Innovación y Creatividad. Mar del Plata, 2, 3 y 4 de Noviembre de 2016. “Una visión sinérgica e integradora de una experiencia práctica aplicada en una asignatura troncal de 4to. Nivel de ISP”. Autora: Carrizo Blanca Rosa  
ISBN 978-987-46267-0-7.
- COINI 2016. VIII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial. 3 y 4 de Noviembre de 2016. Universidad Nacional de Salta (UNSA). Salta. “Propuesta de Investigación: Diagnóstico e impacto de las TI/SI en Pymes de la Región Centro”. Carrizo Blanca Rosa, Abet Jorge Eduardo, Colazo Carlos.  
ISBN 978-987-1896-74-5

### Referencias

- Lorenzo, C. A., Elisondo, L., & Errandosoro, F. (2010). *Uso de TIC en empresas PyMEs de la Cámara Empresaria de la ciudad de Tandil*. Técnica administrativa, 9(41), 1.

Peirano, F., & Suárez, D. (2004). *Estrategias empresariales de uso y aprovechamiento de las TICs por parte de las PyMEs de Argentina en 2004*. InPonencia presentada en el 33 JAIIO, Simposio sobre la Sociedad de la Información.

Pérez Pérez Manuela, Martínez Sánchez Ángel, De Luis Carnicer Pilar, Vela Jiménez, Ma. José. (2002). “*Las Tic En Las Pymes: Estudio De Resultados Y Factores De Adopción*”. Dpto. Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

Scarabino, J. C., & Colonnello, M. B. (2009). *Innovación empresarial en Argentina. Difusión de TICs en las PyMEs*. Invenio: Revista de investigación académica, (22), 93-108.

Trujillo, M. L. (2007). *Planeación estratégica de tecnologías informáticas y sistemas de información*. Universidad de Caldas.

Molina A., Buffone F. y Molinari V. (2014). *Situación de las PYMEs argentinas frente a las tendencias en las TICS*. Revista Argentina de Ingeniería. Año 3. Volumen III.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva – Argentina. (2009). *Boletín estadístico tecnológico N° 2 enero/marzo 2009* - ISSN 1852-3110.

# Programa de Tutorías de Inicio de Carrera: Experiencia del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información

Lic. María Alejandra Odetti, Ing. Esp. Amalia Inés Haefeli, Ing. Esp. Roberto Miguel Muñoz

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional

## Resumen

*El Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional-FRC, sostenido en experiencias anteriores de tutoría para sus estudiantes, implementa desde comienzos del año 2014 un programa destinado a la retención de sus estudiantes en los dos primeros años de su carrera. Este artículo aborda la descripción de esta experiencia mostrando algunos resultados, limitaciones y propuestas de mejora.*

**Palabras Clave:** Deserción, desgranamiento, tutoría.

## 1. Introducción

La deserción en las universidades públicas Argentinas es un tema de agenda de política universitaria. Con números que indican que alrededor del 50% de los ingresantes desertan del sistema universitario, porcentaje que es mayor en carreras de ingenierías, la deserción se constituye en un fenómeno que intenta ser contenido desde las políticas de gestión universitaria [1]. Esto es evidenciado por el interés que el tema suscita en los procesos de evaluación y acreditación de carreras y por acciones de financiamiento tanto a las instituciones para mejorar la contención, como a los propios estudiantes mediante diferentes sistemas de becas universitarias [2].

Pero más allá del interés propio del sistema educativo superior en la retención de sus estudiantes, también es de destacar el papel

que las universidades tienen en el desarrollo económico del país. Especialmente las carreras vinculadas a la informática y los sistemas de información tienen un destacado papel en el desarrollo tecnológico nacional y en la capacidad de creación de importante capital económico. Es por esta razón que los gobiernos, nacional y provincial, propician y fomentan el estudio de carreras informáticas, mediante diversas becas, tanto para alumnos que comienzan sus estudios, como líneas especiales para finalización de carrera.

Por otro lado, el interés de los jóvenes en incorporarse a carreras de ingeniería es bajo. A pesar de los estímulos importantes para la selección de carreras informáticas, la matrícula desciende, o en el mejor de los casos, permanece sin alteraciones importantes entre un año y otro.

La baja matriculación en carreras relacionadas a la informática, sumada a la deserción de los estudiantes, genera egresos de profesionales del sistema universitario que son escasos en relación a las necesidades del sistema productivo.

La deserción constituye un fenómeno susceptible de ser objeto de miradas desde diferentes ángulos y abordajes variados para su solución.

Actualmente las universidades realizan el análisis desde una mirada globalizadora y del conjunto de los estudiantes, identificando tendencias y generalidades que, en su interior, posee una variada gama de causas posibles, y por ende, variadas maneras de encarar su solución. Es por eso que se torna necesario el

desarrollo de mecanismos que generen la identificación de quienes están en potencial riesgo de abandono, para, una vez detectados, ejercer sobre ellos una serie de acciones tendientes a su contención.

A su vez, es necesario también que estas señales de alerta sean visualizadas con la mayor anticipación posible, de modo de dar rápida respuesta y solución a situaciones problemáticas.

Las estadísticas de rendimiento y deserción realizadas al finalizar los períodos permiten la toma de decisiones y realización de acciones de cobertura general: modificación de regímenes de correlatividades, ajustes en sistemas y modalidades de evaluación, modificación de contenidos y/o modalidad de dictado de los mismos [3].

Dichas medidas encaminadas hacia la totalidad de la población estudiantil son favorables en la atención de necesidades del conjunto de estudiantes de una determinada carrera, pero dejan en el camino a quienes poseen una dificultad especial o problemática de abordaje específico.

Los problemas académicos, actitudinales y motivacionales deben ser abordados de una manera específica.

Es aquí donde aparecen las tutorías como un mecanismo capaz de contener a los individuos con problemática específica.

Así mismo, las dificultades que los estudiantes presentan a lo largo de su carrera son diversas: no son las mismas para un ingresante que se enfrenta por primera vez a aulas numerosas, a compañeros desconocidos, una institución muchas veces inabordable y a veces desarraigado del seno familiar; a las de un estudiante avanzado, afianzado en lo institucional, pero con problemáticas más cercanas a la vida laboral y por lo general con un proyecto familiar propio.

El Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información puso en marcha en el año 2014 un Programa de Tutorías para estudiantes de

primer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, a la que luego incorporó al segundo año de la carrera en el año 2015, conformando así, un espacio de contención y afianzamiento que permite a los alumnos consolidarse en su vida universitaria.

## 2. Marco Teórico

La Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información ha desarrollado desde el año 2010 un importante camino de mejoras, tendientes a su evaluación por parte de la CONEAU. Obtenida la acreditación y afianzada sólidamente en el contexto de las ofertas académicas de excelencia en el sistema universitario cordobés y nacional, se vienen implementado acciones en variadas direcciones tendientes a la concreción del Plan de Mejoras. Fortalecimiento de la investigación, implementación de carrera docente, mejoras de infraestructura y recursos en laboratorios y condiciones de estudio y de trabajo para alumnos y docentes, y fortalecimiento de planes de tutorías para estudiantes son ejemplos de ello.

En relación a las tutorías, existían de manera afianzada experiencias para estudiantes avanzados de la carrera, con dificultades para concretar su egreso, las que han resultado altamente satisfactorias, tanto para la institución como para los alumnos. No obstante ello, el tramo inicial de la carrera venía siendo un espacio con deudas en acciones de apoyo. Si bien algunas iniciativas informales existían, resultaban insuficientes para un fenómeno complejo y de multicausalidades que debe ser abordado con una mirada de manera más integral.

El mayor porcentaje de deserción se produce en estudiantes durante el tramo inicial de la carrera, particularmente durante el transcurso del primer año [4].

De encuestas obtenidas en el marco del proyecto “Sistema de Monitoreo de la población estudiantil universitaria en riesgo de

deserción con marco en el uso intensivo de tecnologías de la información” e investigaciones relacionadas [5], se identifican como las más importantes dificultades de los alumnos las siguientes:

- Inseguridad en el manejo de competencias de estudio: El egresado de nivel medio demuestra, en general, limitaciones en el manejo de herramientas y estrategias que le permitan abordar este nuevo desafío académico. Dificultades en el abordaje de competencias como: comprensión de textos, expresión oral, resolución de problemas, sumadas a escasos hábitos de estudio, dificultades en la organización del material y planificación del tiempo de estudio son una muestra de esta problemática.
- Integración al contexto estudiantil e institucional: Dificultades extras al desafío académico que implica una carrera universitaria: el ingreso a una institución numerosa, sin el acompañamiento y contención de los pares que los acompañaron en todo el ciclo educativo anterior, ni de su familia.
- Variables motivacionales: La imagen que el estudiante tiene del perfil del Ingeniero en Sistemas al momento de la elección de la carrera no es correcta, por lo general es ambigua y confusa, y en general está asociada a la de programador.
- Dificultades económicas: Las dificultades económicas son también obstáculos con los que se enfrentan algunos estudiantes ingresantes. La existencia de programas de becas de variadas fuentes de financiamiento, que van desde becas de material bibliográfico otorgadas por la propia institución, así como becas provenientes del gobierno provincial o nacional ayudan a resolver al menos parcialmente estas situaciones, aunque muchas veces la dificultad reside en el desconocimiento de estos sistemas de becas y de los mecanismos de tramitación de las mismas.

El programa de tutoría inicia en abril del año 2014 con el objeto de abordar la problemática, intentando lograr mayor contención de los alumnos de primer año, actuando sobre algunas de las causales de dificultades de los alumnos en ese tramo de carrera. Las tutorías iniciaron con un equipo conformado por dos docentes en funciones de coordinación y 11 monitores, estudiantes avanzados de la carrera, y docentes voluntarios de las cátedras de primer año. A la fecha, el programa de Tutorías de Primer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas, se ha transformado en el programa de Tutorías de Inicio de Carrera, sumando las tutorías para materias del segundo año.

El programa de Tutorías de Primer año ha sido implementado ahora por las autoridades de la Facultad, con las adecuaciones convenientes, para el primer año de todas las carreras dictadas y aprovechando las experiencias del programa en cuestión.

El Programa de Tutorías de inicio de Carrera se crea con la intención de ofrecer un espacio, en el que el estudiante de primer año voluntariamente puede participar y recibir el acompañamiento de estudiantes avanzados y docentes tutores quienes intentarán solucionar en parte las problemáticas anticipadas, entre otras problemáticas emergentes.[6]

### 3. Objetivos y Metodología

El Programa de Tutorías de Inicio de Carrera se propone contribuir en la mejora del desempeño académico y a la disminución de la deserción de los estudiantes en el tramo inicial, comprendido por los dos primeros años de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información

Como objetivos específicos podemos mencionar:

- Identificar las causas que producen la deserción estudiantil en los primeros años de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información.

- Atender las necesidades de los estudiantes a través de un plan de estrategias de mejora de rendimiento académico y disminución del abandono

- Promover la participación de estudiantes en actividades de socialización que fomenten la integración y faciliten la pertenencia institucional.

- Identificar de manera temprana, las dificultades disciplinarias y/o procedimentales de modo de poder realizar rápidas adecuaciones en las cátedras involucradas en Tutorías.

El programa se concibe como una propuesta de variadas actividades integradas de apoyo y acompañamiento al estudiante de los dos primeros años de la carrera.

- De apoyo: se pretende brindar apoyo a los estudiantes en los siguientes aspectos.

- Académico: de soporte a las materias de primer y segundo año pertenecientes a Sistemas de Información.

- Metodológico: a través del desarrollo de talleres y consultas relativas a métodos y técnicas de estudio.

- Administrativo: orientando a los alumnos en consultas sobre trámites y procedimientos administrativos.

- De acompañamiento: actividades centradas en la contención de los estudiantes en la vida institucional.

Para la realización de las actividades y tareas previstas, el Programa de Tutorías cuenta con los siguientes participantes:

- Coordinadores: Una Ing. en Sistemas de Información y una Lic. en Cs. de la Educación. Están a cargo de la coordinación y organización del programa.

- Docentes Tutores: Un docente por cada asignatura vinculada.

- Monitores Estudiantes: Son cinco estudiantes avanzados de la carrera, que ofician de intermediarios en la comunicación entre los docentes y tutores.

Además de las instancias de apoyo disciplinar y acompañamiento, se realizaron, entre otras, las siguientes actividades:

- Reunión con los Coordinadores de las cátedras bajo Tutorías: para involucrarlos y, a través de ellos, difundir el programa a todos sus estudiantes; definir en conjunto acciones particulares que cada una de las cátedras requiere; y consolidar una relación que permita la inmediata notificación de problemas identificados, de modo de poder resolver las situaciones problemáticas particulares de manera temprana.

- Presentación del programa a todo el alumnado de primer año: se realizaron charlas en Aula Magna con la asistencia de los alumnos de primer año y en distintos turnos.

- Evento “El rol actual del Ingeniero en Sistemas de Información”. Se realizó una charla donde egresados de la carrera que se desempeñan en la profesión, con diferentes perfiles profesionales, comentaron y compartieron su experiencia con los estudiantes de primer año.

- Encuestas: se realizaron encuestas a alumnos de primer año, acerca del desempeño en primer año y participación en el programa de Tutorías como demandante del mismo.

## 4. Resultados

La participación de estudiantes de primer año ha sido discretamente mayor, destacándose las siguientes características de la participación:

- Los alumnos que asistieron de manera temprana a Tutorías, han sostenido durante el cursado una participación regular hasta la finalización del ciclo (semestre o año).

- La demanda de consultas a docentes ha sido dispar, con predominancia en las materias básicas y de programación.

- La mayor afluencia de estudiantes se produce en momentos previos inmediatos a los parciales o entregas de trabajos a ser evaluados.

En cuanto a la participación de los alumnos se destacan las siguientes consideraciones:

- Se incrementó, con el tiempo y notoriamente, la cantidad de alumnos que asistían a tutorías para la preparación de sus exámenes finales
- Se produce un notorio incremento de asistencias a tutorías de alumnos de segundo año. La mayoría de los alumnos que asisten a tutorías para materias de segundo año, expresan haberlas utilizado en el primer año.
- Se identifican alumnos de otras carreras asistiendo a tutorías de las materias básicas.

El trabajo sobre los instrumentos de recopilación de datos de la actuación de tutores y monitores permitió no sólo el seguimiento de los estudiantes tutorados sino que habilitan la identificación temprana de problemas en las cátedras y cursos, de modo de poder rápidamente realizar las acciones correctivas.

## 5. Conclusiones

En el tiempo transcurrido, y las acciones llevadas a cabo durante el mismo han permitido refinar y reformular las intervenciones, posibilitando la resolución de la problemática asociada a las dificultades de los alumnos en etapas iniciales de su carrera universitaria.

Sin embargo, hay mucho camino por delante. La medición real del impacto de las tutorías en la deserción y en el rendimiento académico es algo que comienza a ser visible: con los nuevos mecanismos de registro de las tutorías y el seguimiento sobre los tutorados permite poner en números el resultado del esfuerzo institucional.

La extensión del programa a nivel de Facultad permite una mejor llegada de la información de las tutorías mediante los mecanismos de aviso institucional, lo que colabora con mayor número de estudiantes informados.

Finalmente, como reflexión, la contención de estudiantes en riesgo de deserción no es menor en términos de tiempo y recursos, sin embargo

es un proceso que ha comenzado y está formando parte de un plan estratégico mayor. Las tareas de tipo tutoriales, implican funciones de orden cognitivo, social y afectivo en tanto que son al mismo tiempo un lugar para el desarrollo de estrategias intelectuales, para la contención emocional y para la socialización en un espacio nuevo [6] y que dichas tareas deben desarrollarse a lo largo de toda la trayectoria del estudiante, especialmente en sus comienzos.

Estamos convencidos que la intervención en esta primera etapa del trayecto de formación del estudiante, permite adelantar decisiones de abandono al clarificar elecciones vocacionales en algunos casos y en el caso opuesto permite disminuir el fracaso en el aprendizaje, evitando la desilusión, la falta de motivación y previniendo el abandono. En ese sentido, si bien el camino andado ha sido provechoso, queda mucho por aprender y construir.

## 6. Referencias

- [1] Resolución 786/09 Ministerio de Educación de la Nación Argentina. Resolución para la acreditación de las carreras de grado de ingeniería en sistemas de información y afines.
- [2] Programa Nacional de Becas Bicentenario para carreras científicas y técnicas. Ministerio de educación de la Nación Argentina. [www.becasbicentenario.gov.ar](http://www.becasbicentenario.gov.ar)
- [3] Programa de reinserción de estudiantes avanzados. Marciszack y Otros. Weef 2012. Foro Mundial de educación en Ingeniería. Buenos Aires. 2012.
- [4] Aguilar Rivera, M. La transición a la vida universitaria. Éxito, Fracaso, Cambio y Abandono. Año 2007. Versión pdf en: <http://www.enduc.org.ar/enduc4/trabajos/t064-c36.pdf>
- [5] XI Congreso Nacional de Investigación Educativa / Sujetos de la Educación / Ponencia: Análisis estadístico de las causas de estrés en estudiantes universitarios.

Diagnóstico para acciones tutoriales Alicia López Betancourt, Irma Díaz Unzueta

[6] Mirian Capelari. Las configuraciones del rol del tutor en la universidad argentina: aportes para reflexionar acerca de los significados que se construyen sobre el fracaso educativo en la educación superior. Revista Iberoamericana de Educación. 2009.

# Aportes para la Enseñanza de Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales

Juan Carlos Vázquez, Leticia Constable

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información  
Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro López y Cruz Roja Argentina – 5016 Ciudad Universitaria – Córdoba  
[jcvazquez@frc.utn.edu.ar](mailto:jcvazquez@frc.utn.edu.ar), [lconstable@frc.utn.edu.ar](mailto:lconstable@frc.utn.edu.ar)

## Resumen

La teoría de autómatas y lenguajes formales conforma la base conceptual de numerosas áreas de la Informática. Su contenido resulta abstracto por su fuerte sabor matemático, lo que dificulta la comprensión de los estudiantes de ingeniería en los primeros años. Como productos del proyecto “*Detección de errores sintácticos bajo el algoritmo de Earley*” se han desarrollado explicaciones detalladas, módulos de software y ejemplos de aplicación, que pueden ser de utilidad como elementos didácticos para la enseñanza de estos temas y para la práctica efectiva de la teoría en laboratorio. Además, se han desarrollado seminarios de actualización para docentes y una propuesta de cambio en la teoría de autómatas con el objetivo de acercar la teoría a la práctica real.

**Palabras clave:** Autómatas, Lenguajes, Análisis Sintáctico.

## 1. Identificación

EIUTNCO02168: Detección de errores sintácticos bajo el algoritmo de Earley.

Formalmente el proyecto se encuentra enmarcado en el anterior Programa de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de nuestra Universidad, debido a su primer objetivo general (técnico-científico), aunque por su segundo objetivo (académico) se podría identificar con el tema prioritario del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería denominado “la didáctica en la Universidad y la práctica docente universitaria”.

Fechas de inicio y finalización: 01/01/2014 y 31/12/2016, con prórroga al 31/12/2017.

El proyecto se formula y desarrolla en la Facultad Regional Córdoba de UTN.

## 2. Introducción

Toda carrera de Informática cuenta con algún curso introductorio de teoría de lenguajes y autómatas; en las ingenierías este curso aporta al currículo fundamentos de lcomputación indispensables para el perfil profesional y además exigidos por los actuales estándares. Dependiendo del plan de la carrera, los conocimientos logrados se limitarán sólo a fundamentos teóricos, o eventualmente se profundizarán en otras materias de diseño de herramientas de software de base, construcción de compiladores, inteligencia artificial, métodos formales de ingeniería de software u otras, que aplican la teoría a temas específicos. Muchas veces, estas otras asignaturas son optativas y por ello no todos los alumnos las cursarán.

Pero el modo de pensar acerca de los problemas, de enfrentarlos y de solucionarlos “*al estilo ingenieril*” (esto es, usando lógica, matemática, procedimientos efectivos, haciendo estudios de factibilidad y de eficiencia de las soluciones propuestas) que enseña la teoría de autómatas y lenguajes formales, es aplicable en general a todas las áreas de la disciplina. Por lo que, no solo es importante enseñar los fundamentos (Ciencias de la Computación), sino lograr en los estudiantes

la destreza y las habilidades de aplicarlos en situaciones reales (tecnología asociada), ya sea que cursen o no otras asignaturas electivas que los utilicen.

Hace tiempo que los profesores de la asignatura *Sintaxis y Semántica de los Lenguajes* (SSL), correspondiente al tercer cuatrimestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información en nuestra Facultad, vienen desarrollado distintos proyectos de investigación y desarrollo con fines mixtos: a) técnica y científicamente, investigar problemas no resueltos de la teoría de autómatas y lenguajes para aportar nuevos conocimientos en ese campo (como todo proyecto de investigación); b) académicamente, lograr conocimiento práctico real en el uso de los conceptos teóricos, generando nuevas herramientas didácticas y obteniendo experiencia en aquellas ya existentes, para aprovecharlas en la enseñanza y que sirvan como elementos de práctica que, en los alumnos noveles de segundo año, mejoren la comprensión de temas difíciles y abstractos, y ayuden a conseguir ese “modo ingenieril de pensar y de solucionar problemas”.

Este artículo se refiere a experiencias y propuestas logradas durante el desarrollo de uno de estos proyectos: *Detección de errores sintácticos bajo el algoritmo de Earley*.

En 1970, el psicólogo Jay Earley presentó en su tesis doctoral (Earley,1970) el algoritmo de análisis sintáctico que lleva su nombre y que permite analizar cadenas de símbolos de cualquier lenguaje independiente del contexto, sin imponer restricciones a sus reglas gramaticales. Sin embargo, el algoritmo es no determinista y se consideró poco eficiente en su momento como para ser puesto a funcionar en computadoras (Aho,1990), a pesar de que Earley analizó su complejidad máxima como  $O(n^3)$  al operar sobre gramáticas ambiguas. Por otro lado, en su artículo a la comunidad, el autor especificó el funcionamiento del algoritmo, pero no cómo utilizarlo para indicar específicamente los errores en las cadenas analizadas.

Trabajos posteriores (McLean,1996), (Aycock,2002), (Trevor,2010), han propuesto formas más eficientes del algoritmo de Earley, pero no se encuentran fácilmente referencias respecto de su uso efectivo en un lenguaje de programación, y en especial, del tema de cómo informar errores detectados. Por ello se llega al planteo de las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede indicar la presencia de un error en una cadena de entrada de un lenguaje independiente del contexto, usando el algoritmo de análisis sintáctico de Earley?
- ¿Qué tan específica (en cuanto a su localización y causa) puede ser esta indicación para que se pueda entender y corregir el error?
- ¿Cuán eficiente puede hacerse esta operación?

Como investigadores, nos preocupan estas preguntas *per sé*, pero además nos interesan en comparación con la respuesta que dan a las mismas los clásicos algoritmos de análisis sintáctico predictivo (descenso recursivo, LL(k) y LR(k)). Por ello también se cree aconsejable tener estos algoritmos claramente implementados para lograr contrastar funcionamientos y desempeño entre ellos y el de Earley.

Se piensa en la programación de estos algoritmos, ya que habiendo utilizado los generadores de compiladores (lex, flex, jflex, yacc, byacc, bison, jcup y otros), puede decirse que incorporan tantas alternativas debido a su gran versatilidad y al largo tiempo de vida, que los analizadores lexicográficos y sintácticos que producen no son manejables por alumnos con poca experiencia en programación, y son ciertamente difíciles de analizar aún para profesionales con experiencia.

Como docentes de la cátedra SSL y coautores del libro (Giró,2015) en uso actualmente en la misma, durante largo tiempo hemos estudiado y enseñado en forma introductoria temas de lingüística matemática, teoría de autómatas, compiladores y complejidad. La materia es del segundo año de la carrera, los

alumnos son recién iniciados en programación y los temas abordados bastante abstractos. Una estrategia para fijar conocimientos y bajar las abstracciones a la realidad es el uso de simuladores (tanto de desarrollo local – proyecto GHD de UTN-FRC, simulador de Máquina de Turing de la cátedra SSL– como externos), para que los alumnos comprueben la ejercitación propuesta y realicen trabajos prácticos; otra estrategia es hacer que los alumnos programen sus propias soluciones, pero aún no están preparados para ello en nuestro caso. Sin embargo, se estima que si están preparados para entender un código al verlo, por lo cual una tercera posibilidad sería mostrar las soluciones ya desarrolladas, tal vez con errores a corregir, comentarios a completar, o sencillamente para discutir su funcionamiento paso a paso. En esto pueden inclusive ayudar herramientas de visualización del proceso de análisis sintáctico (Almeida, 2011), las cuales han sido identificadas por nuestro equipo de trabajo, aunque aún no evaluadas.

Es de interés por lo anterior, aprovechar este proyecto para efectivizar la construcción de código sencillo y claro de analizadores léxicos y sintácticos de distinto tipo, en lenguajes que el alumno conozca, con el fin de generar la tercera alternativa indicada, que se cree redundará en una mejor comprensión de los temas impartidos en la asignatura SSL.

Se intenta que estos programas (práctica) sigan al pie de la letra la teoría, para mapear una en otra muy claramente. Sin embargo, hemos visto que no puede transitarse directamente de la teoría que enseñamos a la práctica en máquina; deben agregarse conceptos y técnicas que no están en la teoría como *el principio de la subcadena más larga y la incorporación de símbolo de fin de cadena* en las definiciones de autómatas, hechos detallados en nuestros anteriores artículos, indicados en el quinto punto del presente trabajo.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

Como se indicó el proyecto tiene un objetivo

científico/técnico:

- Determinar con qué especificidad pueden informarse errores sintácticos, usando el método de Earley de análisis sintáctico.

y uno académico:

- Generar código y explicaciones claras para acrecentar el material didáctico para la enseñanza de Sintaxis y Semántica de los Lenguajes.

El primero de ellos intenta responder las preguntas formuladas anteriormente; el segundo da origen al presente artículo.

Además de haber participado los integrantes del proyecto de la confección del libro en uso actualmente por la cátedra SSL, el proyecto ha logrado para el objetivo académico señalado los siguientes avances:

- Diseño formal del lenguaje de programación para la máquina RAM, con descripción detallada de su sintaxis y semántica.
- Ejecutor de programas escritos en lenguaje RAM, para PC de escritorio y en web.
- Analizador léxico para programas RAM.
- Analizador sintáctico por descenso recursivo de programas RAM.
- Analizador sintáctico LL(1) y LR(0) del lenguaje RAM.
- Documentos de explicación de funcionamiento detallado y fundamentos de los algoritmos de análisis sintáctico por descenso recursivo, LL(1), LR(0), SLR(1), LR(1) y de Earley, con ejemplos aplicados a varias gramáticas simples y a la gramática del lenguaje RAM.
- Distintos seminarios de capacitación sobre estos temas para docentes de SSL.
- Una propuesta de modificación de la teoría de autómatas, para su mejor enseñanza y didáctica en carreras de Ingeniería.
- Propuesta de creación de un Grupo I+D en la Facultad (Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia en Aprendizaje Automático, Lenguajes y Autómatas), que genere un ámbito apropiado para reunir a proyectos de estudio de lenguajes.

- Diseño de un lenguaje de programación procedural simple en español, con estudio sobre su gramática y semántica.

Están en desarrollo los módulos de análisis sintáctico LR(1) y de Earley para el lenguaje RAM, y un sencillo análisis semántico, ya que el lenguaje intermedio que se generará en los distintos algoritmos es también RAM, por lo que puede correrse en el simulador ya desarrollado.

Tenemos como deuda aún, la aplicación de los algoritmos desarrollados al lenguaje de programación en español lo cual se espera pueda ser realizado en una segunda fase. Una derivación posible es también el estudio de la posible aplicación del algoritmo de Earley a la paralelización de la compilación, ya que se ha visto preliminarmente que estaría actuando como una red de Petri al procesar una cadena de entrada (un programa).

#### 4. Formación de Recursos Humanos

El equipo de investigación está compuesto por docentes-investigadores que se desempeñan como profesores de teórico, práctico y ayudantes en la cátedra SSL de nuestra Facultad. Se ha contado además con el apoyo de tres becarios alumnos y de un graduado de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información.

Uno de los integrantes tiene en curso la Maestría en Sistemas de Información, siendo ya Magister en Docencia Universitaria.

Otro integrante es doctorando en ingeniería, mención Sistemas de Información, aunque su tesis no tiene relación directa con el proyecto.

#### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Vázquez J., Constable L., Meloni B., Jornet W., Arcidiácono M., Parisi G. (2015); Detección de errores sintácticos bajo el algoritmo de Earley; Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 2015; Salta, Argentina.

Vázquez J., Constable L., Jornet W., Meloni B. (2015); Enseñanzas de la Implementación de un Analizador Léxico; Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información 2015; Buenos Aires, Argentina.

Vázquez J., Constable L., Jornet W., Meloni B., Carballo N. (2016); Enseñanzas de la Implementación de un Analizador Sintáctico por Descenso Recursivo; Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información 2016; Salta, Argentina.

Vázquez J., Constable L., Meloni B., Jornet W., Arcidiácono M. (2018); Propuesta de Cambio en la Teoría de Autómatas para Mejorar su Enseñanza en Ingeniería; Cuarta Conferencia Iberoamericana en Complejidad, Informática y Cibernética; Orlando, Florida, EE.UU.

Vázquez J., Castillo J., Constable L., Cardenas M. (2018); GAALA: Grupo de Aprendizaje Automático, Lenguajes y Autómatas; Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 2018; Corrientes, Argentina.

Está enviado además para su evaluación este año 2018:

Vázquez J., Constable L. (2018); Detección de errores sintácticos bajo el algoritmo de Earley. Informe Final; Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información 2018; Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

Se presentó también el proyecto en Jornadas Internas de I+D del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de UTN, frente a docentes, investigadores y alumnos.

Además, en los ciclos de capacitación docente que la cátedra SSL realiza año a año, se han presentado algunos de los resultados del proyecto y de las propuestas generadas en el mismo para la enseñanza. También se ha convenido con otros proyectos de nuestra Facultad que utilizan lenguajes de aplicación específica, poner a disposición nuestras herramientas para que los mismos utilicen en sus desarrollos.

Todos los productos de software una vez pulidos y probados, serán registrados en el registro nacional de la propiedad intelectual

---

y serán puestos a disposición de la cátedra SSL para su evaluación y uso.

## Referencias

- Aho A., Sethi R., Ullman J. (1990); *Compiladores: principios, técnicas y herramientas*; Addison Wesley Iberoamericana S.A.; D.F., México.
- Almeida Martínez F. (2011); *Generación de visualizaciones educativas del análisis sintáctico*; Tesis Doctoral, Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos I – Escuela Superior de Ingeniería Informática - Universidad Rey Juan Carlos; España.
- Aycock J., Horspool N. (2002); *Practical Earley Parsing*; The Computer Journal, British Computer Society, Vol 45 – Nr. 6 – pp 620-630; Apr 2002; UK.
- Earley J. (1970); *An Efficient Context-Free Parsing Algorithm*; Communications of ACM, Vol. 13 – Nr. 2 – pp 94-102; Feb 1970; NY, USA.
- Giró J., Vázquez J., Meloni B., Constable L. (2015); *Lenguajes Formales y Teoría de Autómatas*; Alfaomega; Buenos Aires, Argentina.
- McLean P., Horspool N. (1996); *A Faster Earley Parser*; Proceedings of International Conference on Compiler Construction, Springer, pp 281-293; 1996; Canada.
- Trevor J., Mandelbaum Y. (2010); *Efficient Earley Parsing with Regular Right-Hand Sides*; Electronic Notes in Theoretical Computer Science, Elsevier; Vol. 253 – Nr. 7 – pp 137-148; Amsterdam, The Netherlands.

# Análisis de las respuestas al Test de Felder

Vizcaíno Verónica, Armijo Daniela, Butni Sandra,  
González Solana Lucas, Santos Robledo Julián

Departamento Materias Básicas

Facultad Regional San Rafael, Universidad Tecnológica Nacional

Urquiza 314 , [vevizcaino05@gmail.com](mailto:vevizcaino05@gmail.com), [danielaa.armijo@gmail.com](mailto:danielaa.armijo@gmail.com), [srbuttini@gmail.com](mailto:srbuttini@gmail.com),  
[limagolf2495@gmail.com](mailto:limagolf2495@gmail.com), [ezequiel.2371@gmail.com](mailto:ezequiel.2371@gmail.com)

## Resumen

*Este trabajo surge en el marco del Proyecto de Investigación: “Relación entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes y permanencia en la universidad en las carreras de ingeniería”.*

*Para determinar los estilos de aprendizaje de los alumnos, entre varios instrumentos se seleccionó el Test de Felder; especialmente por haber sido diseñado y aplicado originariamente a estudiantes de ingeniería. Como consecuencia de la aplicación del test se obtuvieron los datos buscados, referidos a los estilos de aprendizaje y además, de las preguntas realizadas en el test se ha obtenido una valiosa información respecto a la generalidad de las preferencias de los alumnos al momento de trabajar en el aula ya sea en lo que respecta a la actividad propia, en trabajo con sus pares o las actividades de los docentes.*

**Palabras clave:** Estilos de aprendizaje, Test de Felder, Permanencia en la universidad.

## 1. Identificación

Código del PID: TEUTNSR0004575

Tema prioritario del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería en que se inserta: Educación  
Indicar Fechas de inicio y finalización:  
6/2/2017 al 31/12/2018

## 2. Introducción

Los estilos de aprendizaje han sido ampliamente estudiados y existen muchas

teorías y tipologías de estilos de aprendizaje. Etimológicamente, la palabra estilo proviene del término latino “stilus”, y éste a su vez del griego “punzón” que es un instrumento de escritura utilizado antiguamente. Se infiere que la palabra se utilizaría más que para denotar a la herramienta, a quien lo usase, identificando una forma particular de uso del punzón, propia e identificable y es la acepción con la que utilizamos el concepto hoy: la de una forma particular, característica y distintiva, que describe la conducta de un individuo dado. (Hederich Martínez, 2013).

Existen muchas definiciones de los estilos de aprendizaje y de la misma manera se han creado una variedad de tipologías. Myers y Briggs relacionan los estilos de aprendizaje con la personalidad, y tomando como base la teoría de Jung proponen cuatro orientaciones que se ordenan bipolarmente con sus opuestos: extroversión-introversión, sensación-intuición, pensamiento - sentimiento y juicio-percepción (Salas, 2008 en Arias Gallegos, 2011). Sin embargo, Keefe (1988) en (Salas Silva, 2008) encontró que las dimensiones de personalidad definidas por Myers se diferencian de los estilos de aprendizaje. Los ítems del test de Myers y Briggs de indicador de tipos miden la personalidad pero no son una medición directa del estilo de aprendizaje, según los resultados obtenidos por algunas investigaciones. Aunque Given et al. (1999-2000) citado en (Salas Silva, 2008) encontraron que la superposición entre personalidad y estilos de aprendizaje es tan grande que pueden

utilizarse por igual para predecir el éxito académico.

Otra tipología que se basa en constructos bipolares de los estilos de aprendizaje es la de Felder y Silverman, quienes clasifican los estilos de aprendizaje a partir de cuatro dimensiones: activo - reflexivo, sensorial -intuitivo, visual-verbal y secuencial-global. El modelo de Programación Neurolingüística (PNL) de Blander y Grinder se basa en la percepción sensorial de la información que luego codificamos y almacenamos, en definitiva, aprendemos. Aunque todos utilizamos los cinco sentidos, “nos apoyamos con mayor énfasis en alguno de ellos generando así un sistema representacional sensorial preferente, de manera que esto tiene una influencia determinante y decisiva en la forma en la que recibimos, codificamos y almacenamos internamente la información que nos llega del exterior” (Fernández Fernández, Camus Díez, & López Maza, 2012).

En contraposición al paradigma de la existencia de una inteligencia única, Howard Gardner y sus colaboradores de la Universidad de Harvard, identificaron y definieron hasta ocho tipos de inteligencia distintas. Esto ha servido para plantear la existencia de diversos estilos de aprendizaje en función de estas inteligencias múltiples que propuso Gardner en 1983. Los ocho tipos de inteligencia identificados son: lingüístico - verbal, lógico - matemática, visual - espacial, corporal - kinestésica, musical, naturalista, intrapersonal e interpersonal. En la actualidad, gracias a la teoría de las Inteligencias Múltiples, se plantea la necesidad del cambio en el paradigma educativo, llevándolo hacia una enseñanza personalizada, más aún teniendo en cuenta la irrupción de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación). (Gardner, 2011)

Un modelo que se sustenta en las neurociencias es el de los Cuadrantes Cerebrales de Herrmann, que percibe el cerebro compuesto por cuatro cuadrantes, entrecruzando el modelo de Sperry de los hemisferios izquierdo y derecho y el de McLean de los cerebros límbico y cortical.

Estos cuatro cuadrantes especializados pueden caracterizarse como: lógico, organizado, experimental y sentimental. Las personas con dominancia de la primera nombrada son lógicas y analíticas, tienen preferencias por los números y las verbalizaciones. Tienen además, aptitud para carreras de ingenierías y ciencias. El tipo organizado se caracteriza por ser secuencial, estructurado y detallado, su procesamiento es lineal. Las carreras de administración y contabilidad son ideales para estas personas. El tipo experimental son personas imaginativas, sintetizadoras, artísticas y creativas. Su procesamiento es holístico y prefiere carreras relacionadas con el manejo de empresas, la planificación y el arte. Por último el sentimental es emocional, le interesa la música, es muy sociable y espiritual. Le interesan las carreras donde existe riqueza de relaciones interpersonales como docencia, enfermería, psicología, etc. (Salas, 2008) en (Arias Gallegos 2011)

Sin embargo, el modelo más difundido es el de David Kolb de aprendizaje basado en experiencias. David Kolb, distingue cuatro estilos de aprendizaje: el divergente, el convergente, el asimilador y el acomodador. Kolb investigó cómo aprendían las personas según la profesión que tenían y elaboró una teoría de base piagetiana, identificando dos dimensiones principales del aprendizaje: la percepción y el procesamiento. Sostenía que el aprendizaje es el resultado de la forma como las personas perciben y luego procesan lo que han percibido. Describió dos tipos opuestos de percepción: las personas que perciben a través de la experiencia concreta, y las personas que perciben a través de la conceptualización abstracta. A medida que iba explorando las diferencias en el procesamiento, Kolb también encontró ejemplos de ambos extremos: algunas personas procesan a través de la experimentación activa (la puesta en práctica de las implicaciones de los conceptos en situaciones nuevas), mientras que otras a través de la observación reflexiva. La yuxtaposición de las dos formas de percibir y las dos formas de procesar es lo que llevó a Kolb a describir

un modelo de cuatro cuadrantes para explicar los estilos de aprendizaje. Propone una secuencia de aprendizaje de cuatro fases: actuación (experiencia concreta), reflexión (observación reflexiva), teorización (conceptualización abstracta) y experimentación (experimentación activa). Cada una determina un modo característico de aprender que encuentra su contrario en un continuo de polos opuestos que genera cuatro cuadrantes. Una primera dimensión es conceptualización abstracta y su antónimo es la experiencia concreta, mientras que la otra dimensión contrapone la observación reflexiva con la experimentación activa (CA-EC-OR-EA) (Kolb, 1999). A su vez, la intersección de cada modo de aprender genera un estilo de aprendizaje. También postula que el que aprende necesita, si ha de ser eficaz, cuatro clases diferentes de capacidades: Capacidad de experiencia concreta (EC); de observación reflexiva (OR); conceptualización abstracta (CA) y experimentación activa (EA). Kolb argumenta que los profesores deberían alentar a sus estudiantes a desenvolverse en los cuatro tipos diferentes de este ciclo de aprendizaje.

Resultados utilizando el Inventory de Estilos de Aprendizajes de Kolb (1976) en (Healey & Jenkins, 2000) han mostrado un cierto grado de acuerdo acerca de los grupos de disciplinas basadas en los estilos de aprendizaje predominantes entre sus alumnos. Trabajos técnicos, como ingenieros, que requieren técnicas de resolución de problemas, precisan de un estilo de aprendizaje predominantemente convergente (Muñoz-Seca & Sánchez, 2001). Esta afirmación viene en apoyo de la hipótesis de Liam Hudson (Wall & Varma, 1975) de que en los científicos predomina el pensamiento convergente. Debido a las características de este estilo que combina las modalidades de conceptualización abstracta y experimentación activa, las personas que se inclinan por este tipo de aprendizaje tienden a ser menos emocionales y prefieren lidiar con cosas antes que con personas. Sus fortalezas son el encontrar el uso práctico de

las ideas y las teorías. Poseen la capacidad para resolver problemas y tomar decisiones. Estas personas organizan el conocimiento a través del razonamiento hipotético - deductivo. Podría haber una relación entre este modo de aprendizaje y la permanencia en carreras de ingeniería, de modo que a una mayor predominancia del estilo convergente, mayor permanencia en la Universidad. Una corriente cada vez más importante enfatiza la posible relación entre el rendimiento académico y estilos de aprendizaje. Por ejemplo, en 250 estudiantes de Hong Kong se encontró que los estilos de aprendizaje predicen el rendimiento académico en 16 asignaturas excepto música, arte y diseño (Núñez et al., 2006). Partiendo de la hipótesis de que el rendimiento académico está relacionado con la permanencia de los alumnos en la Universidad (hipótesis corroborada por varias investigaciones), encontrar que realmente existe relación entre los estilos de aprendizaje, específicamente el que utilizan mayormente los ingenieros, y el rendimiento académico podría orientarnos hacia una respuesta interesante al problema analizado.

A partir del interés en determinar cuáles son los Estilos de Aprendizaje de los estudiantes de primer año de Ingeniería, se seleccionó el Test de Felder como instrumento cuantitativo. Éste clasifica las tendencias de aprendizaje en cuatro dimensiones: activo-reflexivo, sensorial-intuitivo, visual-verbal y secuencial-global. El presente artículo es una síntesis de las respuestas de alumnos a algunas de las preguntas del Test de Felder, independientemente de los estilos de aprendizaje que hayan resultado sobre la aplicación del Test de Felder de los Estilos de aprendizaje. El Test de Felder fue aplicado a la cohorte ingresante 2017 a primer año de las carreras de ingeniería, a la totalidad de los alumnos con el objetivo de determinar si la permanencia de los alumnos en la facultad está relacionada o no con los estilos de aprendizaje.

Sin bien el Test de Felder tiene como finalidad Determinar los Estilos de Aprendizaje de las personas (independientemente de que sean docente o alumnos), se ha realizado una lectura pormenorizada de algunas de las preguntas con el fin de poder comprender cómo aprenden nuestros estudiantes y poder proponer acciones conforme a ello.

Los resultados muestran claramente una predisposición al aprendizaje con preeminencia de los estímulos visuales. Sin embargo, también se observa que los alumnos prefieren las explicaciones orales. También muestran que son más activos que reflexivos, prefiriendo la realización de ejercicios repetitivos y el trabajo en equipo. Las respuestas más significativas son las siguientes:

1. El 84% de alumnos entiende mejor algo si lo practica que si piensa en ello.
2. Al 62% le ayuda hablar de algo que está aprendiendo, mientras que el resto prefiere pensar.
3. El 80% de los alumnos considera que es más posible que, en un grupo de estudio que trabaja con material difícil participe y contribuya con ideas, mientras que el 20% considera que es más probable que no participe y sólo escuche.
4. El 63% de los alumnos considera saber cómo son muchos de los estudiantes.
5. El 68% de alumnos, cuando empieza a resolver un problema de tarea, es más probable que primero trate de entenderlo y el 32% que comience inmediatamente a trabajar en la solución.
6. El 56% de los alumnos prefiere estudiar en un grupo de estudio, mientras que el 44% prefiere hacerlo solo.
7. El 75% de los alumnos se considera realista y no innovador.
8. El 79% de los alumnos, si fuera profesor, preferiría dar un curso sobre hechos y situaciones reales de la vida y no uno que trate con ideas y teorías.
9. Para el 68% de los alumnos es más fácil aprender hechos que conceptos.
10. El 52% de los alumnos prefiere, cuando lee temas que no son de ficción algo que le enseñe hechos nuevos o le diga cómo hacer algo, mientras que el 48% prefiere alguna cosa que le de nuevas ideas para pensar.
11. El 79% de los alumnos prefiere la idea de certeza a la de teoría.
12. El 69% de los alumnos se considera cuidadoso en los detalles de su trabajo y el 31% creativo en la forma que hace su trabajo.
13. El 75 % de los alumnos piensa en lo realizado el día anterior basándose en una imagen y el 25% en palabras.
14. El 59% de los alumnos prefiere obtener nueva información de imágenes, diagramas, gráficas o mapas. El 41% prefiere instrucciones escritas o información verbal.
15. El 64% de los alumnos es más probable que revise cuidadosamente las gráficas y las imágenes en un libro y el 36% se concentre en el texto escrito.
16. El 62% de los alumnos prefiere docentes que toman mucho tiempo para explicar y el 38% los que usan muchos gráficos para explicar.
17. El 83% de los alumnos recuerda mejor lo que ve que lo que oye.
18. El 64% tiene tendencia a entender los detalles de un tema pero no la estructura, mientras que el 36% ve claramente la estructura pero no los detalles.
19. El 53% de los alumnos una vez que entiende todas las partes, entiende el total y el 47% cuando entiende el total de algo, entiende cómo encajan las partes.
20. Cuando resuelve problemas de matemática, el 63% trabaja sobre las soluciones con un paso a la vez, mientras que el 37% frecuentemente sabe cuáles son las soluciones pero

luego tiene dificultad para imaginarse los pasos para llegar a ellas.

21. El 63% de los alumnos, cuando lee un cuento o una novela, piensa en los incidentes y trata de acomodarlos para configurar los temas, mientras que el resto se da cuenta de cuáles son los temas cuando termina de leer y luego tiene que regresar y encontrar los incidentes que los demuestran.
22. Para el 83% de los alumnos es más importante que un profesor exponga el material en pasos secuenciales claros mientras que el 17% prefiere que el profesor le de un panorama general y lo relacione con otros temas.

Distintas investigaciones demuestran que todo el mundo experimenta una forma de aprender a veces y otra forma otras veces, pero generalmente con preferencia por uno u otro extremo, preferencia que puede ser leve, moderada o fuerte. El problema para el que aprende, es cuando tiene que enfrentar una clase que sólo responde a un tipo de enseñanza. En ese caso, es deseable que trate de compensar usando estrategias que compensen esas faltas. Los profesores deben tener en cuenta las diferencias de estilo, dándole a sus clases un enfoque tal que abarque los distintos estilos con su metodología, herramientas, evaluación, etc. El análisis detallado de las preguntas señaladas permiten obtener valiosas conclusiones al respecto.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

Siendo el objetivo general del PID, “Analizar en qué medida se corresponden los estilos de aprendizaje y la permanencia de los estudiantes de las carreras de Ingeniería en la Facultad Regional”, uno de los objetivos específicos para lograr el general, consiste en “Identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes”, motivo

de la presente publicación. A partir del interés en determinar cuáles son los Estilos de Aprendizaje de los estudiantes de primer año de Ingeniería, se seleccionó el Test de Felder como instrumento cuantitativo. Éste clasifica las tendencias de aprendizaje en cuatro dimensiones: activo-reflexivo, sensorial-intuitivo, visual-verbal y secuencial-global. Utilizando la herramienta Formularios de Google, se recabó información de 190 alumnos de primer año de Ingeniería.

El resultado obtenido queda descrito en el artículo.

### 4. Formación de Recursos Humanos

En este proyecto ha trabajado un equipo conformado por docentes investigadores de primer y segundo nivel de la facultad y alumnos que están iniciando su formación como investigadores. En el último período se ha incorporado un investigador externo, psicopedagogo, al equipo.

### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Los resultados obtenidos hasta el momento han sido publicados en el Noveno Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería EnIDI 2017, Ciudad de Mendoza, Argentina.

### Referencias

- Arias Gallegos, W. (2011). *Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios y sus particularidades en función de la carrera, el género y el ciclo de estudios*. Estilos de Aprendizaje, 112-135.
- Fernández Fernández, M. L., Camus Díez, B., & López Maza, R. (2012). *La programación neurolingüística en el aprendizaje universitario*. V Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje. Santander.
- Felder, R., & Silverman, L. (1988). *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*. Education, 674-

---

681.

- Gardner, H. (2011, Octubre 18). *De las Inteligencias Múltiples a la Educación Personalizada*. (E. Punset, Interviewer)
- Healey, M., & Jenkins, A. (2000). *Kolb's Experiential Learning Theory and Its Application in Geography in Higher Education*. Journal of Geography, 185-195.
- Hederich Martínez, C. (2013). *Estilística educativa*. Revista Colombiana de Educación.
- Monereo, C. (1990). *Las estrategias de aprendizaje en la educación formal: enseñar a pensar y sobre el pensar*. Infancia y Aprendizaje, 3-25.
- Muñoz-Seca, B., & Sánchez, L. (2001, Noviembre 8). *Los estilos de aprender*. Barcelona, España: IESEP BUSINESS SCHOOL.
- Salas Silva, R. (2008). *Estilos de aprendizaje a la luz de la neurociencia*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Wall, W., & Varma, V. (1975). *Avances en Psicología de la Educación*. Madrid: Ediciones Morata.

# Metodologías Ágiles aplicadas a la Gestión del Conocimiento como herramienta colaborativa

*Autor principal: Lorena Natalia Barale,*

*Colaboradores: Daniel Herrera, Alejandra Jewsbury, Silvia Lanza Castelli, Fanny Esther Montoya, Valeria Ortiz Quirós, Fernanda Rodriguez Aleua,*

Departamento de Sistemas de Información  
Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro López esquina Cruz Roja,  
[lorebarale@gmail.com](mailto:lorebarale@gmail.com),

## Resumen

*La Gestión del conocimiento podemos entenderla como la instancia de gestión en la cual los involucrados obtienen una variedad de recursos para apoyar el desarrollo del conocimiento dentro del entorno de aprendizaje. (Davenport, T. H., & Prusak, L., 2001).*

*Nuestra investigación pretende demostrar la importancia del rol de conocimiento y su gestión para obtener valor agregado y componentes estratégicos para el aprendizaje.*

*Este modelo pedagógico de Gestión de conocimiento tiene un soporte teórico basado en tres ejes: un entorno virtual de aprendizaje colaborativo utilizando plataforma Moodle, la integración de los principios y prácticas de Scrum para la organización de equipos productivos y el soporte de herramientas de gestión de proyectos ágiles colaborativos. Se incorpora a esta investigación el seguimiento y mediciones del desempeño individual y grupal de los alumnos, obteniendo datos de la participación en las actividades de cada módulo que incluyen lecturas y análisis de casos, cuestionarios, entrega de trabajos y participación en distintos dispositivos del aula virtual. Además la aplicación de evaluación utilizando el 'juicio evaluativo' que propone mejoras a las prácticas existentes de educación superior por medio*

*de: autoevaluación, evaluación por pares, retroalimentación, rúbricas y uso de ejemplos para contribuir a que los alumnos puedan evaluar la calidad de sus trabajos.*

**Palabras clave:** Gestión del Conocimiento. Metodologías ágiles. Scrum. Juicio valorativo

## 1. Introducción

La carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, como todas las cosas tan relacionadas con la tecnología presentan cambios constantemente. Cambian los procesos, las metodologías, las herramientas, las técnicas utilizadas, los marcos de trabajo, el hardware, el software, las formas de liderazgo, la forma de trabajo de los equipos. El área educativa, no puede quedar ajena y es nuestro deber como educadores ayornarnos a estos avances tecnológicos para formar profesionales competentes al momento de salir al mercado laboral.

Abordar la gestión del conocimiento incorporando un marco de trabajo propuestos por las metodologías ágiles, nos pareció una manera de innovar en el aprendizaje y forma de interacción entre alumnos y docentes, a la vez que entendemos que esta propuesta no sólo incorpora nuevos conocimientos a los alumnos en técnicas y herramientas que

utilizarán en la vida profesional, sino que genera motivación hacia el aprendizaje.

## 2. Marco teórico

El desarrollo ágil es un marco conceptual que reconoce las distintas interacciones y cambios que ocurren en todo desarrollo de software. Si bien el Término "Ágil" fue definido en el "Manifiesto Ágil" en 2001, estas metodologías ágiles evolucionaron a partir de varios métodos:

- 1930, Ciclo PDCA: Walter Shewhart propone el ciclo de "Planear", "Hacer", "Estudiar" y "Actuar", un concepto que luego fue difundido por Deming.
- 1940: Taiichi Ohno inventa el método Kanban en Toyota. El Lean Manufacturing es una fuente de inspiración y precursor del movimiento ágil.
- 1974: Un Paper de E.A. Edmonds presenta el concepto de "Proceso de Desarrollo de Software Adaptativo" en 1974. Asimismo, también durante los 70, Tom Gild publica conceptos sobre la Gestión de Proyectos Evolutiva (EVO).
- 1992: Alistair Cockbur presenta los Métodos Crystal, el punto de inicio de la evolución de las metodologías de desarrollo de software que eventualmente resultaron en lo que hoy se conoce como el movimiento ágil.
- 1993: Bill Opdyke presenta el concepto de "Refactorización" en su paper titulado "Creando Superclases Abstractas por medio de la Refactorización" (técnica para la reestructuración de piezas de código existente).
- 1995: Programación en Pares (Pair Programming). Este concepto se convirtió en una parte integral de la Programación Extrema.
- 1995: El método Scrum fue ideado por Ken Schwaber y Jeff Sutherland, quienes lo presentaron en la conferencia OOPSLA 95 (Object-Oriented Programming, Systems, Languages & Applications) en Austin Texas.

Mike Beedle fue uno de los pioneros en adoptar Scrum y colaboró con su adopción en muchas organizaciones.

Como se sabe, Scrum es prácticamente el estándar de facto para el desarrollo ágil.

-1997: Desarrollo guiado por funcionalidades Feature Driven Development (FDD). En él se definen mejores prácticas como son: Modelado de objetos de dominio, Desarrollo por funcionalidades, Propiedad individual de las clases (Código), Equipos de trabajo por funcionalidad, Inspecciones, Gestión de Configuración, Compilaciones regulares (periódicas) y visibilidad del avance y resultados.

- 1999: Desarrollo de Software Adaptativo. La metodología propone un ciclo de vida de 3 fases: Especulación, Colaboración y Aprendizaje.

- 1999: Programación Extrema / Extreme Programming (XP). Como parte de la Programación Extrema, también formuló los conceptos de Historias de Usuario y Planificación de Releases. La metodología especifica buenas prácticas para la planificación, gestión, diseño, codificación y pruebas.

-1999: Integración Continua: Kent Beck definió este concepto también, pero fue un paper de Martin Fowler el que lo popularizó.

El 17 de febrero de 2001 diecisiete críticos de los modelos de mejora del desarrollo de software basados en procesos, convocados por Kent Beck, quien había publicado un par de años antes Extreme Programming Explained, libro en el que exponía una nueva metodología denominada Extreme Programming, se reunieron en Snowbird, Utah para tratar sobre técnicas y procesos para desarrollar software. En la reunión se acuñó el término "Métodos Ágiles" para definir a los métodos que estaban surgiendo como alternativa a las metodologías formales (CMMI, SPICE) a las que consideraban excesivamente "pesadas" y rígidas por su carácter normativo y fuerte dependencia de planificaciones detalladas previas al desarrollo.

Los integrantes de la reunión resumieron los principios sobre los que se basan los métodos alternativos en cuatro postulados, lo que ha quedado denominado como Manifiesto Ágil.

#### Valores del manifiesto ágil

- Valorar más a los individuos y sus interacciones que a los procesos y las herramientas
- Valorar más el software funcionando que la documentación exhaustiva
- Valorar más la colaboración con el cliente que la negociación contractual
- Valorar más la respuesta ante el cambio que seguir un plan

#### Beneficios

En primer lugar, las metodologías ágiles mejoran la satisfacción del cliente dado que se involucrará y comprometerá a lo largo del proyecto. En cada etapa del desarrollo se informará al cliente sobre los progresos del mismo. De ese modo, el cliente puede sumar su experiencia para optimizar las características del producto final. Se pueden evitar así numerosos malentendidos dado que el cliente poseerá en todo momento una completa visión del estado del producto.

Asimismo, mejora la motivación e implicación del equipo de desarrollo. Pero esta mejora no es casual: las metodologías ágiles permiten a todos los miembros del equipo conocer el estado del proyecto en cualquier momento. Los compromisos son negociados y aceptados por todos los miembros del equipo y las ideas de cualquiera de sus integrantes son tenidas en cuenta.

Destacar que los procesos ágiles permiten ahorrar tanto tiempo como costes. El desarrollo ágil trabaja de un modo más eficiente y rápido que otras metodologías. Además, estos procesos ponen el foco en cumplir estrictamente el presupuesto y los plazos pactados a la hora de definir y planificar el proyecto.

Se trabaja con mayor velocidad y eficiencia. En las metodologías ágiles se trabaja

realizando entregas parciales pero funcionales del producto. De ese modo, es posible entregar en el menor intervalo de tiempo posible una versión funcional del producto.

Gracias a las entregas parciales (centradas en entregar en primer lugar aquellas funcionalidades que en verdad aportan valor) y a la implicación del cliente será posible eliminar aquellas características innecesarias del producto.

Las metodologías ágiles permiten mejorar la calidad del producto. La continua interacción entre los desarrolladores y los clientes tienen como objetivo asegurar que el producto final sea exactamente lo que el cliente quiere y necesita. Además, este enfoque permite abrazar la excelencia tecnológica, lo que permite obtener un producto tecnológicamente superior.

Por otro lado, esta metodología permite alertar rápidamente tanto de errores como de problemas. En la etapa de planificación, el equipo ha presentado una hoja de ruta anticipando y dando respuesta a los principales problemas técnicos y a la velocidad en la que se puede trabajar.

Y, finalmente, las metodologías ágiles permiten rentabilizar nuestras inversiones más rápidamente. Gracias a la realización de entregas tempranas el cliente tendrá rápido acceso a aquellas funcionalidades que en verdad aportan valor acelerando el retorno de la inversión.

#### Inconvenientes de las metodologías ágiles

Las metodologías ágiles son fáciles de entender pero difíciles de llevar bien a la práctica. Requiere un fuerte compromiso y una estrecha colaboración entre todas las partes.

Las metodologías ágiles pueden ser ineficientes en grandes organizaciones. En empresas grandes suele haber especialistas del diseño de software, las pruebas, etc.

En las primeras fases, no se conocerá cómo quedará el proyecto una vez finalizado, esto puede generar dudas en clientes acostumbrados a tenerlo todo bien planificado.

### El uso de las metodologías ágiles en el mundo

En el desarrollo de Software durante el SXXI, el auge de las metodologías ágiles ha ido en incremento por los muchos beneficios citados previamente.

Es así que son muchas las organizaciones que han adoptado estos marcos de trabajo para sus proyectos. A continuación podemos citar grandes empresas que han adoptado metodologías ágiles:

- Apple
- Zara
- PayPal
- Facebook
- Spotify

En nuestro país, también han tenido gran auge y ha sido utilizado en muchas organizaciones tales como Globallogic, Sancor Seguros, Zurich, Softtek, EY, Accenture Argentina, Redbee Studios, Avaya, Baufest, ICBC Argentina.

En la ciudad de Córdoba, las metodologías ágiles han sido incorporadas en el desarrollo de software tanto por compañías multinacionales como por compañías locales pertenecientes al Córdoba Technology Cluster. Tanto es así que actualmente ya se está comenzando a utilizar estos marcos de trabajo en dependencias de organismos públicos como por ejemplo el área de Sistemas del Ministerio de Educación de Córdoba, que está organizando su personal de sistemas en grupos scrum para el desarrollo de los proyectos encargados al área.

## 3. Objetivos y Metodología

Existen muchas formas de aplicar las Metodologías Ágiles para adaptarlas a las necesidades de cada grupo de trabajo y proyecto. **Scrum** es la metodología ágil más popular hoy en día. Adopta la idea de que el proyecto tiene que desarrollarse de forma

iterativa e incremental. El proyecto avanza a través de una serie de iteraciones llamados "sprints", al final de cada "sprint" se obtiene un producto potencialmente listo para su uso.

Aunque esta forma de trabajo surgió en empresas de productos tecnológicos, es apropiada para cualquier tipo de proyecto con requisitos inestables y para los que requieren rapidez y flexibilidad, situaciones frecuentes en el desarrollo de determinados sistemas de software.

### Roles Scrum

El **Product Owner** se asegura de que el equipo Scrum trabaje de forma adecuada desde la perspectiva del negocio. El Product Owner ayuda al usuario a escribir las historias de usuario, las prioriza, y las coloca en el Product Backlog.

El Scrum es facilitado por un **ScrumMaster o facilitador**, cuyo trabajo primario es eliminar los obstáculos que impiden que el equipo alcance el objetivo del sprint. El ScrumMaster no es el líder del equipo (porque ellos se auto-organizan), sino que actúa como una protección entre el equipo y cualquier influencia que le distraiga. El ScrumMaster se asegura de que el proceso Scrum se utiliza como es debido. El ScrumMaster es el que hace que las reglas se cumplan.

El **equipo** tiene la responsabilidad de entregar el producto. Es recomendable un pequeño equipo de 5 a 9 personas con las habilidades transversales necesarias para realizar el trabajo (análisis, diseño, desarrollo, pruebas, documentación, etc).

### Ceremonias Scrum

Al comienzo de un sprint, el equipo de scrum tiene un evento de **planificación de sprint**. Uno de los objetivos de la reunión es identificar y comunicar cuánto del trabajo es probable que se realice durante el actual Sprint.

Cada día durante la iteración, tiene lugar una reunión o **scrum diario** de estado del

proyecto. La reunión tiene una duración fija de 15 minutos, de forma independiente del tamaño del equipo.

Al final de un sprint, el equipo realiza dos eventos: la revisión del sprint y la retrospectiva del sprint. En la **reunión de revisión de sprint** se presentan los trabajos completados durante el sprint.

Después de cada sprint, se lleva a cabo una **retrospectiva del sprint**, en la cual todos los miembros del equipo dejan sus impresiones sobre el sprint recién superado. El propósito de la retrospectiva es realizar una mejora continua del proceso.

Este marco de trabajo fue el elegido como uno de los tres pilares teóricos que dan soporte al modelo de Gestión del Conocimiento sobre el que se basa nuestra investigación, la que pretende demostrar la importancia del rol del conocimiento y su gestión para obtener un valor agregado al aprendizaje. Los otros dos pilares sobre los que se apoya esta investigación son: un entorno virtual de aprendizaje colaborativo utilizando la plataforma Moodle y la aplicación de evaluación utilizando el “juicio evaluativo”.

El uso del marco de trabajo Scrum permite mediante la organización de equipos productivos y el soporte de herramientas de gestión de proyectos ágiles colaborativos incorporar a esta investigación el seguimiento y mediciones del desempeño individual y grupal de los alumnos, obteniendo datos de la participación en las actividades de cada módulo que incluyen lecturas y análisis de casos, cuestionarios, entrega de trabajos y participación en distintos dispositivos del aula virtual.

La propuesta busca promover la creación, el agregado, utilización y reutilización de los conocimientos que van adquiriendo los alumnos en la asignatura Análisis de Sistemas. Todos los Trabajos Prácticos son instancias de aprendizajes y adquisición de conocimientos en sí mismos.

## 4. Resultados

Con el uso de Scrum se pretendió brindar un marco de trabajo para ordenar las prácticas de equipos y dinamizar la adquisición de conocimientos.

Una vez conformados los equipos de trabajo se comunicaron las consignas y los plazos de entrega para el desarrollo del trabajo práctico integrador, cuyo objetivo es integrar todos los conocimientos aprendidos en un documento de especificación de requerimientos. Para este procesos se les solicitó aplicar el framework de Scrum donde se establecieron una serie de sprints definidos por el docente, en función de las tareas que debían realizar. Luego se fue tomando por cada sprint, la definición de las actividades , asignación de tareas a un responsable del equipo identificado como Scrum master . Además para la planificación y seguimiento de los avances, los alumnos debían realizar un tablero en alguna herramienta de gestión de proyectos ágiles para ello los docentes proporcionaron tutoriales interactivos y capacitación en el uso general de la herramienta Trello y para hacer uso de repositorios de material en la nube donde la mayoría gestionaba sus contenidos con Drive y otras aplicaciones de Google.

Cabe destacar que todas las prácticas e interacciones o intervenciones que realizan los docentes son gestionadas a través de la plataforma Moodle. Esto ha permitido, incrementar el espacio de adquisición de nuevos conocimientos , reusarlos y compartirlos- Es tarea del product Owner ( representado por docentes) validar los contenidos y gestionar los dispositivos que permiten a los alumnos gestionar sus conocimientos.

Al final del sprint se aplicó el dispositivo de evaluación utilizando el 'juicio evaluativo' que propone algo innovador al modelo que venimos aplicando y es mejorar a las prácticas existentes de educación superior por medio de: autoevaluación, evaluación por pares, retroalimentación, rúbricas y uso de ejemplos para contribuir a que los alumnos puedan colaborar y compartir sus trabajos e incrementar la

---

calidad de los mismos.

## 5. Conclusiones

Tomando en cuenta los tres pilares de nuestro trabajo en primer lugar utilizamos un marco de trabajo basado en Scrum, lo que nos permitió ordenar los diferentes equipos integrados por los grupos de alumnos de la Cátedra, en los que se buscaba que los mismos aprendan a desenvolverse en ambientes de trabajo colaborativos, desempeñando diferentes roles como parte de los equipos de trabajo, como Scrum Master liderando cada grupo e interactuando con los docentes quienes desempeñan el rol de Product Owner.

En segundo lugar los grupos utilizaron diferentes herramientas que les permitieron gestionar cada proyecto de manera colaborativa como Google Drive, Google Doc, Trello lo que les permitió gestionar sus trabajos grupales y mediante la Plataforma Moodle como un repositorio del conocimiento, en la que el equipo docente trabaja como moderador supervisando y gestionando de manera permanente las actividades de los alumnos.

Y en tercer lugar al final de cada trabajo se aplicó como dispositivo de evaluación el Juicio Evaluativo por medio de autoevaluación, evaluación entre pares en la que los diferentes grupos realizan críticas constructivas y aportes lo que permite enriquecer las propuestas de cada grupo.

Pablo Domínguez, (2017). Las metodologías ágiles  
<https://openclassrooms.com>

Sonia Mañe Vernia, (2016). Ejemplos de cómo las empresas usan la metodología ágil.  
<https://www.ibs-school.com/blog/metodologia-agil-agile-scrum/>

Diario EL CRONISTA. (2015) La agilidad le gana al software.  
<https://www.cronista.com/itbusiness/La-agilidad-le-gana-al-software-20150303-0010.html>

## 6. Referencias

Martín Alaimo (2014) – Proyectos Ágiles con Scrum. Impresiones Dunken.

(2013). Una breve historia de las metodologías ágiles.  
<http://www.pmoinformatica.com>

Eduardo Martínez, (2014). Las 8 grandes ventajas de las metodologías ágiles  
<https://www.ibs-school.com>

# La enseñanza de Hidrología y Obras Hidráulicas

Matías Bupo, Álvarez Florencia, Stehli Pablo

Departamento Ingeniería Civil

Facultad Regional Córdoba, Universidad tecnológica Nacional

Ciudad Universitaria, Córdoba, [mbupo@frc.utn.edu.ar](mailto:mbupo@frc.utn.edu.ar), [alvarezflorencia\\_27@gmail.com](mailto:alvarezflorencia_27@gmail.com),  
[pablo\\_stehli@hotmail.com](mailto:pablo_stehli@hotmail.com)

## Resumen

*El plan de estudios de ingeniería civil de la UTN, contempla la asignatura de Hidrología y Obras Hidráulicas en el cuarto año de la carrera. El objetivo general de la materia es lograr que los alumnos desarrollen la habilidad para dar solución a los problemas ingenieriles de carácter hidrológico y a su vez que cuenten con los conceptos y transferencia de experiencia en el ámbito de las obras hidráulicas, ambas ramas de la ingeniería íntimamente ligadas. Para cumplir este objetivo final, consideramos necesario proporcionar una formación basada en cuatro principios: (1) Teoría, (2) Aplicación y transferencia de experiencia en campo, (3) Experimentación, y (4) Proyecto de Ingeniería. En este trabajo se presenta la implementación de la asignatura en la Facultad Regional Córdoba orientada a formar futuros profesionales con fuerte formación básica y destreza en la solución de problemas hidrológicos y en el proyecto y diseño de obras hidráulicas.*

**Palabras clave:** teoría, experimentación, obras hidráulicas.

## 1. Introducción

El perfil del ingeniero tecnológico es claro. Se presenta como un ingeniero capacitado para desarrollar sistemas de ingeniería y paralelamente desarrollar su creatividad en el uso de nuevas tecnologías, con capacidad de innovación a los efectos de dar las soluciones ingenieriles con el suficiente respaldo técnico-económico, puestos al servicio del crecimiento y desarrollo social, productivo y económico. El ingeniero civil de hoy está encargado de resolver los

problemas de infraestructura para la producción de bienes y servicios del país en general: edificios, fábricas, viviendas, puentes, carreteras, vías ferroviarias y navegables, puertos y aeropuertos, usos hidroeléctricos, sistemas de riego, defensas aluviales, distribución de agua, desagües pluviales, cloacas, e industriales, entre otros. También entiende en seguridad, mantenimiento y operación, modernización, planificación, control ecológico y eficiente reemplazo de la infraestructura, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos (UTN, 2004).

Citando las palabras de Chow (1994), "aplicaciones prácticas de la hidrología se encuentran en labores tales como el diseño y operación de estructuras hidráulicas, abastecimiento de agua, tratamiento y disposición de aguas residuales, irrigación, erosión y control de sedimentos....", y realizando una breve reflexión, es posible advertir que, si bien, conceptualmente es posible dividir la materia en dos partes muy bien diferenciadas, la Hidrología, como la ciencia que estudia los fenómenos naturales involucrados en el ciclo hidrológico, y las obras hidráulicas orientadas a resolver los problemas clásicos de índole hidráulico, definitivamente estas dos ramas están íntimamente ligadas. No es posible diseñar una obra hidráulica sin al menos los conocimientos básicos de hidrología, y de forma similar, podría decirse, que no es posible realizar estudios hidrológicos, sin conocer el tipo de obra que va a diseñarse, o en definitiva, el objetivo final del estudio. Una estricta definición de la hidrología, la expone Chow (1964) donde expresa que la hidrología es la ciencia que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades

químicas, físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo los seres vivos. Aceptando esta amplia definición, es necesario limitar la parte de la hidrología que se estudia en la ingeniería, y sobre todo en la ingeniería civil, a una rama que comúnmente se llama hidrología aplicada (Aparicio Mijares 2004). El ingeniero que se ocupa de proyectar, construir u operar las diversas obras hidráulicas, debe tener los conocimientos necesarios para realizar los análisis hidrológicos cuantitativos para la selección del eventos de diseño adecuado.

La propuesta es acercarse a los problemas de la especialidad, integrando teoría y práctica sabiendo que es necesario abordarlas de manera complementaria, y no aislada, a los fines de entrenar un estilo de trabajo profesional racional, metodológico, fundamentado, y abierto a nuevas soluciones.

## 2. Propósitos

La Ingeniería Civil está considerada como parte de las "Ciencias Exactas", es bien es conocido que la representación o modelación matemática de los fenómenos hidrológicos e hidráulicos de manera estricta, es sumamente compleja y en muchos casos imposible. Las formulaciones existentes para resolver los problemas ingenieriles de esta área están basados, en muchos casos, en experimentaciones de laboratorio y mediciones de campo y en consecuencia existen diversas metodologías para afrontar un mismo problema. Evidentemente las diversas metodologías fueron desarrolladas para casos particulares o sectores particulares, por lo que en el estudio de una misma problemática es posible obtener un amplio abanico de resultados posibles. Evidentemente esto genera una gran incertidumbre, sobre todo cuando no se cuenta con la suficiente experiencia o la tutela de quien la posea. Es objetivo en la formación de la hidrología y obras hidráulicas de la carrera de ingeniería civil, de la FRC – UTN, transmitir no solo la teoría y conceptos básicos necesario para la formulación y resolución de las problemáticas, sino también, desarrollar en los alumnos la capacidad de razonar y

adoptar los criterios adecuados al momento de escoger entre el abanico de resultados obtenidos. La correcta selección de la metodología, el conocimiento de sus limitaciones y restricciones, así como la capacidad de encontrar sus orígenes y asimilarlos o no al problema particular, es un desafío que está planteado y creemos que la forma adecuada de abordarlo es en base a los cuatro principios ya expuestos:

- (1) Teoría
- (2) Aplicación y transferencia de experiencia
- (3) Experimentación
- (4) Proyecto

Si se logra cumplir estos cuatro principios en la formación de hidrología y obras hidráulicas, creemos que estamos en camino hacia una formación integral dentro del área de conocimiento.

## 3. Hidrología y Obras Hidráulicas

La materia se desarrolla de forma anual en 12 ejes temáticos, que incluyen el siguiente contenido específico:

- Ciclo Hidrológico en la Naturaleza. Principios Básicos Hidrológicos.
- Mediciones Hidrológicas.
- Probabilidad y Estadística en Hidrología.
- Sistemas Hidrológicos en La Naturaleza. La cuenca y sus características Geomorfológicas.
- Uso de Sistemas de Información Geográfica en Hidrología. Introducción.
- Infiltración y Exceso de Lluvia.
- Transformación lluvia – caudal.
- Propagación de Ondas de Crecida.
- Introducción a la Hidráulica Fluvial.
- Obras Hidráulicas menores. Introducción al control de inundaciones y protección de márgenes.
- Diseño de canales y obras de riego.
- Embalses.

El desarrollo de la asignatura es mediante clases teóricas y prácticas. Se propone en clases la resolución de ejercicios básicos de la aplicación de la teoría, pero a su vez, se

propone el desarrollo de 8 trabajos prácticos, en donde el objetivo es resolver un problema ingenieril real, aplicando los conceptos de hidrología y los criterios de diseño de obras hidráulicas. En el primer trabajo práctico, los alumnos reciben archivos en formato KMZ con sectores de la provincia de Córdoba, el cual será el lugar de estudio a lo largo del desarrollo de las actividades. También reciben la ubicación de estaciones de medición pluviométricas y pluviográficas, a partir de las cuales realizan los completamientos de las series, y los correspondientes análisis de consistencia y homogeneidad. Con los datos proporcionados proceden a la generación de las curvas IDF haciendo especial énfasis en el modelo DIT (Caamaño Nelli, et al, 2003). En el mismo sector, y con el uso de diversa información (cartas IGN, imágenes de Google Earth, modelos digitales de elevación, etc) condensadas en herramientas GIS (QGIS y Grass), proceden a la delimitación de la cuenca en el sector de estudio y la determinación sus características geomorfológicas. Con la información hasta aquí obtenida, los alumnos calculan un hidrograma de diseño con la implementación del software HEC-HMS. Con la hidrología del sector, el alumno conjuntamente con los docentes de la cátedra definen una problemática en el sector de estudio, de manera que intervengan obras de regulación o control de inundaciones, conducción a lámina libre y alguna obra de arte (alcantarilla, rápida, sifón invertido, etc). Definida la problemática, se diseña la obra de mitigación, con todos sus componentes hidráulicos. Finalmente y como culminación de los trabajos prácticos, en el punto de cierre de cuenca definido oportunamente, se propone un embalse, donde se define la capacidad del mismo y finalmente se establece el área de inundación con el uso de herramientas GIS.

Por otro lado, se realizan actividades de laboratorio donde se observan diversos fenómenos y el funcionamiento de algunas obras a escala de laboratorio. Los siguientes, son los ensayos que se realizan:

- Aforometría con molinete hidrométrico en el Río Anisacate.
- Determinación de la capacidad de infiltración a través del ensayo del infiltrómetro de doble anillo. Ajuste de la curva de Horton.
- Erosión localizada en pilas o estribos de puentes en el canal a fondo móvil del laboratorio de hidráulica de la FRC.
- Disipadores de energía en el canal a fondo fijo del laboratorio de hidráulica de la FRC.

A los efectos de facilitar la comunicación entre los alumnos y la cátedra, así como entre los propios alumnos, se ha dispuesto a través de la plataforma Moodle, un aula virtual, en donde se encuentra disponible la bibliografía recomendada, bibliografía específica y complementaria, las clases teóricas e información de interés. También se han dispuesto dos foros de comunicación, en el primero solo la cátedra puede realizar publicaciones, y en el segundo se propone una comunicación mutua a partir de la cual se tratan temas de interés general. En la misma plataforma, los alumnos reciben la información de los prácticos y realizan las entregas correspondientes.

#### 4. La evaluación como método de aprendizaje

Creemos que evaluar el conocimiento de un alumno mediante la resolución de un ejercicio o una serie de ejercicios en un lapso acotado de tiempo no necesariamente transmite lo que hemos establecido como uno de los objetivos de transferencia, que es el criterio y razonamiento para efectivamente poder realizar un adecuado planteo a una determinada problemática. Partiendo de este criterio, se ha establecido una forma de evaluación a partir de la cual es posible determinar si el alumno posee los conocimientos teóricos necesarios, no a partir del desarrollo de una determinada temática, sino a través de la selección de una respuesta adecuada a una situación planteada (opción múltiple), donde el acierto estará fuertemente ligado a la correcta

aplicación de la teoría combinado con el criterio ingenieril.

Por otro lado evaluar la capacidad de razonar e interpretar una problemática, y seguir adecuadamente la secuencia de diseño, se realiza a través de los trabajos prácticos, donde no solo los alumnos desarrollan una situación real, sino que también existe una fuerte interacción con los docentes de la cátedra.

## 5. Los tiempos que llegan

La facilidad de acceso a la información y velocidad en las comunicaciones, son dos factores claves para el replanteo de “futuras próximas” modalidades de implementación didáctica. Facilitar los contenidos debe ser hoy, un concepto que los docentes debemos incorporar. Transferir criterios de búsqueda, evaluación de la información e interpretación de la misma, permitirá disponer más tiempo presencial al esclarecimiento de dudas, y resolución de problemas aplicados. Pasar de una problemática aplicada a un modelo conceptual de resolución, no es algo que se encuentre en los libros, y creemos que esa transferencia es, en los tiempos que corren, unos de los principales ejes de enseñanza.

El facilitar el acceso a la información permitirá que los alumnos puedan leer la temática previa a la clase, de forma de que el tiempo presencial sea un disparador de preguntas y búsqueda de soluciones para situaciones problemáticas concretas de ingeniería.

Las actividades experimentales que se desarrollan constituyen un instrumento fundamental e irremplazable en la formación. De esta forma poder visualizar los comportamientos, fenómenos, etc, así como instrumentar, medir, reportar, para finalmente pasar en limpio, analizar, concluir y emitir recomendaciones sobre la base de los resultados constituye un proceso valioso en formación del alumno.

De esta forma, combinando actividades prácticas, contenidos teóricos y conceptuales, sumado a las experiencias en laboratorio y campaña, se procura una formación integral en la disciplina.

## 6. Conclusiones

Adecuar los paradigmas de enseñanza a las necesidades actuales, lograr que los alumnos incorporen los conceptos básicos teóricos y prácticos sin perder de vista la importancia en la transferencia de experiencias y haciendo el correcto uso de la fluidez en las comunicaciones y la abundancia de información, creemos que es hoy uno de los principales desafíos que debemos afrontar los docentes en los tiempos que corren.

Modificar la utilización del tiempo presencial hacia actividades donde se ponga a prueba la formación específica parcial previa de los estudiantes, y la habilidad de construir nuevos conocimientos a partir de la necesidad concreta, es un punto que no debe perderse de vista.

La evidente expansión demográfica y geográfica de las actuales urbes y las crecientes demandas sociales y productivas, han llevado a la disciplina de los recursos hídricos al foco de las miradas actuales. Formar ingenieros que dispongan de las herramientas necesarias para afrontar las demandas ingenieriles actuales es una labor que nos compete a los actuales docentes.

## Agradecimientos

Se agradece al apoyo recibido por la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (Departamento de Ingeniería Civil).

## Referencias

- Aparicio Mijares, F. J. (2004). Fundamentos de hidrología de superficie. Limusa.
- Caamaño Nelli, G., Dasso, C. M., Catalini, C. G., Colladón, L., García, C. M., & Zimmermann, E. D. (2003). Lluvias de diseño: conceptos, técnicas y experincias (No. 556.18). Universitas
- Chow, V. T. (1964). Handbook of applied hydrology: a compendium of water-resources technology.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). Hidrología aplicada. McGraw-Hill.
- UTN (2004). Ordenanza 1030. Adecua el diseño curricular de la carrera de ingeniería civil.

# Programación Competitiva como herramienta de fomento y estudio de Programación de Computadoras

Cardenas Marina, Muñoz Roberto, Castillo Julio, Serrano Diego

Laboratorio de Investigación de Software LIS

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional

{ing.marinacardenas, robertmunoz, dr.jotacastillo, diegojserrano}@gmail.com

## Resumen

*En este artículo se describe la experiencia en la realización y organización de competencias de programación tanto a nivel universitario, como de nivel medio.*

*Se describen las características de las diferentes competencias, objetivos y desafíos de los mismos. Además, se analizan las competencias de programación llevadas a cabo en la UTN-FRC como herramienta de valor y de aporte en la educación de los estudiantes de la carrera Ingeniería en Sistema de Información de la UTN-FRC.*

**Palabras clave:** competencias de programación, programación competitiva.

## 1. Identificación

Las competencias de programación algorítmicas o también llamadas Programación Competitiva o Torneos de Programación, son eventos realizados tanto a nivel medio como a nivel universitario, y tienen como objetivo poner a prueba a los estudiantes acerca de sus capacidades de resolución de problemas algorítmicos utilizando el computador (Bernadó, 1998), (Salamó, 2001), (Castillo y otros, 2011).

En este contexto, desde el año 2009 en la UTN-Facultad Regional Córdoba se lleva a cabo anualmente un evento denominado Competencia de programación UTN-FRC, y que tiene como objetivo incentivar la investigación en algoritmia en los estudiantes de la Facultad, como así también

reclutar estudiantes para que se constituyan en nuevos integrantes de los proyectos de investigación que se desarrollan en el Laboratorio de Investigación de Software LIS<sup>1</sup> del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información la UTN-FRC.

La Competencia de programación UTN-FRC es un proyecto de investigación PID incubado y se encuentra registrado formalmente en el LIS. La fecha de inicio de este proyecto fue Febrero de 2009. Originalmente la fecha de fin fue Diciembre de 2009, pero este proyecto continuó renovando sus objetivos anualmente y de manera ininterrumpida hasta la actualidad.

Los recursos económicos para llevar adelante este proyecto son gestionados por el departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN-FRC a través de Decanato de la facultad, y eventualmente empresas del medio local colaboran con premios que se entregan para los primeros puestos de los participantes de la competencia.

## 2. Introducción

Con el objeto de poner a prueba las habilidades y destrezas algorítmicas en programación de computadoras de los estudiantes, existen competencias de programación, tanto a nivel secundario como universitario (Bernadó y otros, 1998), (Salamó y otros, 2001), (García y otros, 2010), que son organizadas por universidades, por grandes empresas de

<sup>1</sup> <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/mslabs/>

desarrollo de software, o por instituciones internacionales relacionadas con tecnología de la información.

En el ámbito universitario a nivel internacional las competencias más importantes que podemos citar son ACM-ICPC<sup>2</sup>, Code Jam<sup>3</sup>, y otras competencias similares como IOI Informatics<sup>4</sup>, Top Coder<sup>5</sup>, Coretex<sup>6</sup> y IEEEXtreme<sup>7</sup>.

Todas estas competencias poseen características diferentes, algunas tienen una duración de varias horas y admiten solo a estudiantes como es el caso de la ACM-ICPC, mientras que otras admiten profesionales graduados como es el caso de Code Jam o Top Coder, y otras como la IEEEXtreme son un evento de 24hs de duración. Sin embargo, todas ellas comparten el objetivo de resolver un conjunto de problemas de variada dificultad en el menor tiempo posible.

En cuanto a la trayectoria de dichas competencias, la IEEEXtreme lleva 12 años desarrollándose a nivel mundial, Top Coder tuvo su primer edición en el 2001 y es organizada por TopCoder Inc., Code Jam se realiza desde el 2003 y es organizada por Google, y la ACM-ICPC (ACM International Collegiate Programming Contest) es la que posee más antigüedad ya que su primera edición fue en 1977 en la Universidad Estatal de Michigan (USA), y es organizada por el ACM e IBM desde 1997. El ACM-ICPC es la competencia de mayor relevancia en nuestro país, y es la más prestigiosa y competitiva a nivel internacional.

Por otra parte, la IOI Informatics es la Olimpiada Internacional de Informática para alumnos de nivel medio, cuya primera edición fue en 1989.

A nivel nacional, el Torneo Argentino de Programación<sup>8</sup> (TAP) se realiza desde el

2011 y es organizado por universidades nacionales con el propósito de ser una instancia de evaluación de preselección de sus equipos para la Competencia Regional Latinoamericana ACM-ICPC. Cada año se realiza una competición local en la sede de la UBA como parte de una regional Sudamérica, y cuya final se realiza en un destino internacional propuesto por la ACM.

A nivel de la Universidad Tecnológica Nacional, tenemos a Tecnomate<sup>9</sup> que se realiza desde el 2013, y previamente desde el 2009 se llevaron a cabo bajo el nombre de Programación Competitiva. Esta competencia es organizada por la cátedra de Programación Competitiva del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Santa Fe.

El otro antecedente dentro de la UTN lo constituye la Competencia de Programación UTN-FRC organizada por el Laboratorio de Investigación de Software LIS del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN-FRC. Este evento se ha realizado de manera ininterrumpida desde el año 2009, con un promedio de 26 participantes por edición.

Adicionalmente, como parte de la realización de este evento, anualmente se organizan una serie de charlas de resolución de problemas algorítmicos y que tienen por finalidad el formar a los estudiantes en la resolución de problemas que típicamente aparecen en las competencias de programación. Los lenguajes de programación utilizados en el dictado de las mismas son Java, Python, C, y pseudocódigo.

El proyecto de investigación radicado en el LIS se denomina *Competencia de programación UTN-FRC*, es decir tiene el mismo nombre que el evento que desarrolla, y cuya realización permite alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.

En cuanto a las características desde el punto de vista pedagógico y curricular, este evento se caracteriza por ser una:

<sup>2</sup> <http://cm.baylor.edu/welcome.icpc>

<sup>3</sup> <http://code.google.com/codejam/>

<sup>4</sup> <http://www.ioinformatics.org/index.shtml>

<sup>5</sup> <http://www.topcoder.com/>

<sup>6</sup> <http://coretex.coresecurity.com/>

<sup>7</sup> <https://www.ieee.org/xtreme>

<sup>8</sup> <http://torneoprogramacion.com.ar>

<sup>9</sup> <https://tecnomate.xyz>

- Actividad transversal: ya que es una actividad que es de utilidad para todos los estudiantes que estén cursando la carrera de Ing. en Sistemas de Información (e incluso de otras disciplinas como Ing. Electrónica, o actividades terciarias como la Tecnicatura en Programación).

- Actividad complementaria: ya que no forma parte de la currícula académica y se organizan durante el horario de cursado, y físicamente se utilizan las instalaciones del Laboratorio de Sistemas (Labsis) del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de la UTN-FRC, que es el mismo lugar donde se dictan las materias obligatorias de la carrera que requieren actividades con el uso de la computadora.

- Actividad integradora: ya que el estudiante debe poner en prácticas los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos previamente en la carrera.

- Actividad lúdica: ya que en un ámbito distendido favorece el desarrollo de las competencias profesionales (análisis, diseño, codificación y prueba de los programas codificados).

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

El objetivo de este proyecto es promover el desarrollo de las habilidades algorítmicas y de resolución de problemas por parte de los estudiantes, a través de la realización de eventos de competencias de programación.

Los objetivos específicos de este proyecto se pueden clasificar en tres tipos a saber: objetivos académicos, objetivos cognitivos, y un objetivo relacionado a la formación de recursos humanos.

- Académicos: Este objetivo se relaciona con la transferencia de conocimientos hacia los estudiantes de los contenidos impartidos desde materias relacionadas a lógica de programación de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, tales como Algoritmos y Estructuras de Datos, Paradigmas de Programación, Sintaxis y

Semántica del Lenguaje, Matemática Discreta, Simulación, entre otras. Los problemas de programación integran conocimientos de varias asignaturas, deben ser resueltos en un tiempo acotado y deben tener una solución óptima.

- Cognitivos: relacionados a la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos sobre algoritmos, estructuras de datos y los paradigmas de programación aplicado a la resolución de problemas concretos. Adicionalmente, para que los beneficios no lleguen solo a los participantes del evento, se plantea la necesidad de realizar la difusión de los problemas y la publicación de sus resultados, para que se pueda alcanzar un espectro más amplio de estudiantes en el ámbito de otras regionales y en el ámbito universitario en general.

- Recursos Humanos: se plantea la necesidad de incrementar la participación de los estudiantes en los proyectos de investigación vigentes en el laboratorio de investigación de Software LIS del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN-FRC.

Desde el punto de vista de la promoción de la investigación, el desarrollo de competencias de programación se realiza con el fin de atraer y captar a los estudiantes interesados en comenzar a incursionar en actividades de investigación. Se plantea para ello, una serie de charlas de *resolución de problemas algorítmicos* dictadas por investigadores del Laboratorio de Investigación de Software LIS. Estas charlas, además de permitir abordar los primeros dos objetivos, al mismo tiempo crean un nexo de comunicación y lugar de encuentro entre los estudiantes e investigadores del laboratorio. Los estudiantes entran en contacto con los investigadores, y son invitados a conocer el laboratorio. Luego, a los interesados se les comenta acerca de los proyectos de investigación en curso y se les plantea la posibilidad de incorporarse en alguno de los proyectos de investigación que allí se desarrollan.

A continuación, enumeramos los objetivos específicos de este proyecto de investigación. Estos objetivos son:

- Fomentar y concientizar a los estudiantes acerca de la importancia de la resolución de problemas algorítmicos y a la búsqueda de soluciones eficaces y eficientes.
- Incentivar la auto-superación de los alumnos a través de la resolución de problemas estilo ACM ICPC, IEEEXtremeo Code-Jam (competencia de Google),
- Promover el estudio de la programación, estructuras de datos y algoritmos entre los estudiantes.
- Promover el estudio de las materias del área de programación de la carrera Ing. en Sistemas de Información: Algoritmos y estructuras de datos, Matemática Discreta, Sintaxis y Semántica de Lenguajes, Paradigmas de Programación y Gestión de Datos.
- Promover la difusión del Laboratorio de Investigación de Software LIS del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información.
- Fomentar la inclusión de profesores y estudiantes en los grupos de investigación que se llevan a cabo en el LIS.
- Formar grupos de estudiantes interesados en participar en competencias internacionales de programación.
- Fomentar la inclusión de profesores y estudiantes en la competencia de programación.

#### 4. Formación de Recursos Humanos

En este proyecto participan docentes investigadores de materias del área de programación de la carrera de Ing. en Sistemas de Información de la UTN-FRC, y además, participan becarios alumnos y alumnos de los últimos niveles de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN FRC.

Los integrantes de este proyecto son los encargados de dictar las charlas de programación, y a su vez constituyen el núcleo estable de jurados que se encarga de evaluar las soluciones enviadas por los estudiantes el día de la competencia. Como jurados colaboradores eventualmente participan profesores invitados del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN-FRC.

Los becarios alumnos colaboran en tareas de difusión y promoción del evento, y muchas veces ellos mismos son participantes en la competencia.

La estructura del equipo de investigación de este proyecto está compuesto por tres docentes investigadores formados: un doctor en ciencias de la computación e ing. en sistemas de información, un magister en sistemas de información y un ingeniero en sistema de información. El equipo de investigación realiza las tareas de diseño, codificación de problemas, dictado de charlas de programación algorítmica, y se desempeña como jurado el día del evento.

A su vez, integran el equipo un investigador en formación (un ingeniero en sistemas de información) y un maestrando en sistemas de información de la UTN-FRC.

También hay dos alumnos becarios que colaboran con el proyecto en cada una de sus ediciones.

#### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Como resultado de las competencias de programación, se realizaron una serie de publicaciones en la revista Novatica<sup>10</sup> (Revista de la Asociación de Técnicos en Informática). Se trata de la revista más antigua en España en temáticas relacionados a la informática y ciencias de la computación.

Las publicaciones se realizaron en una sección denominada “Programar es Crear”

<sup>10</sup> <http://www.ati.es/novatica/>

que en cada volumen plantea un enunciado de un problema de competencia de programación, y en el siguiente volumen se publica la explicación de la solución junto con consideraciones de diseño y eficiencia del algoritmo. La mayor parte de las soluciones se realizaron en lenguaje JAVA, y las restantes fueron en Python.

Como producto adicional, los autores escribieron un libro denominado *Problemas de Programación: Un Enfoque En La Programación Competitiva* (Castillo, Serrano y Cardenas, 2015) que se basó en la experiencia de ocho años en el diseño y elaboración de problemas de programación, configuración y del despliegue del sistema de jurado electrónico, y de la explicación y solución de problemas de programación. De esta manera, el libro elaborado tiene como objetivo brindar una introducción a las competencias universitarias nacionales e internacionales de programación. Para ello se analizan diversos problemas algorítmicos de nivel inicial, medio y avanzado, que se pueden observar en capítulos crecientes en orden de dificultad y agrupados por temas, con su correspondiente introducción y fundamentos formales. Los problemas se presentan con su explicación y resolución en el lenguaje de programación JAVA. El libro también está orientado a profesionales que quieran realizar entrenamientos de programación y selección de desarrolladores en empresas, y también orientado a profesores de otras instituciones académicas para que puedan llevar a cabo sus propias competencias de programación. Esto puede observarse en un capítulo en el cual se explican las consideraciones de planificación de una competencia de programación, los recursos necesarios, y en otro capítulo dedicado a la gestión de la configuración de un juez electrónico local que es necesario para poder realizar una validación automática o semi-automática de las soluciones de los problemas de programación enviadas por los participantes.

En cuanto a publicaciones de este proyecto PID podemos citar a más de 30 artículos en la revista Novatica, y 5 artículos en congresos Argentinos acerca del estudio

y promoción de la programación de computadoras basadas en la realización de competencias de programación.

Como una actividad paralela, el equipo de investigación también participa en el comité olímpico de la provincia de Córdoba, en el marco de la Olimpiada Informática Argentina OIA<sup>11</sup>.

La OIA es una competencia de destreza en informática para estudiantes de nivel medio y que se desarrolla desde hace más de veinte años en nuestro país. La versión provincial de la OIA se denomina Olimpiada Informática Córdoba (OIC), y es una instancia de clasificación para poder participar en la OIA.

La OIC tiene varias categorías: Diseño gráfico infantil – individual, Utilitarios – Grupal, Diseño Gráfico y Multimedia y Diseño de Página Web – Grupal, y Programación – Individual.

La Olimpiada Informática Córdoba es organizada por la Dirección de Divulgación y Enseñanza de las Ciencias, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que trabaja de manera articulada con el Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.

En el año 2013 se firmó un convenio de cooperación entre el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia y la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional para llevar adelante las instancias finales de la OIC, y las mismas se han venido desarrollado de manera ininterrumpida hasta la fecha.

A lo largo de estos años se han dictado capacitaciones a estudiantes y docentes del nivel medio, que tuvieron un impacto positivo en el desempeño de los equipos cordobeses en la instancia nacional.

Como resultado de las actividades de cooperación entre el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia y el Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información, y de las actividades de capacitación y evaluación de la OIC realizadas por el equipo de investigación, en el año 2016 se realizó por primera vez la OIA Categoría Programación en la UTN-FRC. Uno de los integrantes de

<sup>11</sup> <http://oia.unsl.edu.ar/>

este proyecto, fue uno de los cuatro jurados de la Olimpiada. En este evento participaron más de 90 estudiantes de entre 13 y 18 años. Los jóvenes debieron resolver problemas de lógica e informática.

Finalmente, resumimos las principales publicaciones relacionadas con el proyecto. Los artículos en los que se describe el desarrollo de competencias de programación universitarias pueden encontrarse en (Castillo y otros, 2011), (Castillo y otros, 2013a), (Castillo y otros, 2013b). En (Marciszack y otros, 2013) se describen las experiencias realizadas como organizadores de la Olimpiada Informática Córdoba Categoría de Programación.

Por último, en el libro (Castillo, Serrano, Cardenas; 2015) se describe el proceso completo de realización de competencias universitarias de programación.

## Referencias

Bernadó, Ester y Garrell, Josep Maria y Román, Manuel y Salamó, María y Camps, Joan y Abella, Jaume. (1998). *Introducción a la programación en el ámbito de diversas ingenierías*, Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática (Jenui), 1998.

Castillo J., Serrano D., Cardenas M. (2015) *Problemas de programación: un enfoque en la programación competitiva: Ejercicios resueltos de programación*. EAE, 2015. ISBN: 3659092800. 156 páginas.

Castillo J., Cardenas M., Serrano D. (2011), *Experiencias en el desarrollo de competencias de programación en UTN-FRC*. VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, Salta.

Castillo J., Serrano D., Cardenas M. (2013a). *Organización de competencias de programación en la UTN-FRC: Análisis de la experiencia y de las opiniones de los participantes*. CONAIISI 2013.

Castillo J., Serrano D., Cardenas E. (2013b). *Estudio y Promoción de Algoritmos y*

*Estructuras de Datos mediante la elaboración de Competencias de Programación en UTN-FRC*. 5 y 6 de septiembre en la Facultad Regional Bahía Blanca, 2013. JEIN 2013 – III Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería.

García M., López M., Quintana P. (2010). *Mentoría entre iguales: alumnos que comparten experiencias y aprendizaje*. JENUI 2010. España.

Marciszack M., Muñoz R., Castillo J., Delgado A., Serrano D., Gatto S. (2013). *Colaboración entre el Gobierno de la Provincia de Córdoba y la UTN-FRC para el desarrollo de Olimpiadas Informáticas*. CONAIISI 2013.

Salamó Maria, Joan Camps, Carles Vallespí, David Vernet, Xavier Llorà, Ester Bernadó, Josep Maria Garrell y Xavier González. (2001). *Iniciativas para motivar a los alumnos de Programación*. Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática, España.

## Semánticas para las Buenas Prácticas en el Diseño de Datos en Bases de Datos Relacionales

Muñoz Roberto Miguel; Damiano Luis Esteban; Maldonado Calixto; Romero María Soledad;  
Quinteros Sergio Ramón; Bueno Matías; Peretti Juan; Guevara Andrea

Departamento Ingeniería en Sistemas de Información  
Facultad Regional Córdoba / Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina – Ciudad Universitaria - Córdoba  
0351 – 4686385

{robertmunioz, luis.damiano, calixtomaldonado, romeroma.soledad, ser.quinteros, matiasbueno,  
peretti.juan, andrezza77}@gmail.com

### Resumen

*El proyecto de investigación, que da origen a este artículo, tiene entre sus metas lograr una coherencia discursiva en el ambiente áulico, para el dictado de clases en asignaturas que imparten conocimientos de base de datos relacionales. La propuesta es generar un conjunto de normas y reglas de buenas prácticas que den luz en temas que se tratan habitualmente y que no se encuentran taxativamente delineados en la bibliografía actual. El equipo investigador ha observado que en el espacio temático normalización de modelos de datos no hay suficiente claridad y definiciones respecto del desarrollo de la estructura de datos. Surgen entonces algunos interrogantes que no tienen respuesta con fundamento bibliográfico: ¿Cuántas soluciones de normalización (modelo conceptual) se pueden alcanzar para un problema de almacenamiento de datos? ¿Cuáles son las formas aconsejables de construcción de un modelo de datos? Por ello la hipótesis de investigación planteada es “el diseño de un modelo conceptual de base de datos relacional, para un problema determinado y acotado, tiene una solución única”. Para trabajar en este proyecto, el equipo considera imprescindible la participación de docentes y profesionales informáticos, que se desempeñan en distintos ámbitos y con distintas competencias, para validar o refutar la hipótesis.*

**Palabras clave:** normalización, modelo relacional, diseño bases de datos.

### 1. Identificación

Código del PID: “SIUTNCO0004979”.  
Título: “Buenas prácticas en el diseño de estructuras de datos en bases de datos relacionales”.  
Tema prioritario del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería: “La enseñanza de la ingeniería y la formación de los ingenieros”.  
Fecha de inicio: 01/01/2018.  
Fecha de finalización: 31/12/2019.

### 2. Introducción

Este proyecto homologado por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) surge en el seno de la cátedra Gestión de Datos (GDA), de tercer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Córdoba (FRC). Está conformada por más de diez docentes, donde se suelen suscitar discusiones referidas a los resultados o soluciones de diseño de bases de datos, sin lograr una postura generalizada.

Los expertos en base de datos, de renombre global y local, han publicado una gran variedad de libros que dan fundamentos sobre el tema que se plantea en el proyecto. La bibliografía, incluso la considerada obligatoria en la cátedra, describe en detalle al modelo relacional, respecto a: estructura del modelo, integridad, manipulación de datos, alcances y limitaciones, pero no se

encontró respuesta en ninguno de ellos al interrogante: Ante un requerimiento de diseño de base de datos relacional y considerando que es provista por distintos arquitectos de datos, ¿puede ser única la estructura de datos normalizada? Esta pregunta puede merecer mayor atención con el fin de generar conocimiento. La normalización, como técnica para crear estructuras de bases de datos relacionales en estado óptimo y deseable (normalizado), evitando redundancia de datos y futuras inconsistencias, ha sido abordada por múltiples autores como C.J. Date en su libro "Introducción a los Sistemas de Base de Datos" [1], donde ha enfocado su atención en aspectos técnicos que marcan una tendencia clara en el conocimiento y opinión de los arquitectos de datos. «...En otras palabras, "normalizada" y "1FN" significan exactamente lo mismo; aunque debe tener presente que el término "normalizado" se usa a menudo para indicar uno de los niveles más altos de normalización (por lo regular a la tercera forma normal, 3FN)...» [1] (Página 349). Ramez Elmasri y Shamkant B. Navathe expresan en su libro "Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos" [2] «... Así, el diseño de base de datos, tal y como se realiza en la actualidad en la industria, presta especial atención a la normalización hasta la 3FN, la BCNF o la 4FN...» [2] (Página 300). Ambos autores expresan una aproximación a los límites prácticos del concepto "Normalización", desde lo observado en el campo de la Industria del Software. No hay una estricta coincidencia en el alcance, pero sí expresan una conceptualización con algún grado de aproximación, en función del criterio de cada uno. En ambos casos los autores coinciden que se logra la Normalización a partir de la 3FN, como mínimo. A su vez Silberschatz trata el concepto Normalización con la misma visión de Date y Elmasri, en el capítulo 7 de su libro "Fundamentos de Bases de Datos" [3]. Cabe destacar que se permite expresar un singular punto de vista sobre la Normalización que expresa: «...Cuando se define con cuidado un diagrama E-R, identificando correctamente todas las entidades, las tablas generadas a partir del

diagrama E-R no necesitan más normalización. No obstante, puede haber dependencias funcionales entre los atributos de una entidad...» [3] (Página 183), y en la misma página también expresa «... De manera alternativa, la normalización puede dejarse a la intuición del diseñador durante el modelado E-R, y puede hacerse formalmente sobre las relaciones generadas a partir del modelo E-R...». En el material de Silberschatz no se percibe que acentúe su mirada pragmática desde la observación de la industria informática sobre el tema normalización, como lo hicieron los otros dos autores citados y que les permitió expresar que la Normalización de una estructura de datos requiere que ésta alcance al menos la 3FN (tercera forma normal). Cuando se permite expresar su singular punto de vista, respecto de la Normalización, entiende que los aspectos intuitivos de un arquitecto de datos pueden llevarlo al diseño Normalizado de una estructura de datos.

Este tipo de conceptos, vertidos por los autores Date y Elmasri, han sido asimilados como una pieza de conocimiento que no tiene discrepancia por la gran mayoría de los especialistas que diseñan estructuras de datos, por lo que no existen controversias. Sin embargo, no se pudo encontrar aún, entre los autores estudiados, que alguno de ellos haya orientado su análisis y explicación de la Normalización sobre seguir una metodología que permita realizar esta acción, demostrando que la estructura resultante es única, partiendo de una relación universal (entidad primera que reúne todos los atributos observados) como lo expresa Silberschatz, en el "El enfoque de la relación universal" en el libro ya citado «... El segundo enfoque del diseño de bases de datos es comenzar con un solo esquema de relación que contenga todos los atributos de interés y descomponerlo...» [3] (Página 183).

El grupo de investigación propone, en función de su experiencia de campo y en la docencia, demostrar que el modelo conceptual para un problema de almacenamiento de datos es único, en el marco de base de datos relacionales y

cumpliendo con las reglas de la normalización. Dicho de otra manera, dada una situación, con requerimientos a igual nivel de detalle, el conjunto solución de relaciones normalizado al que arriban distintos grupos de trabajo es único.

Se ha realizado una intensa búsqueda bibliográfica para encontrar opiniones, discusiones, afirmaciones o negaciones del problema planteado. En dicha búsqueda, en los materiales abordados, detallados en referencia bibliográfica, no se hallaron resultados que conformen un antecedente.

Las búsquedas también incluyeron anales de congresos Argentinos (WICC, CoNaIISI, JAIIIO) y sitios de internet, sin hallar resultados favorables sobre la temática específica.

Hay que destacar que existe unanimidad conceptual en el material de todos los autores, sobre las definiciones referidas al modelo relacional. Algunos con mayor énfasis en aspectos de principios, otros con más desarrollo en las características de las formas normales, pero en términos generales sin desacuerdos importantes.

Integrantes del equipo de investigación, a su vez, son docentes de la cátedra, donde trabajan los conceptos y aplicaciones de las bases de datos, que conforman los contenidos mínimos de la asignatura y constituyen el eje central de estudio. Los conocimientos son homogéneos entre los integrantes, sobre los conceptos inherentes a base de datos, modelo relacional y normalización de una estructura de datos. Esta tarea docente ha sido desempeñada durante más de veinte años, trabajando con estos conocimientos. Han presentado diversos artículos en congresos de alcance nacional, sobre distintas temáticas que involucran estos saberes. Esta participación involucra la actitud atenta al análisis del tema de hipótesis, siendo un factor importante para afirmar que el problema no está siendo tratado en este momento y no presenta antecedentes expuestos en el pasado.

### 3. Objetivos, Avances y Resultados

El objetivo general del proyecto es: proponer un conjunto de reglas de buenas prácticas para el diseño del modelo conceptual de datos, normalizado, para bases de datos relacionales, tendientes a explicar las restricciones y características que fundamentan que el modelo conceptual de una base de datos relacional puede ser único, para un dominio dado.

A partir del objetivo seguido, el material a generar desde el proyecto aportará documentación de referencia, dando soporte a la actividad áulica en la temática. Se pretende elaborar guías que colaboren en:

- Identificar y caracterizar las estructuras típicas que se utilizan en una solución.
- Identificar cuando aplique, diferentes estructuras que pueden ser equivalentes, resaltando similitudes, ventajas y diferencias de esas estructuras.

- Entender y explicar la forma en que implementan una estructura de datos válida los arquitectos de datos.

- Sugerir un método de normalización, en la búsqueda de estandarizar el proceso.

- Definir y aplicar reglas de buenas prácticas. Actualmente el equipo ha avanzado en la recolección de información a través de encuestas y experimentos para demostrar o refutar la hipótesis. La mirada se enfoca en una conclusión final que surja del análisis de toda la información obtenida en el transcurso de los años de investigación. Es prematuro en este momento poder dar una tendencia u opinión de los temas tratados, visto que hace poco tiempo que se están recolectando datos y experiencias. Las encuestas están direccionaladas a observar el pensamiento y forma en que un arquitecto de datos resuelve un problema de estructuras datos.

También se trabaja en caracterizar las estructuras que intervienen en las soluciones de diseño de bases de datos. En este punto se ha detectado que las mismas son un número reducido de opciones, más allá que se sigue indagando, con la particularidad que ninguna estructura compite con otra, en relación al desempeño en el resultado. En otras palabras, una estructura no tiene otra

estructura que la sustituya. En este tema de caracterizar estructuras el grupo de trabajo ya cuenta con un camino recorrido, en la actividad profesional y en el trabajo de cátedra. Esto permite vislumbrar una tendencia, pero el propósito es continuar consultando y encuestando a profesionales. Se considera un avance significativo poder establecer claridad conceptual en torno del problema de la hipótesis, pues en el ámbito de la docencia brindará una posición clara el poder afirmar o negar la hipótesis planteada. También subyace en forma encubierta una hipótesis derivada de la propuesta en el proyecto de investigación: “Una solución de diseño de estructuras de datos, para base de datos relacionales y para un mismo problema, es distinta a otra si la interpretación del problema, por parte de los arquitectos de datos de datos, también lo es”. Esta hipótesis aún no declarada encontraría respuesta con los resultados de esta investigación.

#### 4. Formación de Recursos Humanos

El equipo de investigación está compuesto por: un director, un co-director, cuatro investigadores de apoyo, cuatro técnicos de apoyo y tres estudiantes becarios. Cabe aclarar que ocho de los integrantes se desempeñan como docentes en la FRC y en particular en la asignatura GDA.

El resultado final de este proyecto de investigación será un documento que plasme los conocimientos logrados. La principal utilidad consistirá en señalar un camino recomendado de buenas prácticas en la construcción de estructuras de datos para base de datos relacionales; incluyendo la demostración o rechazo de la hipótesis, en virtud de las evidencias prácticas que se hayan logrado recolectar. Si se logra demostrar que para un problema acotado existe un conjunto determinado de estructuras, iguales en todas las soluciones observadas y que conforman una solución satisfactoria al problema de almacenamiento de datos, la demostración conformará una caracterización consensuada (ontológica).

La documentación a generar tendrá toda la información recogida, con la exemplificación

explicativa, dando sustento a las explicaciones que devengan de la investigación. Se confía en que el producto obtenido será de aprovechamiento en el medio educativo. Brindará una metodología para la construcción de una estructura de datos, sugiriendo cuales deben ser los principios de buenas prácticas para este ámbito de la informática.

#### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Algunas publicaciones relacionadas, donde integrantes del equipo han participado, son:

- Paz Menvielle Alejandra, et al. (2015) *Desarrollo de un Sistema Experto para el Proyecto de Investigación “Generador Automático de Modelos de Datos Normalizados en Bases de Datos Relacionales”*. Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC).
- Paz Menvielle, María Alejandra et al. (2014) *Una Estrategia de Aprendizaje Autónomo para Sistemas Expertos, con Aplicación Concreta al Proyecto – Generador Automático de Modelos de Datos Normalizados en Bases de Datos Relacionales*. 2do.Congreso Nacional de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información (CoNaIISI).
- Muñoz Roberto Miguel, Maldonado Calixto, Damiano Luis Esteban, Romero María Soledad, Bueno Matías, Quinteros Sergio Ramón, Guevara Andrea, Peretti Juan Pablo, Carrasco Agustín (2018) *Buenas Prácticas En El Diseño De Estructuras De Datos En Bases De Datos Relacionales*. Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC).
- Roberto Miguel Muñoz, Calixto Maldonado, Luis Esteban Damiano, María Soledad Romero, Sergio Ramón Quinteros, Andrea Guevara y Agustín Carrasco (2017) *Implementación de la Plataforma Web MultiDB para enseñanza y aprendizaje del Lenguaje SQL*. V Jornada de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN)
- Roberto Miguel Muñoz, Luis Esteban Damiano, Calixto Maldonado, María Soledad Romero, Sergio Ramón Quinteros, Andrea Guevara, Agustín Carrasco (2017) *Implementación de Plataforma de*

*Aprendizaje del Lenguaje SQL.* 5to. Congreso Nacional de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información (CoNaIISI).

- Cuevas Juan Carlos et al. (2016) *Plataforma Web para acceder a diferentes Sistemas de Gestión de Bases de Datos Relacionales.* Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC)
- Reinosa Enrique; Maldonado Calixto; Muñoz Roberto; Damiano Luis; Abrutsky Maximiliano (2012) *Libro Bases de Datos.* Editorial AlfaOmega.

El grupo transmitirá los resultados del proyecto en un documento de dominio público que será puesto a disposición de las unidades académicas donde se imparten conocimientos de bases de datos.

Es intención del equipo investigador también publicar en formato de libro los resultados de la investigación, afirmando el resultado obtenido, tanto por la verificación o no de la hipótesis.

[http://ocw.uoc.edu/computer-science-technology-and-multimedia/bases-de-datos/Course\\_liseng](http://ocw.uoc.edu/computer-science-technology-and-multimedia/bases-de-datos/Course_liseng) (sept.2015)

- Mario Bunge (2011) *Tratado de Filosofía Ontología I –* Edit.: Gedisa
- Mario Bunge (2011) *Tratado de Filosofía Ontología II –* Edit.: Gedisa
- Mendelzon, Ale (2000) *Introducción a las Base de Datos Relacionales.* Edit.: Pearson
- Mercedes Marqués (2011) *Bases de Datos -* Edit.: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.
- Neeraj Sharma et al. (2010) *Database Fundamentals Ideal for application developers and administrator –* Editorial: Copyright IBM
- Rafael Camps Paré et al. (2007) *Software Libre Base de Datos –* Edit.: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya

## Referencias

- [1] Date, Christopher. (1993) *Introducción a los Sistemas de Bases de Datos Volumen 1 - Quinta Edición* - Edit.: Addison Wesley Iberoamericana
- [2] Elmasri, R. y Navathe, S. (2007) *Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos-5ta Edición* – Edit.: Pearson
- [3] Silberschatz et al. (2006) *Fundamentos de Bases de Datos.* Quinta Edición- Edit. Mc Graw Hill
- [4] Reinosa, E. et al. (2012) *Bases de Datos* - Edit.: AlfaOmega Editores

### Otro material consultado:

- Abraham Silberschatz Bell Laboratories et al. (2007) *Fundamentos de Bases de Datos. Cuarta edición* – Edit.: McGraw-hill/Interamericana
- Becerra Zepeda, Sergio Antonio (1999) *Bases de Datos Inteligentes- Tesis para Maestro en Ciencias Área Computación -* Edit.: Universidad de Colima, México [http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Serie%20Antonio%20Becerra%20Zepeda.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Serie%20Antonio%20Becerra%20Zepeda.pdf). Accedido en febrero 2012.
- Dolores Costal Costa et al. (2007) *Databases* – Edit.: Universitat Oberta de Catalunya

---

# Desarrollo de Entornos Accesibles para la Educación Superior en Ingeniería: Aplicación a la carrera Ingeniería en Sistemas de Información

*Alejandra Jewsbury, María Laura Destefanis, Fanny Montoya, Elizabeth Jeinson*

*Departamento Ingeniería en Sistemas de Información*

*Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional*

*Maestro López esq. Cruz Roja Argentina. Córdoba*

*ajewsbury@gmail.com, mldestafanis@gmail.com, femlys@gmail.com, ejeinson@gmail.com*

## Resumen

*La sociedad actual se encuentra en el desafío de construir espacios inclusivos para todos aquellos que desean realizarse en sus intereses, motivaciones y anhelos. Desde distintas esferas de la sociedad civil y de las instituciones políticas emergen acciones en ese sentido, y en el caso de la accesibilidad a los estudios universitarios en la Argentina se expresa en una ley de alcance nacional. Por lo cual, la universidad, y en especial las carreras de ingeniería deben observarse y modificar sus aspectos formativos, sus didácticas y sus espacios edilicios para hacer posible una universidad inclusiva. Este proyecto analiza la enseñanza de la ingeniería desde la visión de la accesibilidad y propone modelos de enseñanza y recursos tecnológicos que permitan el acceso, la permanencia y el desarrollo pleno de personas con discapacidad.*

**Palabras clave:** accesibilidad, didáctica, currícula.

## 1. Identificación

*El PID en el que se basa esta presentación es el identificado como TEUTCO0004981. Tema prioritario del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería en que se inserta: La enseñanza de la ingeniería y la formación de los ingenieros.*

*Fecha de inicio: 01/05/2018. Fecha de finalización: 30/04/2020*

## 2. Introducción

Para comenzar consideraremos el concepto de accesibilidad en la universidad. En primer lugar accesibilidad es definida como (Peralta Morales, 2007) "el conjunto de características que debe disponer un entorno, producto o servicio para ser utilizable en condiciones de confort, seguridad e igualdad por todas las personas y, en particular, por aquellas que tienen alguna discapacidad". En el marco de la educación superior se observan en el concepto de accesibilidad tres aspectos (López, 2015), el primero referido al entorno presencial (universidad, aula, aula de laboratorio) o virtual (plataforma de aprendizaje, aula virtual, redes sociales), el segundo referido al producto (asimilable a los recursos educativos seleccionados por los docentes, sean en formato físico o digital) y el tercero asociado a los servicios educativos (las prácticas docentes de enseñanza, incluyendo las estrategias e instrumentos de evaluación). En referencia a la presencia de plataforma de educación virtual se encuentra mucha bibliografía e importantes portales con investigaciones y producciones. Se destaca el trabajo realizado en el marco del Proyecto de Educación Superior Virtual Inclusiva en América Latina (ESVIAL), enmarcado en el Programa Alfa# de la Unión Europea, que tiene por objeto mejorar la educación virtual en América Latina a través de la creación de metodologías que establecen un conjunto de estándares de accesibilidad para la incorporación de personas con discapacidad a los estudios universitarios. Este proyecto finalizado en el año 2015 coloca a

disposición de académicos, investigadores y gestores universitarios una Guía Metodológica. El modelo de Acreditación ESVIAL es abierto y está disponible en [www.esvial.org](http://www.esvial.org). La inserción y difusión de la accesibilidad en estudios universitarios en Argentina se encuentra enmarcada en la Ley de Educación Superior Nro. 24521 sancionada en el año 1995 y la modificación del año 2002, Ley 25573. El Artículo 1 de la Ley 24521 establece que es el Estado el que tiene la responsabilidad indelegable de la prestación del servicio de educación superior de carácter público y reconoce y garantiza el derecho a cumplir con ese nivel de la enseñanza a todos aquellos que quieran hacerlo y cuenten con la formación y capacidad requeridas.

En la modificación del año 2002 se incorpora, en el artículo 1, la declaración de que es el Estado el garante de la accesibilidad al medio físico, servicios de interpretación y los apoyos técnicos necesarios y suficientes, para las personas con discapacidad. La modificación del Artículo 2 de la Ley 25573 agrega el inciso f) que expone “Las personas con discapacidad, durante las evaluaciones, deberán contar con los servicios de interpretación y los apoyos técnicos necesarios y suficientes”. El Artículo 3 incorpora la importancia de que el desarrollo profesional atienda las demandas individuales de las personas con discapacidad y en el Artículo 29 incluye el inciso e) indicando que cada universidad deberá incluir en sus planes de estudio, en sus actividades de investigación y de extensión la formación y capacitación sobre la problemática de la discapacidad. En este análisis introducimos el aporte de Sebastián Rositto (Rositto, 2012) que analiza la normativa y agrega “Otro avance, es el reconocimiento de los derechos de los estudiantes universitarios en situación de discapacidad a ser evaluados dignamente, ya que se prevé que, durante las evaluaciones, deberán contar con los servicios de interpretación y los apoyos técnicos necesarios y suficientes. Estimamos que quien puede lo más, puede lo menos, por lo tanto, si para las evaluaciones (que son las

instancias máximas) cuentan con esos servicios, también debe serlo para las clases en el aula y para cualquier gestión ante una oficina administrativa de dicha institución”. Reconociendo entonces que la legislación vigente establece la obligación del sistema universitario a ser accesible en las dimensiones expresadas al inicio de este apartado (en el espacio educativo, en los recursos didácticos y en los servicios y prácticas de educación). Con respecto a la propuesta de este proyecto de elaborar un modelo de observatorio de accesibilidad para contener información sistematizada de la inserción académica de personas con discapacidad en las aulas, se han analizado la preexistencia de distintos observatorios en las sedes universitarias. Como antecedentes de Observatorio de accesibilidad encontramos el que existe en la Universidad Nacional de Litoral. También algunas instituciones presentan observatorios para evaluar el acceso a los sistemas web, este es el caso del Observatorio Argentino de Accesibilidad Web que se propone evaluar sitios web particulares usando herramientas de testeo para verificar y validar el nivel de accesibilidad. Para ello utilizan un conjunto de estándares y normas que conforman las Pautas de accesibilidad para entornos web WCAG 2.0. Este observatorio forma parte de una red de observatorios en Iberoamérica. En el orden internacional España es el país que presenta el mayor desarrollo en la materia. INDRA es una empresa multinacional de Tecnología de la Información que impulsa la creación de Cátedras de Tecnología Accesible. Las Cátedras de Tecnologías Accesibles son espacios asociativos entre las universidades y la empresa de tecnología para el desarrollo de actividades de investigación e innovación al servicio de las personas con discapacidad. Los proyectos desarrollados tienen como objetivo utilizar tecnología de punta para dar soluciones innovadoras a las necesidades del colectivo de personas con discapacidad. El Observatorio de accesibilidad tiene por objetivo estudiar y dar a conocer los avances tecnológicos actuales en la materia. En España hay once Universidades que han participado en esta iniciativa y tres en

América Latina. Según se informa en la web de este emprendimiento, actualmente hay siete proyectos activos en España y dos en Latinoamérica, entre los cuales se encuentra la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba. En el año 2010 INDRA promociona la conformación en Córdoba de la vinculación con la FAMAF y la puesta en marcha de un observatorio de accesibilidad. No se encuentran referencias ni publicaciones sobre este observatorio en la actualidad. En España encontramos amplias legislaciones con respecto a la accesibilidad para la educación superior y la presencia de Observatorios de accesibilidad desarrollados desde las universidades, como los que comentamos de INDRA. La Confederación Española de personas con discapacidad física y orgánica (COCEMFE) tiene un importante progreso de observatorio de accesibilidad, que contempla investigaciones, prácticas y productos tecnológicos para la plena formación de la vida en sociedad de las personas con discapacidad. También en España se destaca el trabajo que concreta la Fundación ONCE. Con respecto a la tecnología, esta fundación, persigue la divulgación de las buenas prácticas en materia de accesibilidad a las TIC, formación en materia de diseño universal en tecnología, y colaboración en la creación de estándares y normas para una mayor accesibilidad del medio tecnológico. En todos los documentos analizados se destaca que la producción de artefactos tecnológicos que permitan la accesibilidad para todos y el desarrollo de nuevos elementos siempre implican un cambio de actitud de los equipos técnicos de ingenieros y diseñadores. Como dice Francisca Negre Bennsar (Negre, 2015) “Debemos ser conscientes de la trascendencia que puede tener para las personas con discapacidad un acceso más sencillo y generalizado a las tecnologías de la información y la comunicación para poder conseguir una igualdad de posibilidades en la educación, el trabajo y la sociedad”.

En el ámbito de la Universidad Tecnológica Nacional se observa en la Facultad Regional Buenos Aires un Área de Orientación y

Apoyo para personas con discapacidad (ORADIS) que tiene por propósito coordinar, asesorar, promover y difundir todas aquellas acciones que contribuyan directa o indirectamente a la inclusión de personas con movilidad y/o comunicación reducida, asegurando un equitativo acceso a la educación. El portal de ingreso contiene una ficha para contactarse con el área tanto para estudiantes como para interesados no participantes de la comunidad académica. Conforma entonces un relevamiento de estudiantes con discapacidad que ya tiene cuatro años de recolección de información (se desconoce si esta información luego es analizada en el marco de los datos que se proveen desde el sistema de gestión académica de la facultad regional). Para la formulación de este proyecto se han analizado las estadísticas presentadas por el Servicio Nacional de Rehabilitación dependiente del Ministerio de Salud de la Nación, en el Anuario Estadístico sobre Discapacidad del año 2016. Son datos relevantes para el proyecto los siguientes: el 12,9% de la población tiene discapacidad permanente, en su mayor proporción son mujeres y viven en zonas urbanas, el 59,5% posee discapacidad visual y el 90% ha asistido a escolarización común.

### **3. Objetivos, Avances y Resultados**

La presentación que hoy realizamos es la formulación del proyecto y la presentación de las inquietudes iniciales, que a la espera de la aprobación final, los integrantes del grupo han desarrollado en los primeros meses del año.

Se marca entonces que este proyecto no posee aún resultados finales ni intermedios y que esta presentación tiene el objeto de socializar la temática.

Los objetivos generales de este PID son:

1. Desarrollar un sistema de registro de información de personas con discapacidad en estudiantes.
2. Diseñar recursos didácticos que permitan la inclusión de personas con discapacidad en las aulas universitarias de carreras de ingeniería.

3. Generar un observatorio de accesibilidad para la carrera de ingeniería en sistemas de información de la UTN-FRC.

El logro de estos objetivos generales se concreta con los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN-FRC las dimensiones: a) entorno de aprendizaje (presencial o virtual). b) recurso didáctico y c) servicio educativo.
- Realizar un instrumento de registro.
- Concretar un primer registro de personas con discapacidad en estudiantes.
- Establecer un modelo conceptual para un sistema de información de personas con discapacidad.
- Desarrollar los modelos conceptuales de recursos didácticos que permitan acceder a personas con discapacidad a los estudios universitarios.
- Evaluar los modelos de prototipos elaborados con una comunidad significativa.
- Identificar las dimensiones, variables e indicadores pertinentes para contar con un registro fiel de personas con discapacidad.
- Desarrollar el modelo conceptual de un sistema de monitoreo de la accesibilidad en la carrera.

Durante el año pasado se ha participado de las reuniones de formación de la Red IDUC (Red de Inclusión de la discapacidad en las Universidades de Córdoba). Y se ha iniciado la recopilación de información estadística de la participación estudiantil universitaria de estudiantes con discapacidad, en registros propios de la universidad y en bases de datos de acceso público.

En el plano de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información se participó de las reuniones docentes de inicio de año explicando la importancia de la inclusión de la accesibilidad en los trayectos curriculares y en especial en las asignaturas de Trabajo Final.

Se han realizado entrevistas con foco en descubrir espacios no abordados por la

enseñanza actual y necesidades de las personas con discapacidad en vista de su experiencia como estudiantes.

El análisis realizado (siempre en la carrera de ingeniería en sistemas) ha permitido contar con primeras aproximaciones para temáticas que se profundizarán en el desarrollo del proyecto.

Las dimensiones sobre los cuales se iniciará la investigación (y será insumo de futuras producciones) son:

- Accesibilidad de los entornos web de la universidad.
- Accesibilidad en aulas virtuales.
- Recursos didácticos utilizados en las aulas (exposiciones, proyectores, videos, audios).
- Espacios edilicios dedicados a aulas.
- Propuestas de Incorporación curricular: análisis accesibilidad al momento de exponer requerimientos no funcionales para el desarrollo de software (ítem usabilidad).
- Adecuaciones didácticas para no videntes: Reemplazo de Gráficos y tablas por textos planos con el desarrollo de nuevas notaciones de modelado.
- Utilización de letras y símbolos reconocidos por el teclado en fórmulas y expresiones matemáticas y lógicas.
- Análisis de contexto para acompañar a la mejora en la redacción y la ortografía para no videntes.
- Propuestas didácticas para la evaluación de estudiantes no videntes e hipoacústicos.

El análisis y las propuestas de nuevas formas de modelado aplicable a la ingeniería en sistemas de información se ha realizado en las asignaturas: Sistemas y Organizaciones, Análisis de Sistemas y Sintaxis y Semántica de los Lenguajes. En la asignatura de tercer año Diseño de Sistemas se incorporó el estudio de requerimientos no funcionales con la Norma ISO 25000 que considera los requerimientos de accesibilidad.

## 4. Formación de Recursos Humanos

Participa como investigador del proyecto la Ing. María Laura Destefanis que se encuentra realizando su tesis de la Maestría en Desarrollo de Entornos Virtuales en la Universidad Nacional de la Patagonia Austral en temática de accesibilidad a los espacios educativos y actualmente se encuentra realizando el curso “Experto en TIC, inclusión y discapacidad. Aplicación práctica de modelos inclusivos con computadoras, tablets y celulares”, dictado por Creática FREE Iberoamericana para la Cooperación y con la colaboración de la UNC-FCEFyN

También participa como investigador tesista la Lic. Elizabeth Jeinson que se encuentra desarrollando su proyecto de tesis de la Maestría en Calidad de Software de la Universidad Nacional de San Luis. Tema: Satisfacción del cliente interno en servicios de tecnología y tecnologías de la información en instituciones educativas de educación superior. Los alumnos becarios poseen inquietudes previas para el desarrollo de software aplicado a dar soluciones de accesibilidad a personas con discapacidad por lo que esta instancia de participación formal fortalecerá su innovación.

## 5. Publicaciones relacionadas con el PID

En el encuentro de JEIN 2017 se realizó una presentación preliminar de los contenidos del proyecto que se encontraba en proceso de evaluación. El título de la ponencia presentada es “Construcción de la accesibilidad en los estudios universitarios de ingeniería”. Autor: Alejandra Jewsbury. El proyecto avanzará en la investigación durante el año en curso y prevé realizar una publicación a principio del año próximo.

## Referencias

Ley de Educación Superior, Nro. 24521. República Argentina. *Sancionada el 20 de julio de 1995 y Modificación de Ley de Educación Superior. Nro. 25573. República*

Argentina. Sancionada el 11 de abril de 2002

López, B. Restrepo, F. y otros (2015) *Accesibilidad académica, un concepto en construcción. Universidad de Granada. Madrid*

Bennar Negre, F. (2015). *Internet ¿Un recurso accesible para todos? Universidad de las Islas Baleares*

Observatorio Argentino de Accesibilidad web. [www.wcag.com.ar/olia](http://www.wcag.com.ar/olia)

Peralta Morales, A. (2007). *Libro Blanco sobre Universidad y Discapacidad. Real Patronato, Centro de Documentación sobre discapacidad. Madrid.*

Rositto, S. (2012) *Estado de la educación argentina a tres años de la ratificación de sobre los derechos de las personas con discapacidad. Revista Iberoamericana de educación. Madrid.*



# JEIN

VI Jornada de Enseñanza  
de la Ingeniería 2018

**UTN**  
Facultad Regional Córdoba