

# CoINI 2019

XII° Congreso de Ingeniería Industrial

## La Educación en la Ingeniería Industrial



**CSINI 2019**  
XIIº CONGRESO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**La Educación**

**en la**

**Ingeniería**

**Industrial**

The logo for CoINI 2019 features the word "CoINI" in a bold, black, sans-serif font. Above the "i" in "CoINI", there is a horizontal line with a green circle on the left and an orange circle on the right. To the right of "CoINI", the year "2019" is displayed in a larger, bold, sans-serif font, with "20" in green and "19" in orange.

# CoINI 2019

**XII° CONGRESO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL SANTA CRUZ**



## COMITÉ DE HONOR

### PRESIDENTE HONORARIO

*Ing. Héctor Aiassa  
Rector de la Universidad Tecnológica Nacional*

### VICE - PRESIDENTE HONORARIO

*Lic. Sebastián Puig  
Decano de la Facultad Regional Santa Cruz*

## COMITÉ ORGANIZADOR

### COORDINACIÓN GENERAL

*Dr. Ing. Ind. Ruben Mario Lurbé  
Esp. Arq. Miguel Risetto  
Lic. María Eva Balcazar  
Ing. Ind. Alejandro Aroca Babich*

### COMITÉ CIENTÍFICO Y DE PUBLICACIONES

*Dr. Ing. Mario Lurbe  
Mg. Ing. Iván Barón  
Esp. Arq. Miguel A. Risetto  
Dr. Leandro M. Sokolovsky  
Mg. Carlos Alberto Vacca  
Mg. Ing. Alejandro Mohamad*

### EVALUACIONES

*Director General Mg. Ing. Iván Barón  
Coordinación General Ing. Juan Sáenz*

### COORDINADORES POR ÁREA TEMÁTICA:

*Mg. Ing. Edgardo Boschín  
Ing. Jesica Romero  
Mg. Ing. Ariel Morbidelli  
Ing. Bruno Romani  
Esp. Arq. Miguel A. Risetto  
Ing. Lucas Pietrelli  
Esp. Ing. Ángel Quiles*

### EVALUADORES COINI 2019

*Ing. Manuela Mercedes Pendón | Dr. Ing. Caracciolo, Néstor | Ing. Fernando Javier Orozco  
Ing. Senn, Jorge | Ing. Jaureguiberry Mario Ernesto | Ing. María De Los Ángeles Puente  
Dr. Ing. Serra Diego Gastón | Ing. Laguto Sebastián | Lic. Gallegos María Laura  
Lic. Herrería, Elisabeth Ruth | Ing. Cruz Eugenio Ruben | Ing. Cariello Jorgelina Lucia  
Ing. Rezzonico Ricardo | Ing. Dos Reis María Rosa | Ing. Walas Mateo, Federico  
Lic. Cinalli Marcelo Fernando | Ing. Carrizo Blanca Rosa | Dr. Ing. Michalus Juan Carlos  
Ing. Zárate Claudia Noemí | Ing. Toncovich, Adrián Andrés | Ing. Esteban Alejandra María  
Ing. Rohvein Claudia | Dr. Ing. Viel Jorge Eduardo | Dr. Ing. Adolfo Eduardo Onaine  
Dr. Ing. Salazar Arrieta Fernando | Ing. Urrutia Silvia Beatriz | Lic. Martinez Llana, Daniel Jorge Placido  
C.P. Bruno, Carolina | Ing. Marcos, Carlos Eduardo | Lic. Blanc, Rafael Lujan  
Ing. Morcela, Oscar Antonio | Ing. Corvalan, Soraya | Dr. Ing. Rossetti, German  
Lic. Prof. Esteves Ivanisovich María José | Ing. Franco Chiodi | Lic. Noelia Vanesa Morrongiello  
Lic. Roseti, Laura Patricia | Ing. Jauré María Florencia | Ing. D'Onofrio María Victoria  
Dr. Ing. Fracaro, Anahí Catalina | Dr. Ing. Ferreyra Diego Martín | Dr. Lic. Artola, Eugenia  
Lic. Gómez, Daniela Nora | Ing. Aroca Bavich Alejandro Cruz | Dr. Lic. Mansilla, Graciela Analía  
Ing. Erck Isolda Mercedes | Dr. Lic. Artigas María Velia*

## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL SANTA CRUZ

*Los Inmigrantes 555  
Río Gallegos - Santa Cruz - Argentina*

*+54 2966 429173*

*info@frsc.utn.edu.ar*

*http://www.frsc.utn.edu.ar*

*@utn.frsc*



COINI 2019 : XII Congreso de Ingeniería Industrial / Daniel Jorge Martínez Llana...  
[et al.]; compilado por Miguel Ángel Risetto ; Rubén Mario Lurbé ; Iván Barón.-  
1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2020.

Libro digital, PDF.

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4998-43-9

1. Ingeniería Industrial. 2. Técnicas de Gestión. 3. Control de Calidad. I. Martínez Llana,  
Daniel Jorge. II. Risetto, Miguel Ángel, comp. III. Lurbé, Rubén Mario, comp. IV. Barón,  
Iván, comp.

CDD 620.007



**Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina**

**Rector:** Ing. Héctor Eduardo Aiassa

**Vicerrector:** Ing. Haroldo Avetta

**Secretaria Académica:** Ing. Lilita Raquel Cuenca Pletsch

**Secretaria Ciencia, Tecnología y Posgrado:** Dr. Horacio Leone



**Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Cruz**

**Decano:** Lic. Sebastián Puig

**Vicedecano:** Ing. Pablo Bahamonde



**edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional**

**Coordinador General a cargo:** Fernando H. Cejas

**Área de edición y publicación en papel:** Carlos Busqued

**Colección Energías Renovables, Uso Racional de Energía, Ambiente:** Dr. Jaime Moragues.

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

© edUTecNe, 2020

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ) Buenos Aires, República Argentina

Publicado Argentina – Published in Argentina



ISBN 978-987-4998-43-9



Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

**Contenido “La Educación en la Ingeniería Industrial”**

|  |     |
|--|-----|
| Contenido “La Educación en la Ingeniería Industrial” .....   | 1   |
| Hacia un enfoque curricular promotor de la creatividad y la innovación en los estudiantes de ingeniería industrial en el ámbito de industria 4.0 ..... | 2   |
| CENS: determinación del grado de evolución de los estudiantes de la facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora .....              | 10  |
| Aplicaciones de la Topología en la Impresión 3D .....  | 24  |
| Estrategias para la enseñanza del concepto de productividad .....  | 32  |
| Estrategias para la enseñanza del concepto de evaluación de desempeño .....  | 43  |
| Modelo de formación por competencias: análisis de un proceso de transición en docentes de ingeniería .....   | 54  |
| Aprendizaje activo sobre Manufactura Esbelta en las aulas universitarias a través de un Juego Serio.....   | 61  |
| Comparación de métodos de cronometraje en el estudio de métodos y tiempos abordado en la carrera de ingeniería industrial. ....                        | 72  |
| ¿Por qué aprender en equipo la Gestión de la Calidad? .....  | 86  |
| Propuesta de implementación de curso-taller complementario de automatización mediante PLC para estudiantes de ingeniería industrial .....              | 101 |
| La inserción de TIC en el aula a través de juegos educativos .....   | 111 |
| Como establecer competencias de egreso en las Prácticas Profesionales Supervisadas .....   | 118 |
| Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de juegos serios.....   | 134 |
| Aplicación de Flipped Learning y su influencia en el rendimiento académico en Métodos Numéricos, en los estudiantes de Ingeniería .....                | 146 |

## Hacia un enfoque curricular promotor de la creatividad y la innovación en los estudiantes de ingeniería industrial en el ámbito de industria 4.0

Vaquer, Alejandro\*<sup>\*</sup>; Traverso, María Delia<sup>1</sup>; Vitaller, Laura<sup>2</sup>; Di Maio, Sofía<sup>3</sup>; Ingrao, Pablo<sup>4</sup>

*\*Facultad de Ingeniería, Universidad de Morón. Cabildo 134, (1708) Morón, Prov. Bs. As.*

*[avaquer@unimoron.edu.ar](mailto:avaquer@unimoron.edu.ar) \* [mtraverso@unimoron.edu.ar](mailto:mtraverso@unimoron.edu.ar)<sup>1</sup> [vita\\_lau@hotmail.com](mailto:vita_lau@hotmail.com)<sup>2</sup>*

*[sofiadimaio@hotmail.com](mailto:sofiadimaio@hotmail.com)<sup>3</sup> [pabloji22@hotmail.com](mailto:pabloji22@hotmail.com)<sup>4</sup>*

### RESUMEN.

La Industria 4.0 o 4ta. Revolución Industrial es el dominio de los procesos industriales por medios cibernéticos [1]. Esta cibercultura requiere ingenieros competentes técnicamente, creativos, innovadores y capaces de comunicarse de manera compleja [2,3]. Tal formación implica un enfoque de enseñanza acorde. Investigamos: cuáles son los factores que promueven la creatividad y la innovación de los estudiantes de Ingeniería Industrial e impulsan el rol del docente hacia un enfoque curricular promotor de ellos. Se trabajó sobre los docentes, titular y ayudante, y 40 alumnos de la materia Organización Industrial A (80% trabaja) de Ingeniería Industrial de la Universidad de Morón, turno noche, en los períodos lectivos 2018 y 2019. Se aplicó la investigación-acción donde dos observadoras registraron el desarrollo de las clases y a posteriori analizaron con los docentes, elaborando categorías conceptuales: postura del docente frente al alumnado, participación de los alumnos, estrategias, recursos didácticos y evaluación. Dieron lugar a postular un nuevo enfoque para los cursos que se implementó durante 2018 y 2019, pasando de la práctica conductista al modelo ecológico [4]. Los alumnos respondieron positivamente al nuevo enfoque. El nivel de aprobación de trabajos prácticos fue 92,3 % en 2019; lo que dio un incremento de 26 % entre 2017 y 2019.

**Palabras Claves:** Factores de enseñanza en el contexto Industria 4.0. Descentralización docente. Mejoramiento continuo. Interacción grupal. Evaluación.

### ABSTRACT.

Industry 4.0 or 4<sup>th</sup> Industrial Revolution is the domain of industrial processes by cybernetic means [1]. This cyber culture requires skilled Engineers technically competent, possessed of creativity and capability to innovate and communicate in a complex way [2,3]. Such capabilities focus in new ways of teaching. The sample group to investigate were two professors and 40 pupils from the subject Industrial Organization A belonging to the Industrial Engineering career at the University of Morón, night shift, during 2018 and 2019 school periods. 80% of these students worked. According to Action Research methodology, two observers witnessed the class, discussing afterwards the results of the analysis defining conceptual categories: teacher's posture during classes, students' participation, didactic strategies and resources, evaluation. Consequently, professors switched from behaviorist to ecological model of teaching [4]. The students reacted creatively to the new focus. Practical Jobs' approval level reached 92,3 % in 2019, therefor increased by 26 % between 2017 and 2019.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes y Estado actual del tema

Relevamos los aportes teóricos con relación al objeto de estudio que presentamos: “los factores de enseñanza que optimizan el aprendizaje de los estudiantes de la asignatura ‘Organización Industrial A’ de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Morón”. Para ello rescatamos los siguientes planteos:

-el modelo ecológico/sistémico de enseñanza en la vida del aula de Gimeno Sacristán y Pérez Gómez. [5]

-la “teoría de aprendizaje por recepción significativa” de David Ausubel. [6]

-la corriente de la “Ingeniería Didáctica” de la escuela francesa.

-el papel de la creatividad.

-el papel formativo de la evaluación.

Estos últimos tres aportes trabajados integralmente por Olga Carabús. [7]

Con respecto al modelo ecológico/sistémico de enseñanza, la vida en el aula es concebida en términos de intercambios socioculturales y asume los principales supuestos del modelo mediacional, que reconoce que existen procesos internos en el sujeto y que éstos son relativamente cognoscibles. En el modelo ecológico se observa la preocupación por integrar los supuestos del mediacional en un análisis complejo de mecanismos, factores y sistemas socioculturales que le dan singularidad al aula. La institución educativa y el contexto establecen relaciones de continuos intercambios, equilibrios y reequilibrios con el medio. Los individuos no aparecen aislados sino como miembros de una institución con intencionalidad, organización y clima de intercambio. Se detectan procesos cognitivos, de relaciones con el medio ambiente, comportamiento individual y grupal y en un espacio físico y psicosocial. Se destacan las variables: situacionales, experienciales y comunicacionales. Las variables situacionales están constituidas por el contexto complejo y cambiante donde viven los estudiantes y los docentes y que definen el clima físico y psicosocial del aula. Las variables experienciales se refieren a los significados y modos de actuación que traen ambos; la trama de conceptos, teorías, afectos y hábitos que cada sujeto acumuló en su experiencia histórica y que actúan en la vida del aula. Entre las variables comunicacionales encontramos las relaciones que se establecen en el aula a niveles: intra e interpersonales, grupales e intergrupales. Desde este modelo la vida en el aula se organiza en dos subsistemas: el de las tareas académicas y el de la participación social; ambos atravesados por el carácter intencional y evaluador. La interacción entre estudiantes y profesores se da en un clima de intercambios formalizado por las actuaciones de los estudiantes y las calificaciones del profesor. La evaluación es concebida no sólo como un proceso final o producto del proceso de enseñanza, sino fundamentalmente como formativo y constitutivo de la vida en el aula, enraizado en la dinámica enseñanza y aprendizaje y donde el error es constructivo. El riesgo y la ambigüedad son las características de las tareas en este modelo: riesgo de pensar como la capacidad de encontrar más de una respuesta y arriesgarse a dar respuestas ante un problema y, ambigüedad en que puede haber más de una respuesta ante una situación y que en todo caso se discute grupalmente la mejor.

De la “teoría del aprendizaje por recepción significativa” rescatamos la importancia de la construcción de una trama de significados en el sistema cognitivo del sujeto/estudiante, en el que los conocimientos previos son resignificados, transformados o modificados por nuevos conocimientos. Esta transformación implica el establecimiento de interacciones entre los conocimientos previos y los nuevos a través de contenidos nexos (“organizadores avanzados”) que el docente debe saber seleccionar. La posibilidad de otorgar significados a los contenidos integrándolos en una estructura cognitiva, favorece la comprensión y la resistencia

al olvido.

En cuanto a la “Ingeniería Didáctica”, es un corriente de investigación en la enseñanza de la matemática sobre las condiciones de aprendizaje de los estudiantes para optimizar dicho aprendizaje. Esta corriente valora los aportes neurocientíficos, entre otros el rescatar la intuición como actividad del hemisferio derecho y que cumple un importante papel en el conocimiento.

En esta corriente se encuentra la “teoría de las situaciones didácticas” de Brousseau [8]; se basa fundamentalmente en la didáctica instrumento-objeto, donde el objeto es el saber del mundo científico y el instrumento es la metodología que construye el mundo educativo para enseñar. La resolución de problemas es la estrategia propuesta para la enseñanza de la matemática. El acceso a estos problemas es a través de marcos para trabajar el “sistema cognitivo complejo” conformado entre los estudiantes, los profesores y el contexto. Los instrumentos pertenecientes a diversos marcos pueden ser: físicos, geométricos, numéricos, gráficos y lingüísticos. Este camino permitiría el acceso al mundo académico.

Otro aspecto destacable en esta teoría son las representaciones metacognitivas, es decir, la reflexión del sujeto sobre su propio aprendizaje. Brousseau presenta una estrategia en la resolución de problemas que pasa por los siguientes niveles: el intuitivo (qué es capaz el estudiante de percibir), el declarativo (qué es capaz de explicar), el argumentativo (cómo sostiene lo explicado ante los demás) y el institucionalizado (acuerdo para que el proceso alcance un estatus normativo). Como complemento a esta “Ingeniería Didáctica”, Carabús propone al nivel universitario el valor de la evaluación como proceso constante en la enseñanza y la formación de “capacidades” del estudiante, como saberes complejos que conforman un entramado entre conocimientos conceptuales, actitudes y habilidades. Sintetizamos sus propuestas sobre un “plan integral” para la universidad donde: los objetivos sean analizados entre estudiantes y docentes, los contenidos sean acordes a los objetivos, los métodos están basados en la resolución de problemas por descubrimiento y con soluciones creativas; donde los instrumentos de evaluación se basan en la diversificación, en la autoevaluación, en portfolios, en sistemas de créditos por procesos usados por los estudiantes, y no sólo por resultados; un ambiente áulico creativo y comunicativo, donde el docente sea un modelo de creatividad y una institución que tenga como propósito la formación de estudiantes creativos.

## **1.2. Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1 Objetivos generales**

- Investigar sobre factores de la enseñanza en las clases de “Organización Industrial A” de la carrera de Ingeniería Industrial que promueven la proactividad y el dinamismo en el estudio de los estudiantes, hacia la creatividad y la innovación.
- Impulsar el rol del docente hacia un enfoque curricular promotor de ellos.
- Mejorar el rendimiento de los estudiantes de la asignatura “Organización Industrial A” de Ingeniería Industrial de la Universidad de Morón.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Integrar factores de enseñanza incidentes en la promoción de la proactividad y dinamismo en el estudio de los estudiantes a un modelo de enseñanza de la “Organización Industrial A” superador de la pasividad del estudiante en el aula.
- Promover la orientación hacia nuevas estrategias de enseñanza en el aula de la asignatura de “Organización Industrial A” de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Morón.

### 1.3. Formulación del problema

El Mercado requiere ingenieros competentes técnicamente, poseedores de creatividad y en armonía con los ambientes donde ejercen su profesión. El Mundo está experimentando en estos años la consolidación de las Técnicas Digitales que disparan la productividad a niveles superlativos respecto de lo conocido al presente y pasado reciente. En este nuevo escenario, la creatividad e innovación y la comunicación compleja son ingredientes que los futuros profesionales deben adquirir durante su paso por la Universidad. Para otorgar tales capacidades se necesitan metodologías de enseñanza acordes. Sin embargo, las metodologías que se aplican en general condicionan la calidad del contenido. Un modelo de enseñanza “proceso-producto” donde las estrategias de enseñanza llevan a que los estudiantes asuman posturas pasivas esperando que el docente les dé los conceptos a los que deberían llegar ellos mismos en una fase inicial con su creatividad, esfuerzo y motivación.

Los estudiantes de la Universidad de Morón se caracterizan según datos registrados por que en un promedio del 80 y 85% trabajan y llegan a clase con la carga emocional y física propia de sus responsabilidades; como consecuencia, deben hacer un esfuerzo adicional para integrarse a la clase, cosa que hacen parcialmente.

El problema es relevante porque apunta al corazón mismo de la enseñanza de la Ingeniería. La profesión apunta a formar ingenieros competentes que comprendan cómo funciona la realidad y la puedan modificar con el trabajo diario de modo de completar metas y objetivos.

Actualmente, los docentes están muy habituados al modelo conductista, donde el docente expone y los estudiantes en general callan y leen mecánicamente; tanto docentes como estudiantes deberán modificar su enfoque educativo basado en un modelo equilibrado con las demandas y necesidades contextuales y profesionales.

El modelo “proceso-producto” basado en la actividad del docente como presentador de estímulos para obtener la conducta esperable de los estudiantes está ampliamente difundido en el mundo educativo y laboral, sin dejar de estar acompañado por fracasos personales, institucionales, sociales y económicos. Los planes de formación prevén que un profesor (o instructor en situación de fábrica) esté al frente de la clase y los estudiantes escuchen atentamente, pero no participen activamente en el desarrollo de la clase.

Las actividades para las que se prepara el egresado de Ingeniería Industrial y manifestadas en sus incumbencias profesionales (Ordenanza 1114/2016 del Consejo Superior Universitario) requieren de un perfil profesional abierto a la resolución de conflictos y problemas no sólo tecnológicos, sino de comunicación humana. La complejidad de los procesos industriales requiere de un profesional con capacidades sobre el saber pensar, con mirada reflexiva y compleja. Esta habilidad debe aprenderse durante la formación universitaria a través de un currículo organizado para ello. Este currículo incluye desde la postura de la institución formadora hasta las estrategias seleccionadas por el docente para el trabajo en el aula, así como la inclusión de las características del estudiantado y el contexto.

Sintetizamos a partir de lo desarrollado que trabajamos con el siguiente universo: “Las clases de la asignatura ‘Organización Industrial A’ de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Morón.”

Las unidades de análisis son: “Cada clase de la asignatura ‘Organización Industrial A’ de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Morón.”

La problemática se resume en la siguiente pregunta-problema: “¿Qué factores de la enseñanza en las clases de la asignatura “Organización Industrial A” promueven la proactividad y el dinamismo del aprendizaje de los estudiantes hacia la creatividad y la innovación?”

El objeto de estudio de esta investigación, por lo tanto, es: “Los factores de la enseñanza en las clases de la asignatura “Organización Industrial A” que promueven la proactividad y el dinamismo del aprendizaje de los estudiantes hacia la creatividad y la innovación.”

#### **1.4. Hipótesis de la Investigación**

Si bien esta es una investigación cualitativa y por lo tanto se parte de lo empíricamente observado para intentar categorizarlo, no se puede negar la intencionalidad del investigador con la que aborda la problemática; llamaremos a esta hipótesis preconcebida “proto-hipótesis”. En esta investigación partiremos de su explicitación: “La implementación de un modelo de enseñanza basado en la participación propositiva del estudiante favorece su rendimiento en la asignatura ‘Organización Industrial A’ de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Morón.” Para ello habrá que estudiar y sistematizar qué factores componen ese modelo de enseñanza, objeto de esta investigación, que seguramente aportará un plus al estado del arte en cuestión. Sin embargo, esto es aproximativo, ya que no se pueden realizar suposiciones apriorísticas porque se negarían los fundamentos de la metodología cualitativa que es elaborar nuevo conocimiento teórico a partir de la empírica.

#### **1.5. Metodología de Trabajo.**

La estrategia metodológica para trabajar será la de “investigación-acción” que implica que el docente es investigador de su propia práctica. El docente es capaz de reflexionar con el resto del equipo de la investigación a partir de lo actuado en clase.

Al comienzo del período lectivo 2018 se realizó una encuesta para caracterización del grupo de estudiantes de la cátedra “Organización Industrial A”, datos que se relevaron: edad, género, localidad y partido donde vive, trabaja: SÍ- NO, Localidad y partido donde trabaja, responsable de familia: SÍ- NO, año de inicio de la carrera. Las observadoras tomaron registro de clases de la asignatura “Organización Industrial A” durante el desarrollo de dos/tres unidades no consecutivas.

Los registros se analizaron y se elaboraron categorizaciones sobre ellos.

En el proceso de las clases de las unidades seleccionadas se realizaron metaevaluaciones con los estudiantes al finalizar las mismas. Comentando oralmente sus logros y dificultades frente al tema.

#### **1.6. Resultados esperados**

El proyecto de investigación persiguió los resultados que se detallan a continuación.

Elaboración de teoría sobre los factores de la enseñanza en las clases de “Organización Industrial A” de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Morón que promueven la proactividad y el dinamismo en el estudio de los estudiantes e integrarlos a un modelo de enseñanza superador, hacia la creatividad y la innovación.

Optimización de los aprendizajes de los estudiantes de la asignatura “Organización Industrial A” de Ingeniería Industrial de la UM a través de la implementación de nuevas estrategias de enseñanza de la asignatura “Organización Industrial A” basadas en la proactividad.

Extensión, debate y articulación de los resultados de esta investigación con representantes de otras cátedras de la carrera Ingeniería Industrial y de la Ingeniería en general.

Mejoramiento del rendimiento de los estudiantes de la asignatura de “Organización Industrial A” y su extensión a otras asignaturas.

## 2. ORGANIZACIÓN Y DINÁMICA DE LAS CLASES

El docente analizó su proceso de enseñanza desde 2015 al cursar una diplomatura en Educación Superior. En 2017 inició una investigación sobre su Cátedra con la colaboración de didactas.

En 2018 se iniciaron las observaciones de clases y desde la metodología “investigación-acción”, las observadoras hicieron sus devoluciones sobre lo registrado.

Entre el titular a cargo y el ayudante de cátedra, las observadoras y la orientadora en didáctica, se analizaron y se buscaron nuevas estrategias superadoras.

Al docente le interesó trabajar con el uso del aula virtual, ya que planteó que es una modalidad que orienta al nuevo perfil del ingeniero industrial y a los estudiantes como futuros profesionales.

Apuntó al descubrimiento en el tratamiento de los temas y hasta se animó al planteo de lo lúdico. Por ejemplo, el docente aprovechó el juego “buscando a Wally” para trabajar con los alumnos los conceptos en uso, entre otros escenarios, en la inspección de piezas industriales: positivo, negativo, falso positivo, falso negativo. Esta estrategia reflejó la actitud despertada en el docente para enseñar conceptos difíciles de explicar por su nivel de abstracción. Una clara actitud de creatividad en la enseñanza; creatividad que pretende promover en sus alumnos.

También orientó la enseñanza al mejoramiento continuo, lo que implica a estándares internacionales en la producción.

Valoró el manejo de los contenidos y la experiencia que el profesional aportó al dominio de estos. Destacamos que la interacción entre contenidos-experiencia-enseñanza es fundamental si se quiere avanzar en la enseñanza.

Otra cuestión que reconoció en la enseñanza es transmitir a los estudiantes el espíritu de crecimiento en equipo; para ello es necesario “contagiarlos de la vida profesional”, según expresó el docente titular.

Se cuestionó cómo “salir del centro” como individuo docente y lograr verse desde otra mirada que lo interpele en su quehacer; situación que descubrió en su experiencia de investigación-acción. La interpelación del otro ayuda a superar la soledad del docente y lo moviliza a avanzar en la enseñanza.

Una de las estrategias que destacó en esta nueva etapa de crecimiento en la enseñanza y la evaluación es el trabajo áulico con estudio de casos. Su resolución grupal entre los estudiantes es “una usina de creatividad”, según expresa. Planteó el crecimiento de “reglas de formato”. Según aclaró el docente, estas reglas también son solicitadas en la vida profesional. Planteó que dichas reglas implican “el trabajo en equipos multidisciplinarios, a opinar con fundamentos, actualizarse, buscar alternativas, oponerse y acordar”; o sea un verdadero trabajo de argumentaciones y contra argumentaciones sostenido por un clima de cooperación y trabajo. Indudablemente es de destacar la constante que guía la organización de la enseñanza de este docente: que las experiencias áulicas se aproximen al nuevo perfil del profesional ingeniero industrial.

El docente también reconoció la posibilidad de admitir varias soluciones. Planteó que los alumnos deben seguir hipótesis coherentes y que los errores son constructivos si se buscan dónde están, se discuten y se indagan los modos de superarlos.

La interacción grupal, los procesos implicados, tanto afectivo-volitivos como de pensamiento inferencial, son valiosos elementos de evaluación grupal. En el aspecto individual de la evaluación se valoró el razonamiento y el sentido común, aunque disminuya el valor numérico de la calificación por algún resultado no preciso. Se desapruueba por el error con falta de conocimiento básico de matemática y/o física.

El docente aludió en la evaluación final a los estudiantes que satisfacen los “criterios ecológicos”; éstos son los que guían un proceso sistémico que integran el

trabajo grupal, la creatividad, la discusión y el análisis, la búsqueda de soluciones y acuerdos conjuntos. Son evaluados al final de la cursada con la metodología de casos y en coloquio. La calificación será consecuencia del proceso del cursado de la asignatura y no producto de un momento aislado o azaroso.

Otro de los intentos del docente es que cada estudiante sea capaz de evaluar el proceso de la cátedra y su proceso individual incluido.

Se pueden detallar a partir del relato del docente, algunas pautas a sintetizar en el rol de enseñante: 1- La inquietud por el mejoramiento continuo de su enseñanza.

- 2- El análisis de sus clases en momentos diferidos que lo llevaron a la búsqueda de nuevas estrategias de enseñanza. De ello surgieron nuevas categorías de análisis como: trabajo grupal, pensamiento inferencial promovido por el interrogatorio divergente, evaluación.
- 3- La valoración de la comunicación y registro de contenidos y actividades en el uso de las nuevas tecnologías como el aula virtual, promotor del aprendizaje colaborativo.
- 4- La valoración de la interacción contenidos-experiencia profesional- enseñanza.
- 5- La valoración del trabajo en equipo en el aula en relación con la vida profesional futura de los estudiantes.
- 6- La descentralización como proceso de crecimiento docente, en un trabajo continuo de interpelación del otro: observador y colaborador en el análisis de su práctica. Destacamos aquí la metacognición y el socio-análisis.
- 7- Puntos básicos de un nuevo enfoque didáctico:
  - a) La resolución de casos como usina creativa
  - b) Seguimiento de reglas de formato en su análisis
  - c) La aceptación de varias soluciones
  - d) Pautas de evaluador hacia los estudiantes como:
    - a. El seguimiento de hipótesis coherentes
    - b. Los errores como constructivos: dónde están, discutirlos y cómo superarlos.
  - e) La evaluación grupal e individual
    - a. La evaluación como un proceso que inicia en el trabajo grupal de los estudiantes en el aula, de análisis y descubrimiento conjunto de soluciones.
    - b. La prolongación de la evaluación iniciada grupalmente en el cierre de la cursada.
    - c. El coloquio sobre un caso planteado como parte de la evaluación final; metodología de casos como abordaje a una estructura conceptual y dinámica al que el estudiante está ya familiarizado por el proceso propio de la cursada.
    - d. La evaluación final como una consecuencia necesaria de la cursada y no como un hecho descontextualizado y azaroso.
    - e. En lo individual: valoración del razonamiento y el sentido común. La desaprobación ante errores de falta de conocimientos básicos de física o matemática.

### 3. RESULTADOS

Ante lo anteriormente expuesto, reflexionamos: ¿cambiaron los estudiantes o el docente modificó su enfoque de la enseñanza?

El docente modificó su subjetividad<sup>1</sup> y su modo de enseñar; pasó de evaluar a través del “multiple choice” a la resolución de casos desde un enfoque ecológico de la enseñanza.

Ello impactó en los aprendizajes de los estudiantes<sup>2</sup>:

Tabla 1: *Aprobación de Trabajos Prácticos de los alumnos que completaron el curso*

|          | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019  |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Aprobado | 54,5 % | 67,9 % | 73,3 % | 87,5 % | 92,3% |

<sup>1</sup> Considerando por subjetividad el complejo sistema contextuado de percepciones, experiencias, conocimientos y afectividad del educador, en este caso. Al decir de Brousseau y la Corriente Francesa en la enseñanza de la matemática: del “sistema cognitivo complejo”.

<sup>2</sup> Los estudiantes, quienes forman parte del sistema cognitivo complejo.

#### 4. CONCLUSIONES

El marco teórico de la presente investigación abonó el desarrollo de conceptos didácticos que resultaron en el crecimiento de los estudiantes en creatividad e innovación. No es casual el nivel de aprobación creciente en temas que se presentan dinámicamente apuntando a su involucramiento activo.

Otras materias profesionales del curriculum de Ingeniería Industrial podrían aplicar estos conceptos que generan la búsqueda de las herramientas prácticas que mejor se adapten a los contenidos a desarrollar.

Los conceptos didácticos para "Organización Industrial A" (son universales) pueden extenderse. Podrán ser aprovechados por docentes de otras asignaturas de las carreras de Ingeniería en general. Ello generaría la construcción de estrategias que más se adecuen al perfil del ingeniero industrial.

En todos los casos, se destaca el requerimiento de un profundo conocimiento de la materia; es ideal que el docente a cargo haya tenido experiencia en su vida profesional en los temas que conforman los contenidos de la asignatura.

En este proyecto de investigación, la aplicación de las metodologías requirió el aprendizaje del Equipo Docente, asesorado en el Equipo de Investigación por los miembros que provienen de la carrera de Ciencias de la Educación de la Facultad de Filosofía, Ciencias de la Educación y Humanidades de la UM.

La formación previa de los docentes de Ingeniería está orientada a la solución científica de problemas técnicos asociados a la especialidad de cada uno. La aplicación de los conceptos desarrollados en este informe requiere la previa revisión de las propias prácticas docentes desde la pedagogía y la didáctica, construidos en cursos específicos o por apoyo externo a las cátedras. Cada Universidad arbitrará los medios necesarios para ello.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] Brynjolfsson, Erik; McAfee, Andrew. (2016). *La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en un tiempo de brillantes tecnologías*. 1ra ed. revisada. Temas Grupo Editorial. Buenos Aires.
- [2] Roces, José Luis. (2017). *Cultura Innovadora: ¿Cómo competir exitosamente en la era digital?* Temas Grupo Editorial. Buenos Aires.
- [3] Perez Lindo, Augusto. (2004). *Creatividad, actitudes y educación*. Ed. Biblos. Buenos Aires.
- [4] Litwin, Edith; Camilloni, Alicia. (1995). *Qué, cuándo y para qué enseñar*. Educación General Básica, Los contenidos en la enseñanza, Ed. Novedades Educativas, Buenos Aires.
- [5] Pérez Gómez, Ángel; Sacristán Gimeno. (1997). *Comprender y transformar la enseñanza*. Pérez Gómez, Ángel. Enseñanza para la comprensión. Cap. 4. Ed. Morata. Madrid.
- [6] Pérez Gómez, Ángel; Sacristán Gimeno. (1997). *Comprender y transformar la enseñanza*. Pérez Gómez, Ángel El aprendizaje significativo de Ausubel. Cap. 2. Ed. Morata. Madrid.
- [7] Carabús, Olga. (2004). *Creatividad: actitudes y educación*. Creatividad y enseñanza de la matemática. Cap. II. Ed. Biblos. Buenos Aires.
- [8] Brousseau, Guy. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de situaciones didácticas*. Ed. Zorzal. Buenos Aires.

## CENS: determinación del grado de evolución de los estudiantes de la facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora

Morrongiello, Noelia\*; Nicolaci, Miryam\*; Comoglio, Marta\*; Minnaard, Claudia\*; Pascal, Guadalupe\*

*\*Facultad de Ingeniería, Instituto de Investigaciones de Tecnología y Educación, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.  
Camino de Cintura y Juan XXIII. [morrongiello\\_noelia@yahoo.com.ar](mailto:morrongiello_noelia@yahoo.com.ar)*

### RESUMEN.

El principal objeto de estudio del presente trabajo se basa en una nueva definición de competencias denominadas “Competencias Evolutivas del Nivel Superior” (CENS), que hacen referencia a la evolución de los estudiantes en las carreras de grado que se dictan en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Siguiendo un recorrido preestablecido, se indagará qué sucede con los estudiantes desde que inician su carrera de hasta que la finalizan; con el objetivo de analizar dicho proceso y determinar nuevas líneas de investigación, en función de los resultados obtenidos. Esto permitirá generar aportes tanto a la propia institución, como a las empresas de la región, las cuales tienen un vínculo estrecho con nuestra facultad.

Teniendo en cuenta la transversalidad de las competencias, y viéndolo desde el ámbito educativo en el nivel superior, es preciso considerar la necesidad de redefinir las competencias que hacen a la formación de los estudiantes en entornos académicos.

Los resultados esperados de esta investigación consisten, en primer lugar, con lograr el cumplimiento del objetivo general, de determinar la evolución o no, según la percepción de los estudiantes encuestados, guiados por los objetivos específicos y las actividades planificadas.

La investigación es de carácter aplicada, donde el principal instrumento de medición será una encuesta basada en la escala de Lickert, a una muestra de trescientos estudiantes de los diversos ciclos en los que se dividen las carreras de ingeniería. Se seleccionará un determinado grupo de asignaturas correspondientes a cada uno de esos ciclos para poder evaluar, analizar y determinar la transversalidad de las CENS.

**Palabras Claves:** Competencias Evolutivas, Nivel Superior, Ingeniería, CENS.

**ABSTRACT:** The main object of study of this work was based on a new definition of competences called “Evolutionary Competencies of the Higher Level” (CENS), which refer to the evolution of students in the degree courses that are taught in the Faculty of Engineering, from the National University of Lomas de Zamora.

Following a pre-established route, it will be investigated what happens to the students from when they start their career until they finish it; with the aim of analyzing this process and determining new lines of research, based on the results obtained. This will allow generating contributions both to the institution itself, and to the companies in the region, which have a close relationship with our faculty. Taking into account the transversality of the competences, and seeing it from the educational level at the higher level, it is necessary to consider the need to redefine the competences that make the training of students in academic settings.

The expected results of this research consist, in the first place, of achieving the fulfillment of the general objective, of determining the evolution or not, according to the perception of the surveyed students, guided by the specific objectives and the planned activities.

The research was been applied, where the main measuring instrument will be a survey based on the Lickert scale, to a sample of three hundred students of the various cycles in which engineering careers are divided. A certain group of subjects corresponding to each one of these cycles will be selected to be able to evaluate, analyze and determine the transversally of the CENS.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las competencias no son un tema innovador, se lleva años estudiándolas; es posible afirmar que su origen data desde el año 1906, aproximadamente, cuando - de modo experimental- el concepto fue aplicado a estudiantes de ingeniería y su orientación al desempeño empresarial.

Avanzando en la historia, en los años setenta, el considerado pionero en la investigación y estudio de competencias, David McClelland, logró aplicar métodos de observación directa y entrevistas, con la finalidad de confeccionar y determinar las características consideradas diferenciadoras de los diversos niveles de rendimiento de los trabajadores. A partir de ese momento, comienza a formarse la terminología y definición de competencias.

Estas características nos llevan a la afirmación de que las competencias son una parte de la personalidad de los individuos que conllevan a accionar de un determinado modo, comportamiento o función, según las situaciones que se les presenten. Estas actitudes anticipan este modo de actuar ejerciendo influencia en el desempeño del individuo, orientándolo a la efectividad con un valor agregado, diferencial, en contraposición del resto de los individuos, profesionales, estudiantes y futuros profesionales.

Las competencias, pueden ser innatas o aprendidas, según la circunstancia de la persona, son características de los individuos que indican su accionar ante diversas situaciones. Lo fundamental al mencionar esta terminología, es hablar del “saber hacer”, pero sumando el saber cómo hacerlo. Luisa Pinto Cueto (1999) define la competencia como “la capacidad para actuar con eficiencia, eficacia y satisfacción, sobre algún aspecto de la realidad personal, social, natural o simbólica”. Y agrega que “cada competencia es entendida como la integración de tres tipos de saberes: conceptual (saber), procedimental (saber hacer) y actitudinal (ser). Son aprendizajes integradores que involucran la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje (metacognición)”.

Habiendo contextualizado y definidas las competencias, es necesario, además, tener el conocimiento, experiencia y actitud que acompañe el comportamiento de los individuos. Las competencias profesionales, donde se aplica el saber- hacer y saber- ser, refieren a las capacidades que conciernen a una actividad específica de una profesión puntual, la cual se refleja en el nivel de desempeño laboral.

Situándonos en el significado de competencias, desde el punto de vista de la formación de los individuos en su periodo de estudio, y no en el ejercicio de la profesión, podemos decir que si bien existen competencias genéricas, comunes a todos los individuos, también las hay diferenciadoras o específicas. Es por ello, que en nuestra institución, desde cada asignatura o nivel se intenta formar a los futuros ingenieros con un incremento, desarrollo y progresión que les permita diferenciarse de los demás profesionales. Las competencias se forman y modelan en función de las habilidades innatas de cada individuo, y se refuerzan aquéllas que se detectan como débiles.

Existen diversas tipificaciones de las competencias, de las cuales se tomarán las competencias básicas (comprensión oral, lecto-escritura, entre otras), las competencias genéricas (trabajo en equipo, planificación, resolución de conflictos, entre otras) y las competencias específicas (capacidad de manejar una maquinaria y equipamiento específico).

Para trabajar en la selección de competencias, se tomará como referencia el documento elaborado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2014), en el cual se delimitan las competencias genéricas y específicas de los ingenieros.

En dicho documento se dividen las competencias en “competencias genéricas de la ingeniería”, “competencias tecnológicas”, “competencias sociales, políticas y actitudinales” y “competencias específicas de la terminal”. Una vez definidas las

competencias a evaluar, se podrá recolectar de la muestra prevista, la información sobre cada año y ciclo, de un grupo de materias determinadas, pudiendo, de este modo, realizar el análisis transversal de las mismas.

En Argentina, desde hace un tiempo, se comenzó a hablar de la formación de los ingenieros y de las competencias de egreso, dado que se dispone de una baja tasa de graduados en carreras de ingeniería a nivel país. Según el titular del CONFEDI, Miguel Ángel Sosa, en el año 2013 una entrevista expuso que "...egresan dos de cada diez estudiantes de Ingeniería y, en total, se gradúan unos 6500 ingenieros al año" (Diario Página 12, 2013). Por ello, desde el pasado Gobierno Nacional y, principalmente, desde el Consejo Federal de Ingenieros, se determinó la confección de un plan para mejorar la tasa de graduación de los ingenieros hacia el año 2016.

Mediante la implementación del "Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016", el cual tuvo como objeto fomentar el trabajo entre instituciones públicas y privadas, de educación e investigación, a fin de formar profesionales de la ingeniería para lograr consolidar el desarrollo industrial, el cual se ha incrementado en los últimos años. Debido a la creciente demanda de ingenieros, y el aumento de puestos de trabajo, para ese entonces, destinado para a este tipo de profesiones, es que se había decidido hacer algo al respecto, con la finalidad de formar más y mejores profesionales de la ingeniería.

| Evolución de Alumnos de Ingeniería con Planes de Mejora<br>(19 terminales) Universidades Públicas |          |          |             |
|---|----------|----------|-------------|
| Tipo de Alumnos   | Año 2003 | Año 2009 | Evol. 09/03 |
| Ingresantes   | 19.900   | 22.743   | 14%         |
| Reinscriptos  | 67.720   | 81.752   | 21%         |
| Total   | 87.620   | 104.495  | 19%         |
| Avanzados (con + 26 materias)   | 13.048   | 20.878   | 60%         |
| % Avanzados / Reinscriptos  | 19%      | 26%      |             |
| Graduados   | 3.119    | 3.859    | 24%         |

Tabla 1: Fuente: Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros 2012-2016 (PEFI) Gobierno Nacional  
Cristina Fernández.

Según los datos relevados por el gobierno de aquel entonces, "en términos macros, considerando un país de 40 millones de habitantes, se ha pasado de que se gradúe 1 ingeniero cada 8.000 habitantes por año en 2003, a 1 ingeniero cada 6.700 habitantes en 2009".

## CARRERAS DE INGENIERÍA

| Evolución de Alumnos de Ingeniería en Universidades Públicas |          |          |                           |                              |
|--|----------|----------|---------------------------|------------------------------|
| Tipo de Alumnos  | Año 2003 | Año 2009 | Evol. 09/03<br>Ingeniería | Evol. 09/03<br>Total Sistema |
| Ingresantes  | 29.009   | 30.079   | 4%                        | -4%                          |
| Reinscriptos   | 95.446   | 108.497  | 14%                       | 5%                           |
| Total  | 124.455  | 138.576  | 11%                       | 3%                           |
| Avanzados (con + 26 materias)                                | 17.421   | 26.403   | 52%                       |                              |
| % Avanzados / Reinscriptos                                   | 18%      | 24%      |                           |                              |
| Graduados Universidades Públicas                             | 4.120    | 4.924    | 20%                       |                              |
| Graduados Universidades Privadas                             | 953      | 1092     | 15%                       |                              |
| Total Graduados  | 5.073    | 6.016    | 19%                       |                              |

Tabla 2: Fuente: Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros 2012-2016 (PEFI) Gobierno Nacional  
Cristina Fernández.

Durante el periodo de aplicación, pudieron verse mejoras:

En la tabla 2, se observa una mejora en el ingreso a las carreras de ingeniería con una tasa del 4%, al igual que en la cantidad de re-inscriptos, la cual fue del 14%, dato que nos indica una mayor retención por parte de las universidades. Según el informe “respecto a los alumnos avanzados (con 26 o más materias rendidas), la mejora es del 52%, pero ese porcentaje no se traduce en un incremento en el número de graduados, que mejoró el 20%”.

En Argentina, de acuerdo a los informes emitidos por las diversas facultades de ingeniería, incluida la FI-UNLZ, los estudiantes, entre el 70 y 100% trabajan más de veinte horas semanales. Este dato no es menor, ya que influye en el desempeño y grado de avance correcto, según lo pautado en los planes de estudio.

Luego, con el cambio de gobierno, y habiéndose cumplido el plan estratégico mencionado, cada una de las instituciones, seguidas por el CONFEDI, continuaron trabajando ya en pensar y diseñar planes de estudios óptimos para formar estudiantes con mayores competencias.

Por lo referido anteriormente, en esta evolución histórica de las competencias, la institución principal de análisis -Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora- ha trabajado las competencias desde diversas áreas. Desde lo académico, optimizando los planes de estudio, desde el área de extensión y vinculación, los sistemas de pasantías a los cuales los alumnos acceden tempranamente, para formarse en el área de su futura profesión, entre otras.

### 1.1. Contextualización.

Tal como ya se ha mencionado se entiende competencia como el “saber”, pero no sólo en lo que refiere a los conocimientos, sino también desde lo pragmático, es decir que –necesariamente- se deben orientar a la producción. Es así que tenemos que pensar en el saber-ser, saber-hacer, saber- saber.

En cuanto a la formación de profesionales es necesario implementar un conjunto de metodologías, actividades, didáctica orientadas a formar y desarrollar las

habilidades innatas o adquiridas, con la finalidad de poder identificar las propias de cada alumno y, luego, implementarlas en su ámbito académico y laboral.

La dinámica del mundo del trabajo conllevó a concentrarse y focalizar en las competencias laborales de sus colaboradores, evidenciándolo en las nuevas formas de producir o brindar servicios. Se ha puesto el foco en nuevas características de los trabajadores, exigiéndoles cambios radicales para que puedan comprender su propia formación para el trabajo en su estructura institucional.

En Estados Unidos, un informe llamado SCANS, se centró en identificar las competencias en función de lo que sucede realmente en el lugar de trabajo. De este modo, identificó cinco competencias transversales generales:

- Gestión de recursos: tiempo, dinero, materiales y distribución, personal.
- Relaciones interpersonales: trabajo en equipo, enseñar a otros, servicio a clientes, liderazgo, negociación.
- Gestión de la información: buscar y evaluar información, organizar y mantener sistemas de información, interpretar y comunicar.
- Comprensión sistémica: comprender interrelaciones complejas, entender sistemas, monitorear y corregir desempeños, mejorar o diseñar sistemas.
- Dominio tecnológico: seleccionar tecnologías, aplicarlas en las tareas, dar mantenimiento y reparar equipos.

Las mencionadas son las competencias que se consideran como generales y transversales a toda una organización, pero es necesario que pensemos -como formadores de profesionales- nuestra injerencia y participación en el desarrollo de las habilidades de nuestros estudiantes, que ya se encuentran insertos laboralmente o bien lo harán una vez que se reciban.

El caso de las ingenierías es particular ya que, en su mayoría, los estudiantes se encuentran formándose para el futuro ejercicio de la profesión pero, paralelamente, ejercen la profesión sin estar graduados. Por este motivo, el estudiante conjuga sus propias competencias (innatas), las adquiridas en su lugar de trabajo y las adquiridas en el ámbito universitario.

Debido a los años de investigación, el trabajo en desarrollo y formación de competencias en los estudiantes, desde las cátedras dependientes de este equipo de trabajo, es posible afirmar que no todos los estudiantes comprenden “qué es una competencia laboral”, algunos poseen un leve conocimiento, pero son los menos los que pueden realmente definir e interpretar fehacientemente el concepto. Volviendo a la transversalidad de las competencias, y viéndolo desde el ámbito educativo en el nivel superior, es necesario tener que pensar en re- definir las competencias que hacen a la formación de los estudiantes en entornos académicos.

Existen diversas definiciones y clasificaciones de competencias:

- Competencia laboral: Sagi-Vela, la definen como “el conjunto de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y actitudes (saber estar y querer hacer) que, aplicados en el desempeño de una determinada responsabilidad o aportación profesional aseguran un buen logro.
- Competencia académica: conjunto de conocimientos, habilidades y conductas de un individuo para ser exitoso en alguna actividad.
- Competencia didáctica: centralizada en el uso consciente de conocimientos y capacidades para generar el aprendizaje en los alumnos.
- Competencia profesional: Habilidades y aptitudes de los individuos para desempeñarse de manera exitosa en su trabajo.

Se podrían seguir enumerando definiciones y clasificaciones de competencias existentes en el mundo, pero la pregunta que nos surge como equipo de cátedra es ¿qué sucede con la evolución del estudiante y la adquisición de competencias?

Claro está que un alumno ingresante en los primeros años de la carrera no es el mismo hacia la culminación de la misma. Su práctica laboral y la experiencia académica del proceso de enseñanza aprendizaje lo evolucionan, lo modifican. Como docentes es necesario realizar el siguiente planteo,

notando que las definiciones existentes no contemplan esta evolución en la formación de los estudiantes.

Cabe resaltar que cada individuo es único e irrepetible y, en este sentido, intenta desarrollar al máximo sus capacidades; aunque desconozcan la definición, es lo que hacen diariamente en su trabajo o estudio y eso se traslada en lo que llegan a ser como personas.

Una de las principales estrategias para poder desarrollar competencias es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), uno de los instrumentos utilizados en el dictado de las asignaturas. El llamado ABP surge en la década de los 60 en instituciones universitarias, su finalidad es aportar a la mejora de la calidad educativa modificando las clases únicamente expositivas en virtud de clases integradoras, organizadas en base a problemáticas y hechos de la vida real, donde confluyen distintas áreas de conocimientos aplicados por la cátedra.

De este modo, el rol del docente se convierte en el de tutor, acompañando en sus prácticas a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, actuando como uno más de ellos y ayudando a que los propios alumnos desarrollen capacidades. Dichas capacidades -que los tutores fomentan en los alumnos- se relacionan directamente con la formación de las competencias de los ingenieros.

Por todo lo mencionado, teniendo en cuenta la principal incógnita sobre qué sucede con los estudiantes durante su periodo académico, llevaron a desarrollar nueva definición de competencias, focalizadas en el proceso evolutivo de los estudiantes durante el transcurso de su vida académica. A estas competencias las llamaremos “Competencias evolutivas del nivel superior” (CENS).

Las CENS, son definidas como:

“Las competencias evolutivas del nivel superior son aquellos conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes que ponen en evidencia una transformación progresiva del estudiante a medida que avanza en su carrera de grado”. No son competencias laborales, tampoco académicas; no se trata de las conocidas competencias de los estudiantes ni de práctica laboral: “las CENS constituyen un conjunto abarcativo e integral en el que los conocimientos, destrezas, experiencias y comportamientos interactúan de manera tal que, al ser puestos en práctica, inciden de manera positiva en los resultados de los estudiantes, modificando en el tiempo sus conductas y motivándolos a alcanzar objetivos”.

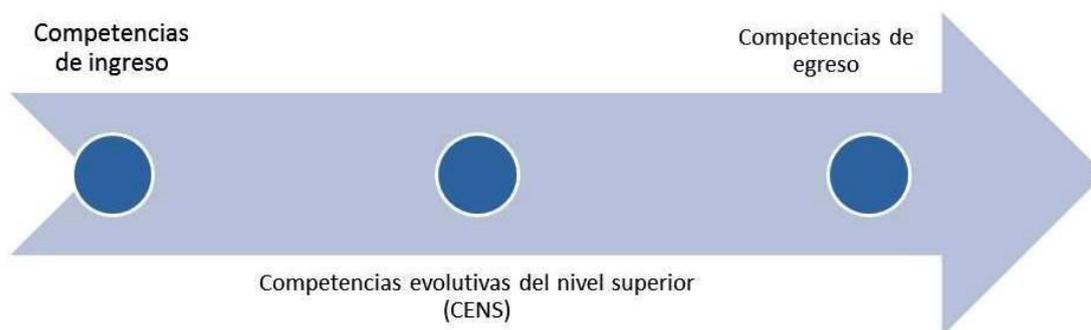


Figura 1 CENS. Fuente, elaboración propia. Morrongiello-Nicolaci

En este sentido, el objeto de estudio, incluirá asignaturas que en todos sus ciclos sean comunes y obligatorias a todas las carreras que se dicten.

Cabe destacar que en el orden de tasa de ingreso por elección de carrera primero se encuentra Ingeniería Industrial, luego, Ingeniería Mecánica, seguida de Ingeniería Mecatrónica y por último se encuentra Ingeniería Ferroviaria. Esto se relaciona directamente, con la demanda regional de profesionales.

Según los datos recabados del sistema Guaraní el ingreso 2019 a las carreras fue:

- Ingeniería Industrial 505
- Ingeniería Mecánica 372
- Ingeniería Mecatrónica 277
- Ingeniería Ferroviaria 59

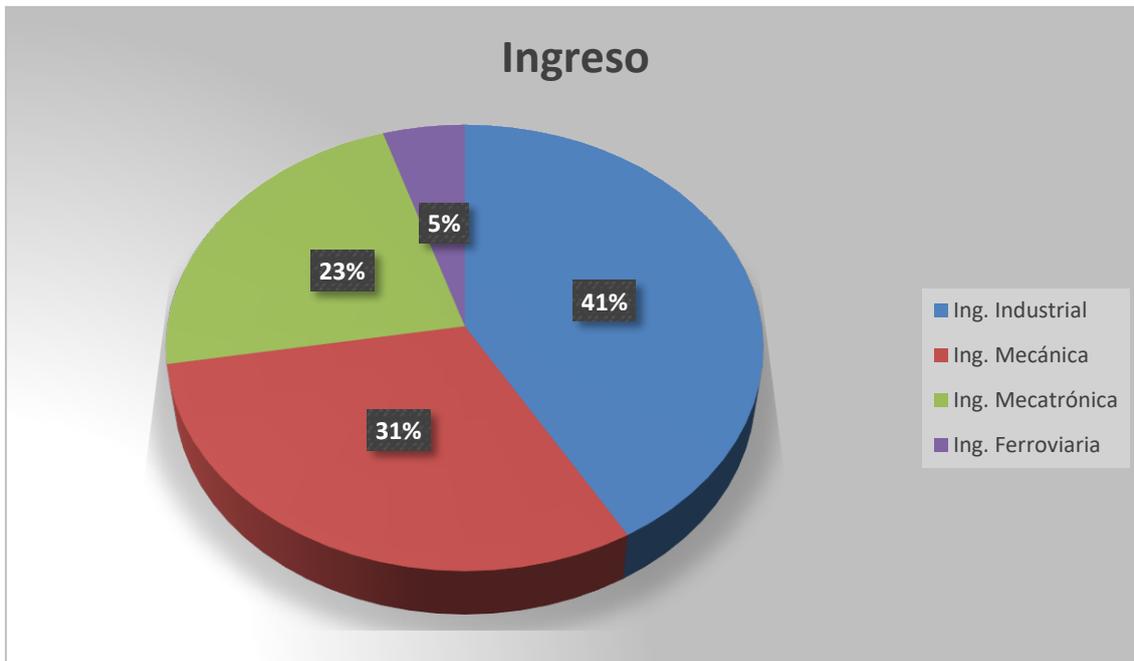


Figura 2 Tasa de Ingreso 2019- Fuente, elaboración propia

Habiendo logrado ubicarlo tanto en teoría como en contexto, es posible seguir avanzando en el objeto de estudio.

### 1.2 Objeto de Estudio.

De acuerdo a lo resulta ineludible pensar en la competencia un su conjunto, de un modo integral, que comprende el “saber-saber”, el “saber-hacer” y el “saber-ser”. En cuanto a la formación de profesionales es necesario tener presente que, al no tratarse de niños y aunque estemos trabajando con personas en su mayoría jóvenes, se trata de un colectivo de adultos que ha elegido por propia voluntad cursar una carrera universitaria, por lo que es preciso apelar a la andragogía, implementando un conjunto de metodologías de enseñanza y actividades didácticas orientadas a la formación de personas adultas. Es por ello que se aspira a identificar las habilidades de los estudiantes (innatas o adquiridas) y contribuir con el desarrollo de las mismas para que logren su cabal implementación, tanto en el ámbito académico como en el laboral. El mundo del trabajo es dinámico, se encuentra permanentemente en constante evolución y esto ha evidenciado la necesidad de implementar innovaciones y/o modificaciones en las formas de producción de bienes y/o servicios. Estas nuevas formas de producción han llevado a poner el foco en las competencias laborales de los trabajadores, demandando a ellos nuevos conocimientos, aptitudes y actitudes, es decir, exigencias de adaptación entre los requerimientos del puesto y el perfil del ocupante del mismo. El caso de las ingenierías es particular ya que, en su mayoría, los estudiantes se encuentran formándose para el futuro ejercicio de la profesión pero, paralelamente, realizan actividades vinculadas a sus incumbencias profesionales sin estar aún graduados; por este motivo el estudiante pone en juego:

- Sus propias competencias (innatas)
- Las adquiridas en su lugar de trabajo
- Las adquiridas en el ámbito universitario.

Luego de años de investigación y trabajo para el desarrollo y formación de competencias en los estudiantes, desde la Cátedra de Recursos Humanos, donde se dieron los primeros pasos en la investigación, es posible afirmar que no todos

los ellos comprenden “qué es una competencia laboral”, algunos poseen un ligero conocimiento, pero son los menos quienes pueden realmente interpretar y definir el concepto.

Las innovaciones implementadas por la Cátedra de Recursos Humanos de la FI-UNLZ fueron planificadas en términos de un proceso cuyos resultados hay que monitorear y evaluar de manera permanente.

La metodología que se aborda es la siguiente:

1. se presenta el problema;
  2. se identifican las necesidades de aprendizaje;
  3. se brinda la información necesaria para que los alumnos tengan insumos y puedan resolverlo; y
  4. se regresa al problema buscando la solución en base a las herramientas obtenidas previamente.
- La actividad docente implica que, necesariamente, quienes formamos futuros profesionales asumamos nuestra responsabilidad como agentes de cambio. En un contexto mundial cada vez más dinámico, es imperioso ser innovadores; la clase magistral, en la que el profesor dicta los contenidos

y los estudiantes sólo escuchan, limita la posibilidad de implementar estrategias didácticas que sean útiles a los alumnos y –a partir de sus resultados- a la sociedad en su conjunto. Las nuevas tecnologías de información y comunicación facilitan un fluido intercambio bidireccional entre estudiantes y docentes, aún por fuera del espacio áulico, facilitando las tutorías; estas TIC's constituyen una herramienta fundamental al servicio de la educación, la resistencia al cambio hace que no siempre sean bienvenidas, mucho menos utilizadas.

Utilizar todos los medios a nuestro alcance resulta sustancial para un mejor acompañamiento de los estudiantes en su loable pero también ardua tarea de convertirse en profesionales. De ahí el planteo y la necesidad de apelar a una transversalidad que allane el camino en la evolución de los estudiantes. Acompañándolos en todos los ciclos de su evolución en la universidad se podrá observar sus avances en el desarrollo de las competencias, desde el inicio hasta el egreso.

Para continuar transitando el camino hacia el objeto de estudio, básicamente, existen tres desafíos:

- Investigar las necesidades de las organizaciones en lo que refiere al desarrollo de competencias de sus trabajadores (cuáles y en qué grado de desarrollo).
- Trabajar en equipos docentes interdisciplinarios, identificando los aportes que pueden proporcionar cada una de las asignaturas en el desarrollo de competencias evolutivas de los estudiantes, en función de las necesidades antes relevadas y llevar a cabo actividades de articulación entre las diferentes cátedras.
- Diseñar métodos de seguimiento y evaluación de las CENS.

En la UNLZ-FI las investigaciones en las empresas de la zona de influencia están avanzadas y se ha iniciado el trabajo interdisciplinario. En el convencimiento de que la única manera de alcanzar los resultados esperados es dando lo mejor de cada uno y que los estudiantes merecen una educación de calidad, es que se propone la implementación de procesos de enseñanza-aprendizaje dinámicos y acordes a sus requerimientos y a los de las organizaciones que los van a contener. Es en este sentido que planteamos la necesidad de incorporar al sistema educativo las competencias evolutivas del nivel superior.

En función de lo descripto con anterioridad y luego del recorrido teórico, el punto inicial de este trabajo, es analizar la transversalidad de las CENS en el proceso de adquisición de las competencias de los estudiantes, colocando el foco en diversas cátedras de cada uno de los ciclos.

## **2. METODOLOGÍA.**

El proceso será un análisis mixto (cuali-cuantitativo). La investigación es de tipo aplicada. El mismo inicia con el diseño de una encuesta de opinión, que se toma a una muestra por cada asignatura seleccionada por ciclo de las carreras de ingeniería. En la encuesta se plasman variables contextuales, por una parte, (edad, sexo, año de cursada, materias que cursan, escuela de proveniencia, técnica u

otras, situación laboral, entre otras), las variables de las competencias en sí mismas, tecnológicas y sociales, políticas y actitudinales. La selección y determinación de las competencias, se determinan, en función del documento elaborado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) que hacen alusión a las competencias que deben tener los ingenieros. Por último, el ordenamiento, según el estudiante, de la relevancia de las competencias indicadas. El estudio, se basó en el diseño de una encuesta, realizada a una muestra determinada, compuesta por trescientos alumnos, que estén finalizando la cursada del primer cuatrimestre 2019 de las asignaturas seleccionadas. Esta propuesta es un primer acercamiento a la definición de las CENS y su impacto. La finalidad, como se mencionó anteriormente, es la de realizar un análisis transversal de la evolución de las competencias en los estudiantes de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, tomando las mismas materias cada año, realizando un seguimiento de la cohorte 2019, como prioridad.

A futuro, además del seguimiento, se pretende abrir nuevas líneas de investigación, como comparar las instancias de cursada de los estudiantes, el año de cursada, las asignaturas, finalizando en una proyección a largo plazo, de analizar a nivel macro-institucional.

Las competencias, son seleccionadas e indicadas, previamente, por el CONFEDI, considerando la importancia para ellos, mediante el aporte de las prácticas de las cátedras.

Los instrumentos de medición y técnicas seleccionados, se enuncian a continuación.

Encuesta: Uno de los instrumentos que se utilizaron para recoger los datos, fue la encuesta. Se trabajó con diferentes tipos de preguntas y escalas que también se presentaron al identificar, en las correspondientes matrices la estructura cuadripartita del dato.

Teniendo en cuenta el objetivo del estudio, la escala más utilizada fue la de medición de actitudes Likert. Se trata de un método desarrollado por Rensis Likert en el año 1932, sin embargo a pesar del tiempo transcurrido se trata de un enfoque vigente y muy utilizado.

Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de participantes, eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala, que indican cuanto se está de acuerdo con la frase correspondiente. En este caso las opciones de respuesta fueron: Totalmente de acuerdo, Bastante de acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo,

Poco de acuerdo y Nada de acuerdo. En este caso, algunos de los ítems tuvieron dirección favorable o positiva, en tanto que en otros casos, el sentido fue desfavorable o negativo, respecto de la experiencia que se evaluaba.

La escala Likert puede caracterizarse como cualitativa y ordinal, sin embargo a los efectos de analizar los datos, los valores pueden convertirse a escala numérica por intervalos. En esta experiencia la conversión de la escala fue la siguiente:

- Totalmente de acuerdo: 5
- Bastante de acuerdo: 4
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 3
- Poco de acuerdo: 2
- Nada de acuerdo: 1
- 

La posibilidad de realizar esta conversión, influye en la medición de la variable cuyos datos se analizan, ya que permite optar entre técnicas estadísticas para análisis de datos cualitativos o cuantitativos con el consiguiente correlato en los alcances de las conclusiones que a partir de los resultados se infieran.

La población seleccionada, coincidente con la muestra es de noventa y cuatro alumnos, que cursaron y finalizaron el primer cuatrimestre, de las siguientes

asignaturas:

- Ciclo Básico, primer año de la carrera: Introducción a la Ingeniería y Probabilidad y Estadística.
- Ciclo Intermedio, tercer año de la carrera: Sociología Industrial y Máquinas Térmicas.
- Ciclo Superior, cuarto y quinto año de la carrera: Recursos Humanos, Ingeniería Legal.

Variables tenidas en cuenta:

- Edad
- Sexo
- Materias de cursada
- Año que cursa
- Carrera
- Escuela de proveniencia (técnica u otra)
- Situación Laboral

#### **Competencias Tecnológicas:**

- COMPETENCIAS TECNOLÓGICA 1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. (Se entiende a esta competencia como la capacidad de resolver situaciones problemáticas presentes o futuras, generando diversas alternativas, hasta el proceso de ejecución)
- COMPETENCIAS TECNOLÓGICA 2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (Se entiende a esta competencia como la capacidad de seleccionar las tecnologías apropiadas, generando alternativas de solución adecuadas en un determinado contexto).
- COMPETENCIA TECNOLÓGICA 3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (esta competencia se entiende como la capacidad de conseguir y desarrollar los recursos necesarios, planificando las estrategias necesarias para llevar a cabo y ejecutar las actividades de ingeniería, realizando un control y seguimiento del mismo)
- COMPETENCIA TECNOLÓGICA 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería (se entiende a esta competencia como la capacidad de seleccionar las técnicas y herramientas de manera adecuada, en función de los estándares de calidad de la profesión ejercida)
- COMPETENCIA TECNOLÓGICA 5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas (se entiende a esta competencia como la capacidad de detectar e identificar potenciales oportunidades y necesidades que requieran de una solución tecnológica).

#### **Competencias Sociales, políticas y actitudinales:**

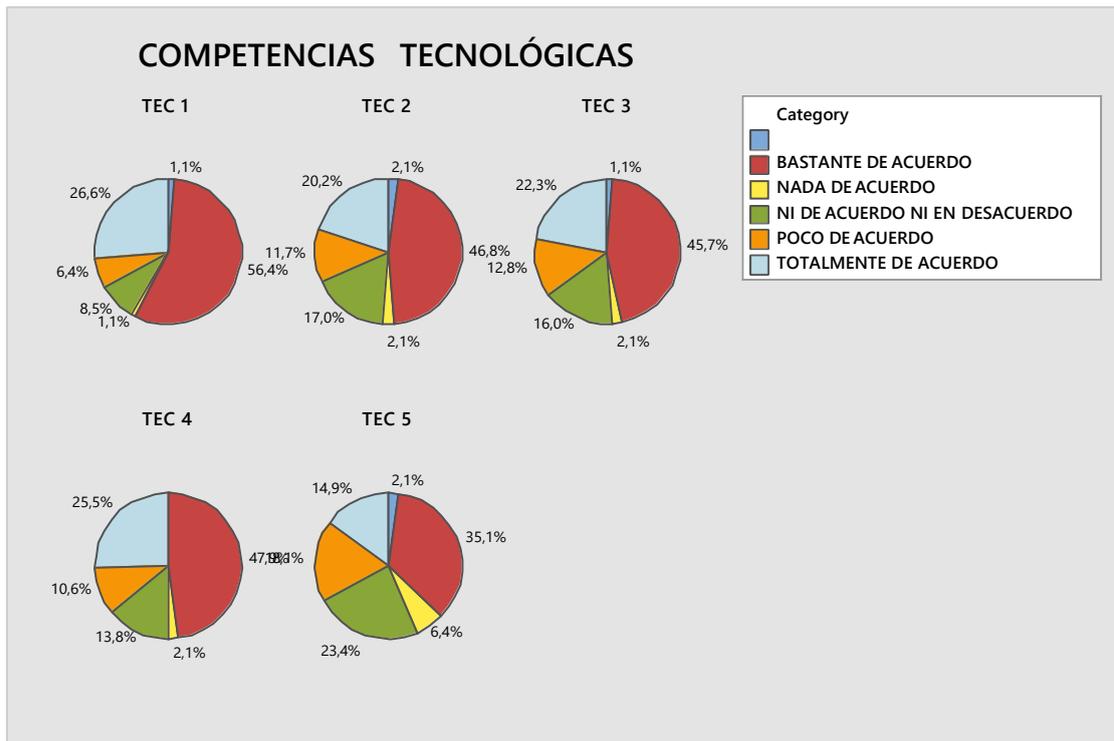
- COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y ACTITUDINAL 1: Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. (Se entiende a esta competencia como la capacidad de asumir los objetivos del grupo como propios y actuar para alcanzarlos. Colaborar con los demás integrantes del equipo, asumir roles y responsabilidades dentro del mismo)
  - COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y ACTITUDINAL 2: Competencia para comunicarse con efectividad (Se entiende a esta competencia como la capacidad de comunicar eficazmente las problemáticas en relación a la profesión, interpretando otros puntos de vista, según la situación de su interlocutor)
  - COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y ACTITUDINAL 3: Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global (se entiende a esta competencia como la capacidad de comportarse éticamente comprendiendo la responsabilidad de sus funciones, comportándose con honestidad e integridad profesional)
  - COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y ACTITUDINAL 4: Competencia para aprender en forma continua y autónoma (se entiende a esta competencia como la capacidad de comprender la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida, logrando una autonomía en el mismo)
  - COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y ACTITUDINAL 5: Competencia para actuar con espíritu emprendedor (se entiende a esta competencia como la capacidad de crear y desarrollar una visión de futuro, identificando sus fortalezas, debilidades, logrando plasmarlas en un proyecto futuro)
- Ordenamiento de uno a cinco, entendiéndolo a uno como la competencia más relevante y cinco como la menos importante, de la selección enunciada anteriormente.

### **3. RESULTADOS.**

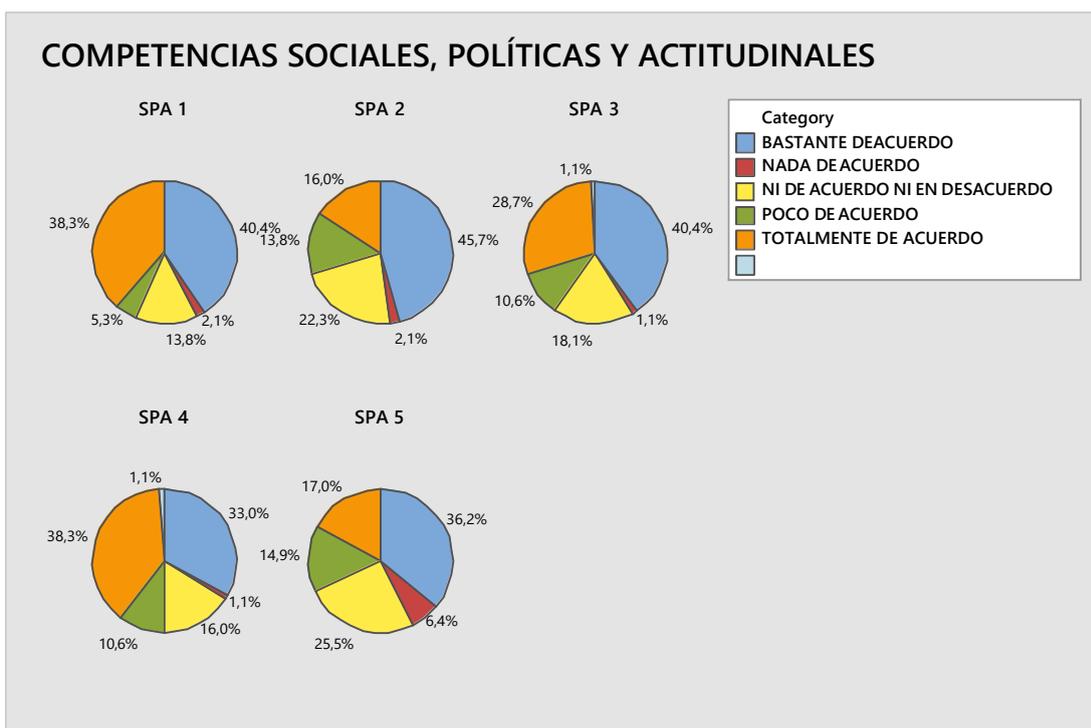
Dentro de los resultados obtenidos, respecto de la calificación de las competencias, según el ciclo y año de los estudiantes; se ha determinado que en las cátedras seleccionadas, sin importar en la cursada que se encuentren, valoran satisfactoriamente los contenidos aprendidos, identificando y comprendiendo la

importancia de las competencias.

A continuación se verán los resultados para cada competencia.



En función de lo analizado y procesado, teniendo en cuenta que la valoración la asignaron estudiantes desde el primer al quinto año de la carrera, cursando las asignaturas en las que se ha hecho el foco, las mismas tuvieron como respuesta un resultado favorable donde en las cinco competencias tecnológicas se ha definido como “Bastante de acuerdo” en la escala del 1 al 5, siendo un promedio de cuatro puntos. Seguido por la totalidad en el acuerdo de la consigna planteada en la encuesta.



En relación de las competencias sociales, políticas y actitudinales, sucede algo similar, ya que la mayor valoración la tiene la opción de “bastante de acuerdo”,

seguida de “totalmente de acuerdo”. Con lo cual es posible afirmar que, sin importar el año en el que se encuentre el estudiante, la percepción del mismo es entender a las competencias en primer lugar. En segundo lugar, sienten que logran una adquisición de la misma, con lo cual, podemos establecer una evolución de las mismas competencias, según el año de cursada y el ciclo en el que se encuentre el estudiante.

#### 4. CONCLUSIONES.

En este primer estudio, se puede observar que en promedio los alumnos valoraron el aprendizaje y desarrollo de las competencias planteadas, en las asignaturas seleccionadas, en un promedio de cuatro puntos, siendo su identificación “bastante de acuerdo”. La sigue la valoración cinco, con la definición de “totalmente de acuerdo”.

Esto puede denotar un grado de avance y evolución de la misma competencia, pero según el año y ciclo en el que se encuentra cursando. Se da una manifestación de avance y de comprensión de lo trabajado por parte de los estudiantes.

Hasta el momento las competencias se determinaron de manera individual, tomando como referencia diversas asignaturas de las carreras de ingeniería. El objetivo principal, es lograr determinar en primer lugar, la comprensión por parte de los estudiantes respecto de ¿qué es una competencia?, ¿por qué es importante? Y ¿cómo entienden ellos su valoración en el mercado laboral? En segundo lugar, analizar cómo estas competencias evolucionan en los estudiantes, respecto de su grado de adquisición.

Si bien el estudio dio inicio en marzo de 2019, se fue haciendo un seguimiento en las asignaturas seleccionadas, proyectando poder determinar las CENS a todo el nivel institucional, abarcando todas las cátedras de las carreras de ingeniería que ofrece la FI-UNLZ.

Esta nueva definición, nos apunta a una apertura de nuevos temas a desarrollar, ya que la finalidad será poder evaluar una cohorte completa, tomando como referencia el ingreso del ciclo lectivo en curso.

## 5. REFERENCIAS.

- [1] Alles, M. (2006). Selección por Competencias. Argentina: Ediciones Granica.
- [2] Alles, M. (2007). Dirección Estratégica de Recursos Humanos, Gestión por Competencias. Argentina: Ediciones Granica.
- [3] Alles, M. (2008). Desarrollo del Talento Humano basado en competencias. Argentina: Ediciones Granica.
- [4] Alles, M. (2009). Diccionario de Competencias. La Trilogía. Argentina: Ediciones Granica.
- [5] Davis, K. y Newstrom, J. (2000). Comportamiento Humano en el Trabajo. México: McGraw Hill Interamericana Editores.
- [6] Hernández Sampieri R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2012). Metodología de la Investigación. México: Editorial MC. Graw Hill
- [7] Luque, T. (2000): Análisis Factorial, que pertenece al texto Luque, T. (coord.): Técnicas de análisis de datos en investigación de mercados, Pirámide.
- [8] Morrongiello, N. (2014) La Formación de Competencias en los Ingenieros Industriales. "Aportes desde la asignatura de Recursos Humanos" Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Editorial Académica Española.
- [9] Morrongiello, N.; Nicolaci, M. (2018) Competencias Evolutivas del Nivel Superior (CENS). COINI.
- [10] Spencer, L. M. y Spencer, S.M. (1993). Competence at Work. Nueva York: John Wiley and Sons.
- [11] Buol, P. (2009). Gestión por competencias. Diccionario por competencias. Recuperado el 04 abril de 2019, de [http://www.pablobuol.com/capacitacion/diccionario\\_de\\_competencias.htm](http://www.pablobuol.com/capacitacion/diccionario_de_competencias.htm)
- [12] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). Recuperado el 05 abril de 2019, de <http://www.confedi.org.ar/>.
- [13] Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (s.f.). El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica. Monterrey, México. Recuperado 04 abril de 2019, de <http://www.ub.edu/mercanti/abp.pdf>
- [14] El Desafío de los diez mil ingenieros. Diario Página 12. Entrevista realizada a Sosa, Miguel Ángel, Titular del CONFEDI, por Funes, Federico. Recuperado el 05 de abril 2019, de <http://www.pagina12.com.ar/diario/universidad/10-226892-2013-08-16.html>
- [15] Facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI UNLZ). Recuperado el 06 de abril de 2019, de [www.ingenieria.unlz.edu.ar](http://www.ingenieria.unlz.edu.ar)
- [16] Larraín U., A. y González F., L. (2005). Formación universitaria por competencias. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. Recuperado el 04 abril de 2019 de [http://www.benv.edu.mx/reforma\\_curricular/MATERIALES\\_INDUCCION/LARRAIN\\_U\\_ANA\\_MARIA.pdf](http://www.benv.edu.mx/reforma_curricular/MATERIALES_INDUCCION/LARRAIN_U_ANA_MARIA.pdf)
- [17] Molina Ortiz, J., García González, A., Pedraz Marcos, A., Antón Nardiz, M. (s.f.). Aprendizaje basado en problemas; una alternativa al método tradicional. Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria. Volumen 3 (Nº 2). Madrid, España. Recuperado 04 abril de 2019, de [http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS\\_METODOLOGIAS/ABP/molina.pdf](http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ABP/molina.pdf)
- [18] Pinto Cueto, L. (1999). Currículo por Competencias: Necesidad de una Nueva Escuela Tarea Nº 43, p. 10-17. Citado en Kaluf F., C. Reflexiones sobre Competencias y Educación. Recuperado el 04 abril de 2019, de <http://pedagogiauniversitaria.wikispaces.com/file/view/CINDA+FINAL+PONENCIA.pdf>
- [19] Pinto Cueto, L. (1999). Currículo por Competencias: Necesidad de una Nueva Escuela Tarea Nº 43, p. 10-17. Citado en Contreras, J. Enfoque por competencias. Recuperado el 04 abril de 2019, de <http://www.joseacontreras.net/admon/Competencias/pdf/admoncompetencias/arii1.pdf>
- [20] Rial Sánchez, A. (s.f.). Diseño Curricular por competencias: el reto de la evaluación. Universidad de Santiago. Recuperado el 04 abril de 2019, de [http://www.udg.edu/Portals/49/Docencia%202010/Antonio\\_Rial\\_%28text\\_complementari%29.pdf](http://www.udg.edu/Portals/49/Docencia%202010/Antonio_Rial_%28text_complementari%29.pdf)
- [21] Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ). Recuperado el 06 de abril 2019, de [www.unlz.edu.ar](http://www.unlz.edu.ar).
- [22] Villa, A. y Poblete, M. (2007). Aprendizaje basado en competencias. Universidad de Deusto. Bilbao, España. Recuperado el 04 abril de 2019, de [http://delegacion233.bligoo.com/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje\\_Basado\\_en\\_Competencias.pdf](http://delegacion233.bligoo.com/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_Basado_en_Competencias.pdf)
- [23] PEFI 2012-2016 <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005669.pdf> recuperado 18 de junio de 2019.

## Aplicaciones de la Topología en la Impresión 3D

Minnaard, Claudia\*; Hermann, Nicolás; Torres, Zulma

*\*Instituto de Investigaciones de Tecnología y Educación (IIT&E)  
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora  
Camino de Cintura y Juan XXIII, Llavallol, Buenos Aires, Argentina.  
minnaardclaudia@gmail.com*

### RESUMEN

La nueva educación en Industria 4.0 requiere de tres características: “(1) Programación científica como el nuevo lenguaje de comunicación entre los ingenieros y entre los ingenieros y las máquinas; (2) Desarrollo empresarial con enfoque en la innovación que facilitará la revolución de las tecnologías sobre la evolución de las tecnologías; y (3) Aprendizaje analítico porque el conocimiento de lo intangible como las señales digitales serán de obligatorio entendimiento en todas las disciplinas” [1]

Asimismo, Rojas et al afirman que “La interdisciplinariedad de los programas de ingeniería será una imposición. La flexibilidad del aprendizaje de la ingeniería será del dominio de los estudiantes por tanto habrá que facilitarla. La evolución de las tecnologías estará latente en los escenarios de enseñanza y de experimentación y la revolución de las tecnologías será obra de los nuevos Ingenieros 4.0”.

Es en esta línea que se evidencia la necesidad de incorporar la impresión 3D en la enseñanza de la ingeniería interrelacionando con la Topología, a fin de indagar en las fundamentaciones de los procesos que se realizan.

**Palabras Claves:** Topología, Impresión 3D, Innovación, Enseñanza.

### ABSTRACT

The new education in Industry 4.0 requires three characteristics: “(1) Scientific programming as the new communication language between engineers and between engineers and machines; (2) Business development with a focus on innovation that will facilitate the revolution of technologies on the evolution of technologies; and (3) Analytical learning because knowledge of the intangible as digital signals will be mandatory in all disciplines ”[1]

Also, Rojas et al affirm that “The interdisciplinarity of engineering programs will be an imposition. The flexibility of engineering learning will be the domain of the students so it must be facilitated. The evolution of technologies will be latent in the teaching and experimentation scenarios and the technology revolution will be the work of the new 4.0 Engineers. ”

It is in this line that the need to incorporate 3D printing in the teaching of engineering interrelated with the Topology is evidenced, in order to investigate the foundations of the processes that are carried out.

## 1. INTRODUCCIÓN

El inicio de la impresión 3D se remonta a 1976, cuando se inventó la impresora de inyección de tinta. En 1984, algunas adaptaciones y avances sobre el concepto de la inyección de tinta transformaron la tecnología de impresión con tinta a impresión con materiales. A lo largo de las últimas décadas, ha habido una gran variedad de aplicaciones de la tecnología de impresión 3D que se han desarrollado a través de varias industrias. [2-6]

Las impresoras 3D funcionan como las impresoras de chorro de tinta, a diferencia de estas depositan el material deseado en capas sucesivas para crear un objeto procedente de un formato digital. La impresión 3D, o manufactura aditiva, es un grupo de tecnologías de fabricación que, partiendo de un modelo digital, permiten manipular de manera automática distintos materiales y agregarlos capa a capa de forma muy precisa para construir un objeto en tres dimensiones.

Los tipos de impresión disponibles actualmente son de compactación, con una masa de polvo que se compacta por estratos, y de adición, o de inyección de polímeros, en las que el propio material se añade por capas. En la Tabla 1 se describen algunos de los materiales utilizados en impresión 3D.

Tabla 1 *Principales Materiales de Impresión 3D* (Fuente: Econolyst ; citado en *La impresión 3D*, PP.65 – ED. Gustavo Gilli 2016)[7]

| Materiales orgánicos | Cerámicas  | Plásticos                         | Metales                     |
|----------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| Ceras                | Alúmina  | ABS (acrilato butadieno estireno) | Aluminio                    |
| Tejidos/Células      | Mulita   | PLA (ácido poliláctico)           | Cobre                       |
|                      | Circonio   | PET (polietereftarato de etileno) | Titanio                     |
|                      | Carburo de silicio                                       | Poliámidas (nylon)                | Inconel                     |
|                      | Beta-fosfato tricalcico                                  | Poliámidas reforzadas             | Cromo-Cobalto               |
|                      | Resinas epoxi con partículas de carga en cerámica (nano) | PEEK (polietercetona)             | Resinas epoxy termoestables |
|                      | Sílice (arena)   | PMMA (polimetacrilato de metilo)  | Acero inoxidable            |
|                      | Yeso   | PC (policarbonato)                | Oro/Platino                 |
|                      | Grafito  | PPSU o PPSF (polifenilsulfona)    | Hasteloy                    |
|                      |  | Ultem                             |                             |
|                      |  | Alumide                           |                             |

Berchon y Luyt (2016) afirman que “la industria tradicional transforma la materia empleando para ello energía e información. La fábrica centralizada y las grandes empresas capaces de producir en cadena automóviles, aviones, bienes de consumo, robots de cocina, aparatos electrónicos e inclusive ordenadores son sus principales exponentes. La nueva industria en ciernes se inspira en un proceso habitual en Internet y en las redes sociales la transformación de la información, que condujo de la explosión de la Web 2.0 y a la producción de contenidos por parte de los usuarios. Sirviéndose de la información y de la energía, esta nueva ola de producción industrial esculpe la materia para fabricar multitud de objetos diversos y personalizados.” [7]

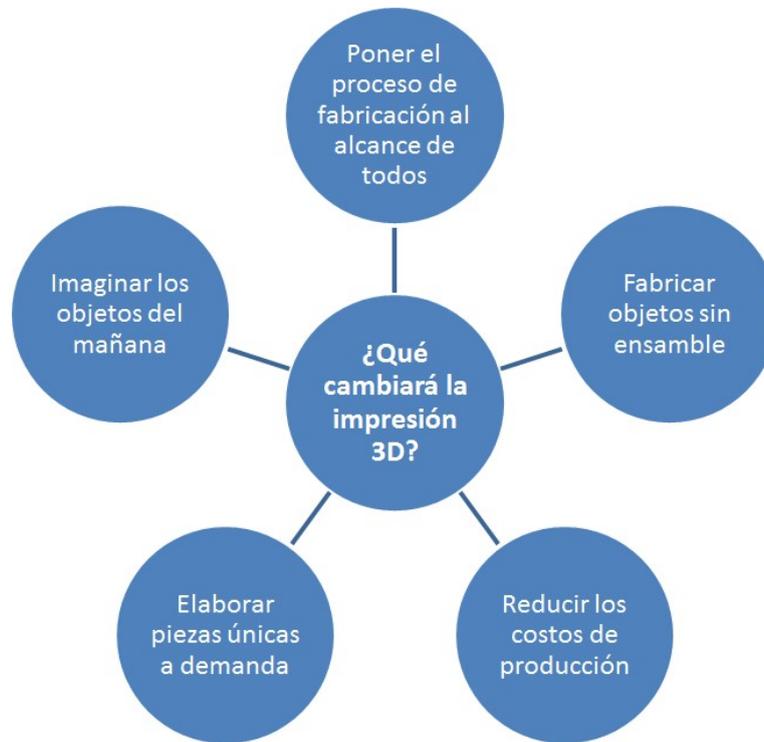


Figura 1: *¿Qué cambiará la impresión 3D? Adaptado de Berchon y Luyt (2016).*

Por otra parte, la topología es probablemente la más joven de las ramas clásicas de la matemática. En contraste con el álgebra, la geometría y la teoría de los números, cuyas genealogías datan de tiempos antiguos, la topología aparece en el siglo diecisiete, con el nombre de *analysis situs*, esto es, análisis de la posición.

De manera informal, la topología se ocupa de aquellas propiedades de las figuras que permanecen invariantes, cuando dichas figuras son plegadas, dilatadas, contraídas o deformadas, de modo que no aparezcan nuevos puntos, o se hagan coincidir puntos diferentes. La transformación permitida presupone, en otras palabras, que hay una correspondencia biunívoca entre los puntos de la figura original y los de la transformada, y que la deformación hace corresponder puntos próximos a puntos próximos. Esta última propiedad se llama continuidad, y lo que se requiere es que la transformación y su inversa sean ambas continuas: así, trabajamos con homeomorfismos.

El topólogo considera los mismos objetos que el geómetra, pero de modo distinto: no se fija en las distancias o los ángulos, ni siquiera de la alineación de los puntos. Para el topólogo un círculo es equivalente a una elipse; una bola no se distingue de un cubo: se dice que la bola y el cubo son objetos topológicamente equivalentes, porque se pasa de uno al otro mediante una transformación continua y reversible. Dos espacios topológicos son homeomorfos o topológicamente equivalentes si existe una función biyectiva  $f: X \rightarrow Y$  tal que  $f$  y  $f^{-1}$  sean continuas. La función  $f$  se llama homeomorfismo. [8]

Luego de esta muy breve aproximación a la topología, cabe destacar su aplicación en el Laboratorio de Manufactura Flexible – CIM (Computer Integrated Manufacture). El sistema de manufactura flexible permite realizar prácticas de producción industrial en un laboratorio asistido por computadoras y robots, con un software que se adapta a diferentes procesos productivos.

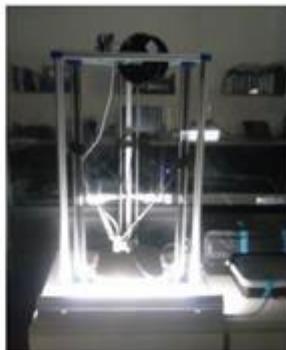
En el año 1998 comienza a funcionar el Laboratorio de Manufactura Flexible (CIM - Computer Integrated Manufacture) de la facultad de Ingeniería de la Universidad

Nacional de Lomas de Zamora, destinado desde sus comienzos a la capacitación de los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial.

Dentro de las actividades del Laboratorio de Manufactura Flexible (CIM) se ha incorporado recientemente la impresión 3D. La topología, la impresión 3D y otras soluciones emergentes están cambiando nuestras expectativas sobre el diseño de productos. El uso de estudio de topología en conjunto con la fabricación aditiva permite rediseñar una pieza existente para reducir el peso y mejorar el rendimiento (mejor relación resistencia-peso) de las piezas, así como reducir el número de piezas combinando muchos elementos conectados a una sola pieza.

En el año 2016 ha sido creada la Unidad Experimental de Activos Estratégicos con el objetivo de brindar asistencia y soporte científico-tecnológico a los laboratorios y actividades académicas, de investigación y de vinculación tecnológica de nuestra Facultad. Tanto el Laboratorio de Manufacturas Flexibles CIM como la Unidad Experimental de Activos Estratégicos y el Laboratorio de Prototipado forman parte del Instituto de Investigaciones de Tecnología y Educación (IIT&E) – Centro Asociado CIC. En este marco, desde hace un año, un equipo de trabajo multidisciplinario está desarrollando equipamiento didáctico para laboratorios haciendo uso intensivo de las tecnologías de impresión 3D en materiales plásticos y recientemente en impresión 3D láser de metales.

El abordaje multidisciplinario del tema ha permitido desarrollar capacidades en la caracterización de los materiales (mediante acuerdos en marcha con el INTI, UBA, UNDAV y CNEA), capacidades en el diseño y construcción propia de equipos de impresión 3D (robots delta para PLA y ABS), el diseño y manufactura de piezas complejas (prototipos y aplicaciones industriales), e investigaciones en marcha para el estudio de la funcionalidad y aplicabilidad de piezas industriales y piezas hi-tech en manufacturas de alta exigencia para los sectores de tecnología médica, aeroespacial y nuclear.



*Impresora 3D en funcionamiento imprimiendo piezas de prototipos con PLA. El Robot delta fue diseñado y construido por el Ing. Alejandro Simoncelli – Laboratorio de Prototipos FIUNLZ (Donación de IITE Centro Asociado CIC FIUNLZ). Foto: Gentileza Agencia Quantum de Noticias.-*

Figura 2: Impresora 3D propia de la FIUNLZ. Fuente: Boletín Comunicando TIC – Julio 2017 – pp. 8

## 2. DESARROLLO

El enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) apunta a una enseñanza transdisciplinar en la cual el estudiante aprenderá los conocimientos de una forma integrada, conectando conceptos de diferentes disciplinas y lograría la comprensión de un concepto más rico y de mayor alcance, que si lo aprendiera del modo habitual dentro de los límites de cada campo disciplinar. Además le permitiría al estudiante construir conexiones entre conceptos de distintas disciplinas. Asimismo, el estudiante desarrollaría competencias para combinar prácticas de dos o más disciplinas para resolver un problema o un proyecto, obteniendo el conocimiento desde distintas miradas que puede dar lugar a las innovaciones. Si

agregamos Arte a las 4 disciplinas anteriores en enfoque se denomina STEAM. [9]

Diversos autores consideran que la implementación de estas metodologías de enseñanza presentan beneficios en relación al impacto en la participación y el compromiso de los estudiantes, la efectividad de secuencia de aprendizaje implementada, y las oportunidades para un mayor aprendizaje. [10]

Teniendo en cuenta este enfoque de enseñanza, se orienta a la enseñanza de la impresión 3D, también conocida como manufactura por adición desde los aportes que puede brindar la Topología. Cuando está relacionado con actividades propias de la ingeniería, implica el uso del proceso de diseño de ingeniería (Figura 3) como medios pedagógicos para desarrollar el aprendizaje sobre tecnologías a través de la integración y la aplicación de Matemáticas y / o Ciencias. La integración de contenido implica enfocando intencionalmente contenido de ingeniería y disciplinario como objetivos de aprendizaje.[10]

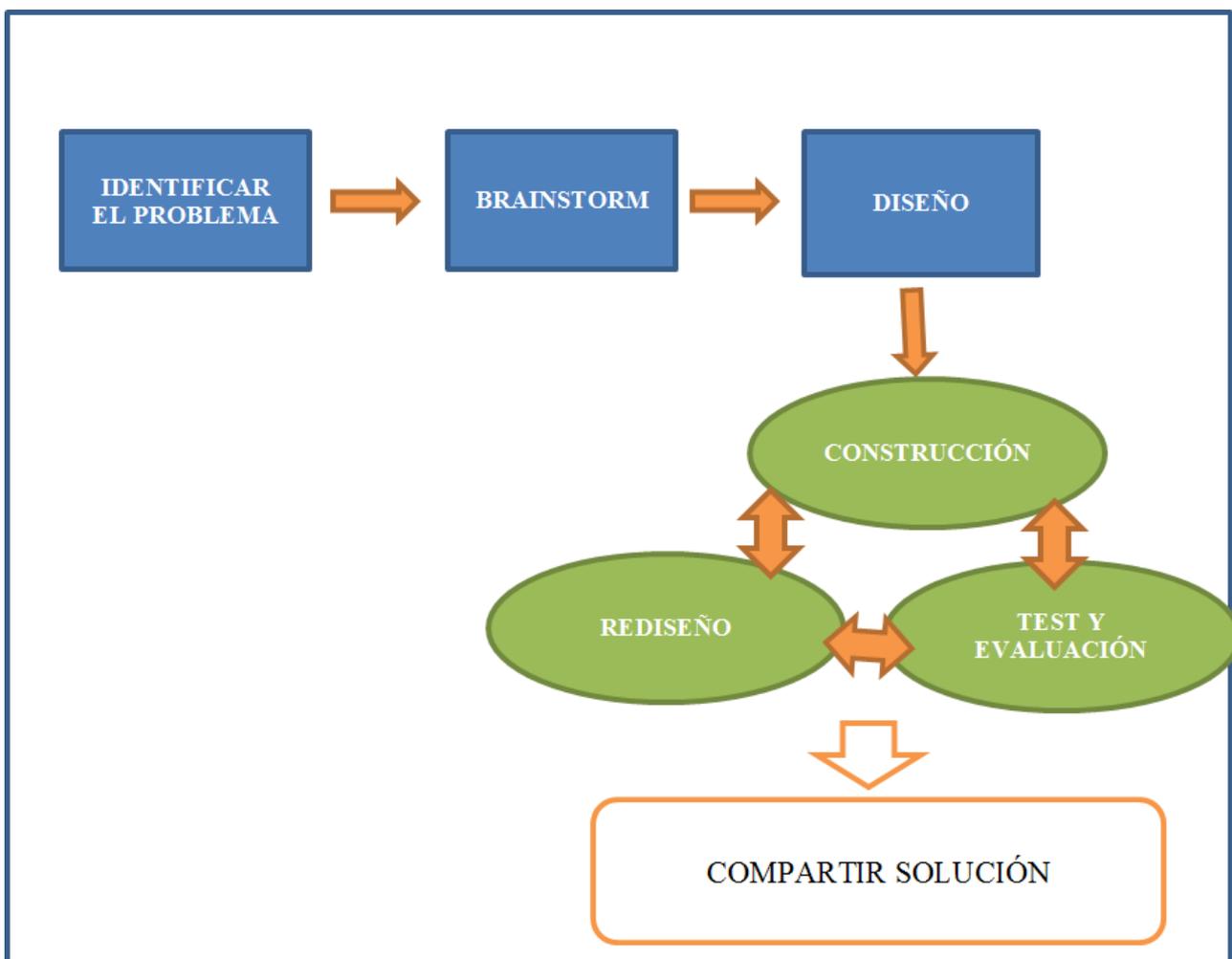


Figura 3: Proceso de diseño de ingeniería. Adaptado de Ward, L., Lyden, S., Fitzallen, N. & Panton, L. (2018)

La impresión 3D es un proceso por el cual se crean objetos físicos colocando un material por capas en base a un modelo digital. Todos los procesos de impresión 3D requieren que el software, el hardware y los materiales trabajen en conjunto. (Figura 4 y Figura 5)

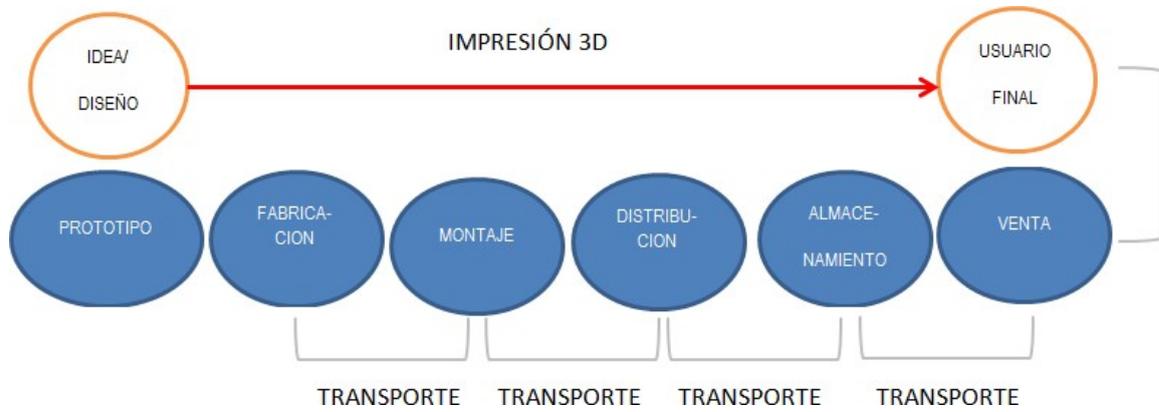


Figura 4: Proceso en Impresión 3D. Fuente: Berchon y Luyt (2016).



Figura 5: Proceso en Impresión 3D. Fuente: Berchon y Luyt (2016).

Desde este enfoque el proceso de diseño de un producto seguiría los siguientes pasos

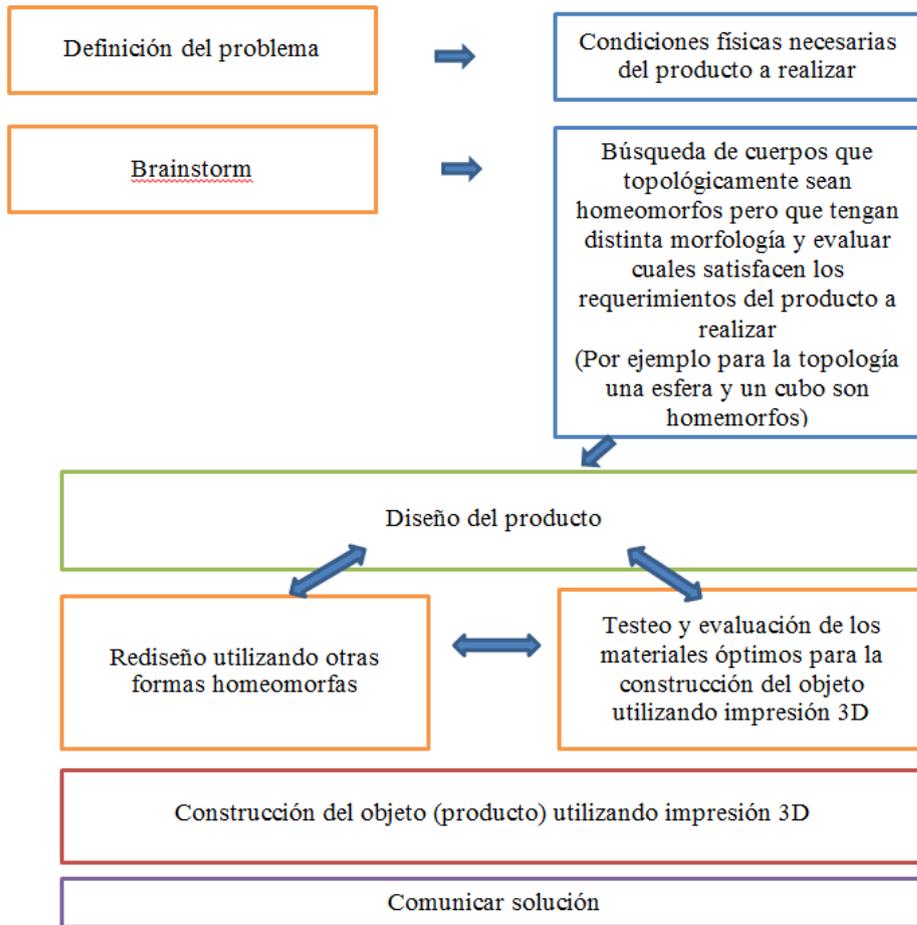


Figura 6: Proceso para el diseño de un objeto (producto) utilizando impresión 3D a través de formas homeomorfismo

Siguiendo este esquema propuesto en la Figura 6 se están diseñando objetos de aprendizaje para ser utilizados en la enseñanza de la ingeniería.

### 3. CONCLUSIONES.

Dado que el proyecto de investigación en el que se desarrolla el presente trabajo tiene una duración de dos años, habiendo transcurrido solamente 6 meses, los resultados obtenidos son muy preliminares.

#### 4. REFERENCIAS.

- [1] Rojas, C., & Humberto, J. (2017). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. Universidad Antonio Nariño, Colombia
- [2] García Domínguez, A., Claver Gil, J., & Sebastián Pérez, M. Á. (2017). Aproximación metodológica a la optimización multiobjetivo de piezas obtenidas por impresión 3D
- [3] García-Domínguez, A. (2015). Metodología para la optimización del diseño de piezas para la fabricación con impresión 3D. Tesina Fin de Máster, Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Fabricación. Madrid: ETS de Ingenieros Industriales, UNED.
- [4] García-Domínguez, A., Camacho, A. M., Claver, J., & Sebastián, M. A. (2016). Valoración de la incorporación de experiencias aplicativas de impresión 3D en la docencia de materias vinculadas a distintos escenarios productivos. Proc. XXIV CUIEET.
- [5] García-Domínguez, A., Claver, J., & Sebastián, M. A. (2017). Methodology for the optimization of work pieces for additive manufacturing by 3D printing. Procedia Manufacturing, 13, 910-915.
- [6] García-Domínguez, A., Claver, J., & Sebastián, M. A. (2017). Study for the selection of design software for 3D printing topological optimization. Procedia Manufacturing, 13, 903-909.
- [7] Berchon, M. & Luyt, B.(2016) La impresión 3D. Editorial Gustavo Gilli, Mexico
- [8] Matcho, M. (2002) ¿Qué es la Topología?, Sigma N°20
- [9] Rizzo, K.(2018). Educación STEAM: desafíos y oportunidades. Iberoamérica divulga. OEI. En <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Educacion-STEAM-desafios-y-opportunidades>
- [10] Ward, L., Lyden, S., Fitzallen, N. & Panton, L. (2018). Exploring a STEM education pedagogy: Teachers' perceptions of the benefits of an extended integrative STEM learning program. In Integrated Education for the Real World. Proceedings of the 5th International STEM in Education Conference (pp. 416-423), Brisbane, November 21-13, 2018.

## Estrategias para la enseñanza del concepto de productividad

Bava, Estefanía; Duro, Romina; Perez, Ana Julia; Perez, Juan Andrés\*; Pissinis, Magali; Risiglione, María Laura; Serrano, Carolina

*Departamento de Tecnología. Universidad Nacional de Luján.  
Av. Constitución y Ruta Nac. N° 5. Luján (Bs As).  
perezjandres@hotmail.com / laura\_risiglione@hotmail.com*

### RESUMEN

Como resultado del diagnóstico introspectivo y de la observación y comprensión del marco situacional de la asignatura Organización Industrial (primer año de la carrera de Ingeniería Industrial), el equipo docente elaboró un plan de acción tendiente a mejorar la inserción, retención y entendimiento del diseño curricular en general, y del concepto de productividad en particular por parte de los estudiantes, en virtud de que se trata de un conocimiento troncal para el resto de la carrera y resulta la base para la optimización de los procesos de producción de bienes o generación de servicios, tanto en el ámbito público, como privado o mixto.

En consecuencia, se trabajó en el rediseño del material de estudio del concepto de productividad, en el trabajo práctico y en las actividades áulicas teórico-prácticas, a los fines de mejorar la transposición didáctica del contenido y su aplicación en el campo profesional.

Si bien, a partir de los resultados obtenidos, aún se observa mejor desempeño en la temática de referencia en la cohorte 2016 respecto de 2018, resulta alentador el recupero de dicho índice respecto de 2017 y, consecuentemente, alienta continuar con un proceso similar a los fines de elevar gradualmente el desempeño de los estudiantes a partir del andamiaje del concepto de referencia.

Resulta posible afirmar que la transposición didáctica no sólo ha mejorado, sino que además, ha permitido al equipo docente comprender sobre metodologías de enseñanza que, sin desatender el tecnicismo propio del concepto, invitan a desarrollar la labor docente con foco en el público que transita por la asignatura Organización Industrial en particular, y por los primeros años de la carrera de Ingeniería Industrial en general.

**Palabras Claves:** Productividad, enseñanza, desempeño, transposición didáctica, andamiaje.

### ABSTRACT

As a result of the introspective diagnosis and the observation and understanding of the situation framework of Industrial Organization subject (first year of the Industrial Engineering career), the teaching team developed an action plan to improve the insertion, retention and understanding of curricular design in general, and the concept of productivity in particular by students, because it is a core topic for the rest of the career and is the basis for the optimization of the processes of production of goods or generation of services, both in the public, private or mixed field.

As a result, we worked on the redesign of the study material for the concept of productivity, on practical work and theoretical-practical classroom activities, in order to improve the didactic transposition of the topic and its application in the professional field.

Although, based on the results obtained, there is still better performance in the reference theme in the 2016 cohort compared to 2018, the recovery of this index is encouraging compared to 2017 and, consequently, encourages continuing with a

process similar to the aims to gradually increase student performance based on the scaffolding of the concept of reference.

It is possible to affirm that the didactic transposition has not only improved, but also, it has allowed the teaching team to understand teaching methodologies that, without neglecting the technical nature of the concept, invite to develop the teaching work with focus on the public that transits for the subject Industrial Organization in particular, and for the first years of the Industrial Engineering career in general.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Fundamentos

Organización Industrial I es, en el marco del plan de estudios 25.08 de Ingeniería Industrial, la segunda asignatura en la línea de conocimiento de ingeniería aplicada y se desarrolla en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera, como correlativa de Introducción a la Ingeniería.

Dado que se trata de una asignatura de primer año, las cohortes están conformadas en su mayoría por personas jóvenes, inmersas en un proceso de afiliación intelectual a las pautas y reglas que impone el nivel universitario [1]. Las cohortes además, se caracterizan por ser muy numerosas, tal como refleja la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 1 *Evolución de la matrícula de la asignatura. Período 2013-2017*

| Cohorte  | Cantidad de estudiantes |
|----------|-------------------------|
| 2013 (*) | 116                     |
| 2014     | 118                     |
| 2015     | 174                     |
| 2016     | 146                     |
| 2017     | 134                     |

(\*) Momento en que se empieza a conformar el equipo actual de la asignatura

Más allá de la deserción y la tasa de abandono que caracterizan el ingreso a cualquier carrera universitaria, indicadores informados detalladamente en los anuarios que publica el Departamento de Estadísticas Educativas [2], el bajo rendimiento de los estudiantes en la asignatura de referencia en la cohorte 2014 obligó al equipo docente a iniciar en ese año un diagnóstico situacional.

En primer lugar y tal como se indica en la Tabla 2, se observó que la asignatura se emplaza en un cuatrimestre con alta carga horaria y nivel de exigencia, lo que resulta en muchas ocasiones en una decisión de abandono completo o parcial, siendo en el último caso, Organización Industrial I la variable de ajuste.

Tabla 2 *Asignaturas del 2º cuatrimestre de la carrera*

| Código | Asignatura                | Horas semanales |
|--------|---------------------------|-----------------|
| 10933  | Química General           | 6               |
| 10821  | Álgebra                   | 8               |
| 10022  | Análisis Matemático I     | 8               |
| 40816  | Organización Industrial I | 4               |

Como resultado, los estudiantes optan por priorizar las líneas de conocimiento que parten de las Ciencias Básicas. Sin embargo, el análisis de correlativas del plan de estudios de Ingeniería Industrial [3] demuestra que dicha decisión no es la adecuada como estrategia de avance en la carrera. El esquema de la Figura 1 demuestra que cerca de un cuarto de las asignaturas del plan de estudios, parten de Introducción a la Ingeniería y consecuentemente, son correlativas a Organización Industrial I:

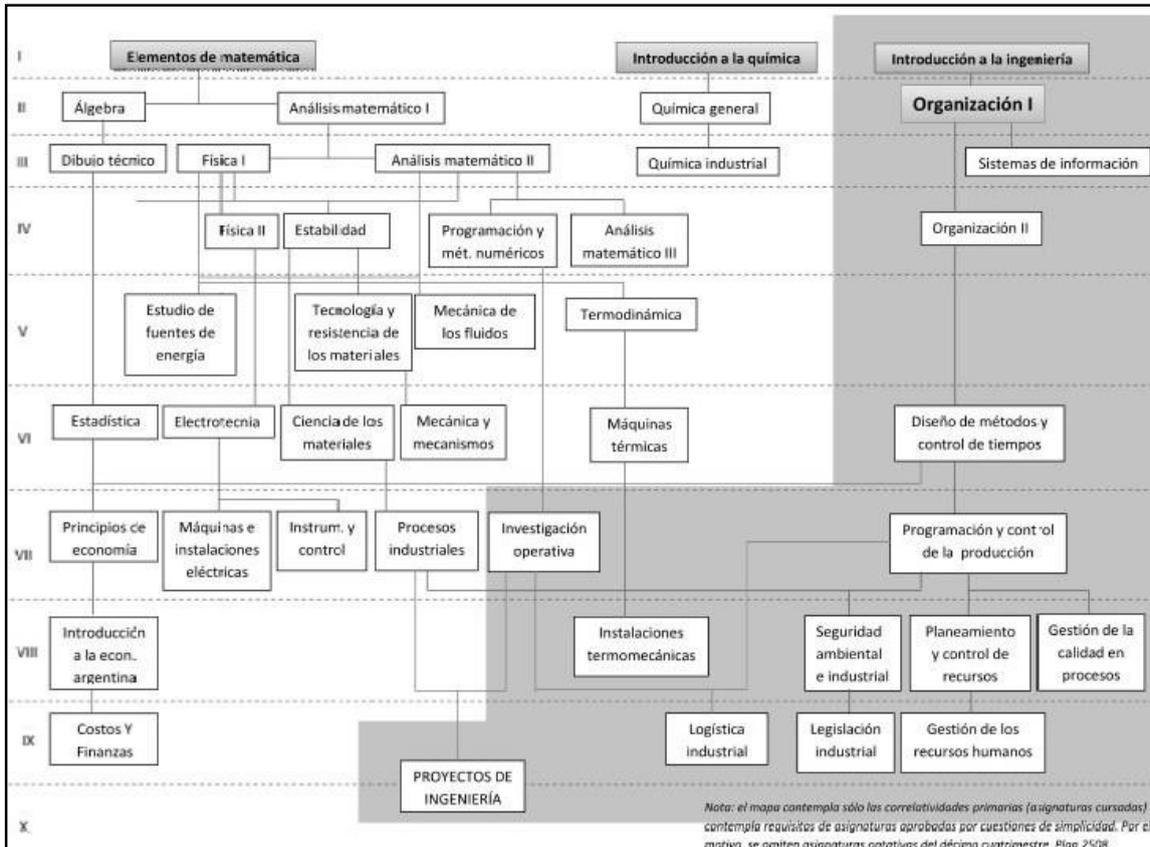


Figura 1 Mapa de la carrera de Ingeniería Industrial. Plan 25.08

El análisis introspectivo de la asignatura a su vez evidenció que:

- Se disponía de un total de más de 45 libros de referencia, entre bibliografía obligatoria y opcional.
- La bibliografía utilizada reunía a los autores tradicionales de la administración, en su mayoría con formación en el plano psicológico, filosófico y sociológico, con una orientación no acorde a las incumbencias del Ingeniero Industrial.

Como resultado del diagnóstico introspectivo y de la observación y comprensión del marco situacional de Organización Industrial I, el equipo docente elaboró un plan de acción tendiente a mejorar la retención y el rendimiento de los estudiantes en la asignatura. El plan contempló como acción central, la generación progresiva de materiales propios, que abordan la totalidad de las temáticas incluidas en el programa [4], con enfoque en las incumbencias del Ingeniero Industrial.

Así es que en 2014, se inició un trabajo continuo de búsqueda y selección de autores, lectura, interpretación y adecuación de la bibliografía, escritura y compaginación de documentos. Los diferentes textos fueron, con el avance del trabajo conjunto, gestando la idea de obtener un libro de uso áulico, que actualmente, se encuentra en proceso de revisión con el objetivo de ingresar en la Convocatoria 2019 de EdUNLu.

Los capítulos escritos a la fecha han cubierto todas las unidades del programa vigente y puede observarse en la Figura 2, entre 2014 y 2016, una correlación clara entre el avance del libro, el porcentaje de estudiantes que han regularizado (R) y promocionado (P) la asignatura, y los estudiantes que han quedado en situación de libre (L), a saber:

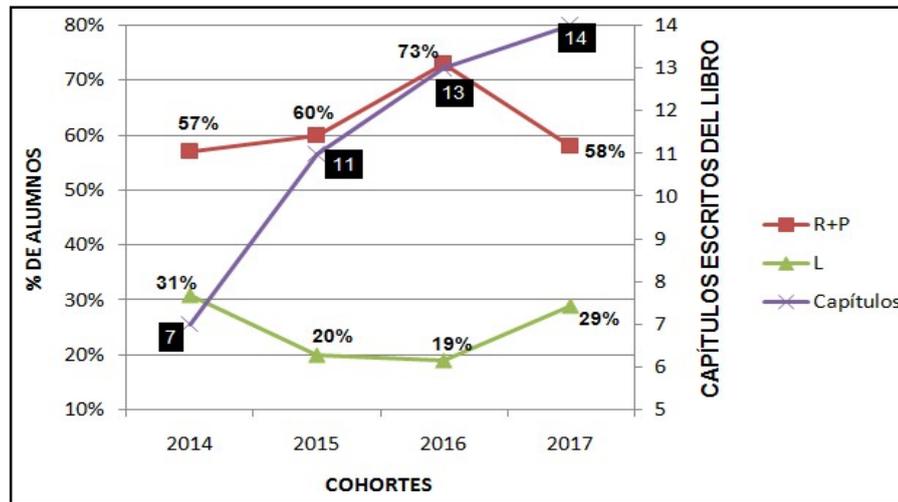


Figura 2 Condición final de los estudiantes en Organización Industrial I 2014-2017

(\*) No será considerado para la referencia el año 2013, dado que se trató de un año disruptivo, al modificarse por completo la conformación del equipo docente, las formas de evaluación y los materiales bibliográficos de referencia.

Sin embargo, y a pesar del trabajo mancomunado realizado por el equipo docente, se observa que no existe evolución del rendimiento académico durante el período 2016-2017, un comportamiento motivado básicamente por dos factores: incremento considerable de estudiantes que se insertaron en el mercado laboral (menos tiempo de estudio, actividades o roles no vinculados a la ingeniería u otras) y abandono de las aulas por problemáticas asociadas a vaivenes en el transporte público de la zona de influencia (baja de frecuencia de colectivos y modificaciones en el servicio de tren, entre otras).

Puede observarse en la Figura 3 que entre las dos instancias parciales, se evaluaron todos los conceptos que forman parte del programa vigente de la asignatura. Se esperaba en cada uno de ellos, un rendimiento superior o igual al 60% para alcanzar la nota mínima establecida por el Régimen General de Estudios para la aprobación. En la gráfica que se muestra a continuación, se evidencia que los magros resultados se concentraron básicamente en dos temas concretos, a saber:

- Resolución de problemas (44% de rendimiento académico)
- Productividad – Tablero de comando (40% de rendimiento académico)

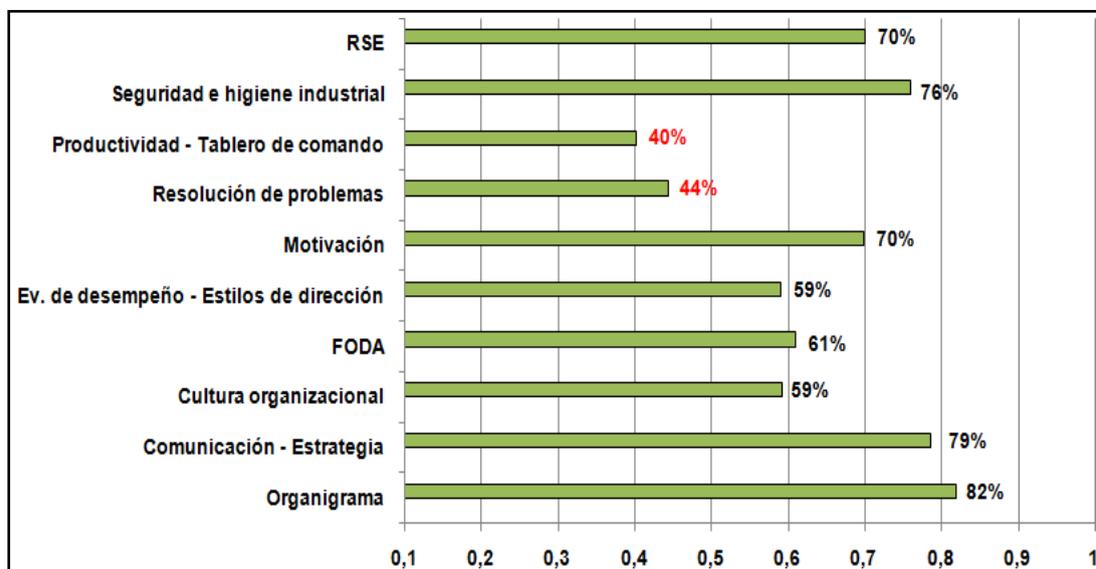


Figura 3 Rendimiento académico para cada uno de los conceptos evaluados en instancias parciales durante

Tal como está reflejado en el programa vigente, en ambos temas se desarrollan actividades prácticas, grupales y de trabajo remoto, como complemento al desarrollo áulico. Sin embargo, existe una marcada diferencia en el rendimiento académico entre dichas actividades. En la Figura 4 se puede observar que el 81% de los informes grupales entregados, en primera instancia, se encontraban desaprobados para el tema de Productividad/Tablero de comando, mientras que para Resolución de Problemas el porcentaje era significativamente menor.

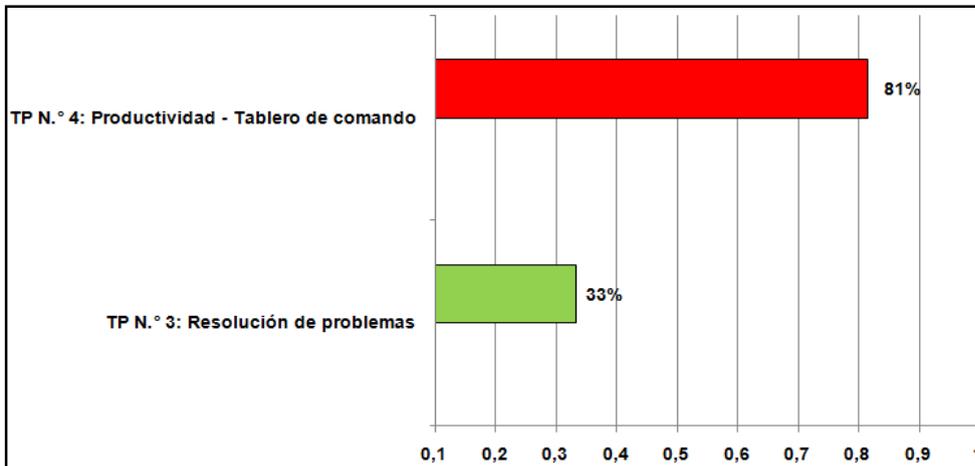


Figura 4 Grupos de alumnos desaprobados en los trabajos prácticos 3 y 4, evaluados durante el desarrollo de la cohorte 2017 en Organización Industrial I

En función del análisis anterior, se concluye que la problemática se concentra mayoritariamente en el capítulo dedicado al tema Productividad. Un concepto que, además de ser parte del programa de la asignatura, resulta troncal para el resto de la carrera, siendo la base para la optimización de los procesos de producción de bienes o generación de servicios, tanto en el ámbito público, privado o mixto [5-8]. En consecuencia, motiva el presente proyecto de asignatura, la necesidad de rediseñar el material de estudio, el trabajo práctico y proponer actividades áulicas teórico-prácticas que permitan mejorar la transposición didáctica [9] del concepto de productividad y su aplicación práctica, en el marco del desarrollo de la asignatura Organización Industrial I, durante el segundo cuatrimestre de 2018.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 General

Diseñar estrategias para la transposición didáctica del concepto de productividad y evaluar el impacto de su aplicación, a partir de la medición del desempeño de los estudiantes de la cohorte 2018 de Organización Industrial I en los exámenes y trabajos prácticos.

### 1.2.2 Específicos

- Detectar las principales dificultades de los estudiantes en torno a la comprensión del concepto de Productividad.
- Rediseñar el material de estudio de la asignatura en función de las dificultades detectadas.
- Diagramar actividades teórico-prácticas que permitan facilitar la transposición didáctica del concepto de productividad, focalizando la aplicación a las incumbencias del Ingeniero Industrial (Plan 25.08).
- Releva en el aula, el interés y el grado de adhesión a las actividades teórico-prácticas propuestas.
- Proponer acciones que permitan andamiar a los estudiantes en la comprensión de un concepto troncal para su desarrollo profesional, a fin de contribuir al desempeño académico en Organización Industrial I y servir como antecedente para el desarrollo de actividades complementarias en las asignaturas correlativas de la línea de conocimiento.
- Establecer un criterio de medición cuali-cuantitativa, que permita evidenciar si las

estrategias contribuyen efectivamente a mejorar el desempeño de los estudiantes, en cuanto a la comprensión del concepto y el impacto e importancia de su aplicación.

### 1.3. Materiales y métodos

#### 1.3.1 Materiales

- Copias impresas de las actividades
- Calculadoras
- Computadora y proyector (soportes audiovisuales)
- Cronómetro
- Material de estudio de la asignatura
- Acceso a Plataforma digital

#### 1.3.2 Métodos

Las dificultades de los estudiantes en la comprensión y aplicación del concepto de Productividad, se han evidenciado a partir de su performance en parciales y trabajos prácticos (Ver Figura 3 y 4). El análisis de las fallas en la comprensión se lleva adelante a partir de:

- Una revisión pormenorizada de las respuestas a las consignas evaluadas en torno al tema de Productividad en parciales y finales de febrero de 2014 a mayo 2018, y la clasificación de dichas fallas.
- Un análisis de los comentarios recibidos en la encuesta electrónica web y en forma verbal durante los exámenes integradores.

Una vez determinados los principales problemas en la apropiación de los conocimientos, se reformula el material de estudio con el aporte de todos los integrantes del equipo de trabajo. Se lleva a cabo una prueba piloto con los Ayudantes de Segunda, cuya visión es más cercana a la de un estudiante.

Asimismo, se rediseña el Trabajo Práctico de Productividad, y se diseñan actividades áulicas que incluyen desde ejercicios sencillos hasta el análisis de un caso.

El impacto del proyecto en el desempeño de los estudiantes, se puede medir a través del análisis del desempeño en:

- El segundo examen parcial de la asignatura (en el cual se evalúa el concepto de Productividad)
- En los finales de la asignatura.
- El trabajo práctico específico del tema.

En líneas generales, se evalúa para el período 2016-2018:

- Porcentaje de aprobados en primera instancia, en TP de Productividad.
- Rendimiento académico en la consigna de Productividad del segundo parcial en base a una escala de 10 puntos.
- Percepción de los estudiantes que rindan el integrador oral de la asignatura.
- Percepción de los estudiantes, manifestada en comentarios de Encuesta Web 2018 (de acceso reservado para el docente responsable de la asignatura)

## 2. RESULTADOS

*Al respecto del material de estudio:*

El material elaborado específicamente para el tema de referencia tiene su primera versión en 2016 y, posteriormente, se generaron revisiones menores (de forma) para el año siguiente.

Sin embargo, como parte del proceso de mejora continua y, atendiendo a las necesidades y objetivos planteados para el presente proyecto, se realizaron revisiones sustantivas del documento previo al inicio del segundo cuatrimestre de 2018, a saber:

- Revisión general del documento en aspectos de coherencia y cohesión.
- Modificaciones al abordaje y la secuencia de desarrollo, a los que se sumaron espacios de reflexión e interpretación de casos/situaciones reales.
- Se incorporó al texto un Anexo I (denominado “Guía de ejercitaciones”, con dos casos testigos y reales de la industria, desarrollados con una complejidad gradual)
- Se incorporó al texto un Anexo II (consecuente con el anexo anterior, aquí se desarrolla la resolución de los problemas en un esquema reflexivo, paso a paso, con resultados

- o concretos para contraste del desarrollo individual de cada estudiante).
- o El material, en su conjunto, incrementó su cuerpo de 22 páginas, a 35 páginas.

*Al respecto de la actividad áulica teórico-práctica*

Durante el desarrollo del encuentro teórico en el que se abordó la temática de referencia, se realizó una actividad práctica en el seno de la clase, cuyas características generales resultaron:

- o Trabajar sobre un caso real, derivado de la investigación realizada en el marco de la tesis de maestría del docente Juan Andrés Pérez.
  - o Al caso real indicado anteriormente, se le produjeron adaptaciones a la nomenclatura y terminología técnica, como así también, se sustrajeron extractos del caso que se consideraron innecesarios para el público destino.
  - o Se trabajó en grupos de 5/6 estudiantes, conformados aleatoriamente según ubicación en el aula.
  - o Cada grupo fue acompañado por un miembro del equipo docente, que fue evacuando sus dudas de forma particular.
  - o Todos los equipos pudieron resolver la totalidad de los ejercicios (se plantearon 6).
  - o Finalmente, los diferentes grupos realizaron una puesta en común de los resultados y, todo ello, fue utilizado como punto de partida para continuar con la segunda parte de la clase teórica (destinada a los “condicionantes de la productividad”)

*Al respecto del trabajo práctico*

La Tabla 3 muestra, de forma comparativa, las características del trabajo práctico de referencia para el año 2017 (inicial, sobre el que se evidenciaron problemas para el entendimiento del tema) y el nuevo diseño y abordaje para 2018 (a propuesta del equipo docente), que consistieron en los siguientes aspectos:

Tabla 3 Caracterización del trabajo práctico asociado a productividad

| Aspecto          | Material utilizado en 2017  | Material utilizado en 2018  |
|------------------|---|---|
| Origen del texto | Artículo periodístico del diario El Cronista (sección economía, 3 páginas de extensión, terminología y vocabulario propio de economía y costos) | Redactado íntegramente por el equipo docente, sin desatender la terminología académica y enfocado en el estudiante de ingeniería industrial de primer año de la carrera |
| Ejercicios       | Un total de 5, sobre productividad y tablero de comando   | Un total de 4, concisos y enfocados en productividad  |

A continuación, se muestra en la Figura 5 el desempeño de los estudiantes en el proceso de evaluación del trabajo práctico entregado en 2016, 2017 y 2018 como porcentaje de trabajos aprobados (A) y desaprobados (D).

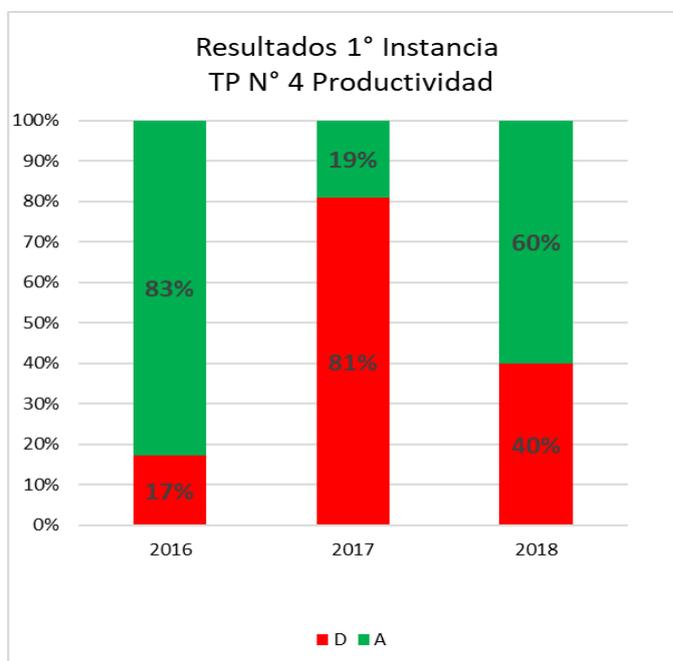


Figura 5 Resultados grupales de entrega en primera instancia del TP N° 4.  
(Cohortes 2016, 2017 y 2018)

Como consecuencia del relevamiento realizado en el período de referencia y, derivado de los cambios sustantivos realizados en el diseño, presentación y desarrollo de la nueva propuesta de trabajo práctico para el año 2018, se observó una notable mejoría en la aprobación de los estudiantes. Al respecto, se produjo una baja interanual de 41 puntos porcentuales en la cantidad de grupos desaprobados entre 2017 y 2018, lo que evidencia el impacto positivo de los cambios planteados en el diseño de la actividad y en la ejecución de la práctica áulica y el trabajo grupal de forma remota.

Resulta menester citar que, de los resultados obtenidos, aún sigue siendo menor la cantidad de grupos aprobados en 2018 respecto de 2016. Sin embargo, es alentador el recupero de los índices en el último año y, consecuentemente, alienta continuar con un proceso similar a los fines de elevar gradualmente el desempeño de los estudiantes a partir del andamiaje del concepto de referencia.

*Al respecto del segundo parcial*

○ Período 2016-2017

En función de los que se desprende de la Figura 6, se observa un crecimiento interanual del porcentaje de estudiantes que desaprobó el segundo parcial y que a su vez, refleja un comportamiento similar en el concepto particular de productividad.

En efecto, y de acuerdo a la Figura 7, en las preguntas realizadas sobre productividad, en 2017 el total de los estudiantes alcanzó, en promedio, el 40% del puntaje total establecido, mientras que el mismo dato, en 2016, arrojó un promedio de 67%.

○ Período 2017-2018

Los resultados en este período muestran un notable recupero de los indicadores de estudiantes aprobados en 2018, con un crecimiento interanual del 10%

Concomitantemente, se elevó significativamente la proporción de estudiantes que alcanzó el puntaje mínimo esperado para las preguntas relacionadas a productividad, alcanzando un 70% de calificación promedio, superando incluso los resultados del período anterior.

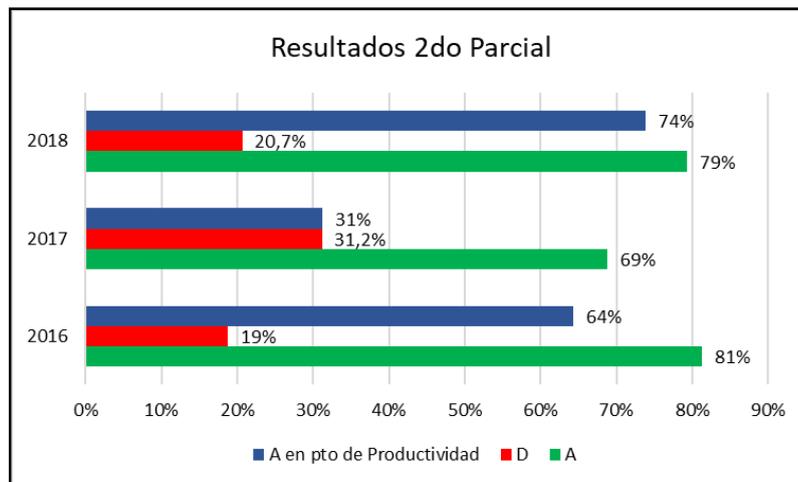


Figura 6 Resultados de 2do parcial de estudiantes de las cohortes 2016, 2017 y 2018



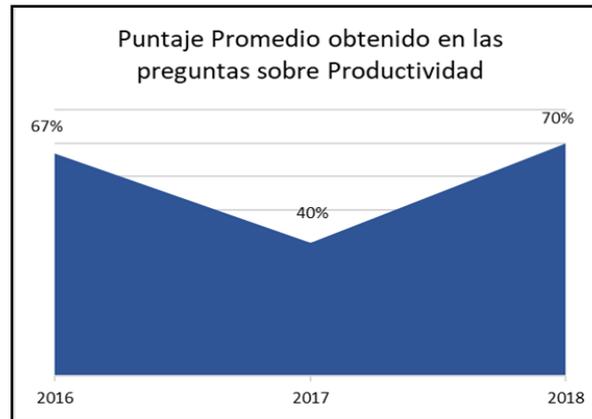


Figura 7 Puntaje promedio en las preguntas sobre productividad del segundo parcial, obtenido por los estudiantes de las cohortes 2016, 2017 y 2018

*Al respecto de la formación de los docentes involucrados*

Cabe destacar que, durante el proceso de investigación y trabajo del presente Proyecto de Asignatura, fue necesario incorporar herramientas metodológicas que permitan mejorar la transposición didáctica. En efecto, los docentes Juan Andrés PEREZ, María Laura RISIGLIONE y Estefanía BAVA desarrollaron el Curso de Formación Pedagógica “Enseñar y comprender en el aula universitaria” (Expte. N° 1259/18, Disp. CDDE N° 195/17) de 35 (treinta y cinco) horas totales, con calificación de “aprobado”.

### 3. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en cada una de las estrategias adoptadas para el desarrollo del concepto de productividad, se observa que se ha elevado notablemente la actuación de los estudiantes para con el tema y que, consecuentemente, se ha dado cumplimiento a cada uno de los objetivos oportunamente establecidos en el presente proyecto, tanto general como específicos. Vale destacar que el trabajo realizado demanda esfuerzos adicionales del equipo docente, superiores a los requeridos para el desarrollo de una clase expositiva tradicional y a su vez, un costo económico asociado a los materiales impresos que se utilizan para el desarrollo de las actividades prácticas. Sin embargo, en pos de sostener el desarrollo de las mencionadas actividades, se detecta como una oportunidad el uso de herramientas TIC en futuras cohortes.

Consecuentemente, resulta posible afirmar que la transposición didáctica no sólo ha mejorado, sino que además, ha permitido al equipo docente comprender sobre metodologías de enseñanza que, sin desatender el tecnicismo propio del concepto, invitan a desarrollar la labor docente con foco en el público particular que transita por nuestra asignatura.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Casco, M. (2008). *Afiliación intelectual y prácticas comunicativas de los ingresantes a la universidad*. Co-herencia. 6 (11) 233-260.
- [2] Anuarios UNLu 2014, 2015, 2016. Recuperado de: <http://www.estadisticaseducativas.unlu.edu.ar/?q=node/29>. Fecha de consulta: Abril de 2018.
- [3] Plan de estudios de ingeniería industrial. Unlu.edu.ar. Recuperado de <http://www.unlu.edu.ar/carg-industrial.html> Fecha de consulta: 28/02/2018
- [4] Programa de la asignatura 40816 Organización Industrial I. Unlu.edu.ar. Recuperado de <http://www.certificaciones.unlu.edu.ar/sites/www.certificaciones.unlu.edu.ar/files/site/Programas/25/40816.pdf>. Fecha de consulta: 28/02/2018
- [5] Biasca, R. (1981). *Productividad: un enfoque integral del tema*, Buenos Aires. Argentina. Editorial Macchi.
- [6] Kanawaty, G (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*, Ginebra. Suiza. Editorial OIT
- [7] Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad: manual práctico*, Ginebra. Suiza. Editorial OIT.
- [8] United nations. Department of economic and social affairs, Un.org. Recuperado de <http://esa.un.org/unpd/wpp>. Fecha de consulta: 28/02/2018.
- [9] Bruner, J. (2001) *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid. España. Editorial Alianza.

#### Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer:

- A la Ing. Anabella Karina Gei, quién desde la función de Profesora Responsable de la asignatura, ha permitido que el equipo de auxiliares docentes trabaje sobre las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, proponiendo metodologías novedosas acordes a las temáticas y la problemática evidenciada en cada caso, apostando a la formación en docencia e investigación de todos docentes de la asignatura.
- A los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial, quiénes han realizado sus críticas y aportes constructivos a los fines de mejorar el proceso de enseñanza en su conjunto.
- Al Departamento de Tecnología de la UNLu, al cual pertenecemos, por brindar herramientas y posibilidades para que docentes inexpertos, inicien sus primeros pasos en el camino de la investigación.

## Estrategias para la enseñanza del concepto de evaluación de desempeño

Bava, Estefanía; Duro, Romina; Perez, Ana Julia; Perez, Juan Andrés; Pissinis, Magali; Risiglione, María Laura\*; Serrano, Carolina

*Departamento de Tecnología. Universidad Nacional de Luján.  
Av. Constitución y Ruta Nac. N° 5. Luján (Bs As).  
perezjandres@hotmail.com / laura\_risiglione@hotmail.com*

### RESUMEN

Como resultado del diagnóstico introspectivo y de la observación y comprensión del marco situacional de la asignatura Organización Industrial (primer año de la carrera de Ingeniería Industrial), el equipo docente elaboró un plan de acción tendiente a mejorar la inserción, retención y entendimiento de los estudiantes. Analizando los resultados de las evaluaciones parciales de la asignatura, se detectó que uno de los contenidos en los cuales los estudiantes evidenciaban menor rendimiento académico era *Evaluación de desempeño*.

A fin de abordar la problemática, se trabajó en el rediseño de la clase de *Evaluación de desempeño* utilizando la Metodología de Indagación (estrategia de aprendizaje centrado en el estudiante), con el objetivo de mejorar la transposición didáctica del contenido y su aplicación en el campo profesional, en el marco de las competencias específicas del Ingeniero Industrial y los descriptores de conocimiento del Libro Rojo de CONFEDI. A fin de evaluar los resultados obtenidos, se relevó el grado de participación de los estudiantes durante la clase, las apreciaciones emitidas al finalizar la clase, se midió el grado de satisfacción mediante una encuesta anónima online y se abrió un foro de participación optativa en la Plataforma Digital de la asignatura. Asimismo, se evaluaron los resultados obtenidos en la evaluación del contenido, en el examen parcial.

Se puede afirmar que la transposición didáctica del contenido no sólo ha mejorado, sino que además, ha permitido al equipo docente incorporar metodologías de enseñanza que, sin desatender el tecnicismo propio del concepto, invitan a desarrollar la labor docente con foco en el público que transita por la asignatura Organización Industrial en particular, y por los primeros años de la carrera de Ingeniería Industrial en general.

**Palabras Claves:** Organización Industrial - Desempeño – Indagación – Transposición.

### ABSTRACT

As a result of the introspective diagnosis and the observation and understanding of the situation framework of Industrial Organization subject (first year of the Industrial Engineering career), the teaching team developed an action plan to improve the insertion, retention and understanding of students. By the analysis of the results of subject's partial exams, the team detected that the concept in which the students showed poor academic performance was Performance Evaluation. In order to solve the problem, the team worked to redesign Performance Evaluation class, by the utilization of Inquiry Methodology (Student-centered Learning) to improve the didactic transposition of the topic and its application in the professional field, according to specific skills and knowledge descriptors of CONFEDI's Red Book for Industrial Engineers. In order to evaluate the results, participation in class was noted, as well as the insights and perceptions once completed it, satisfaction level

was measured by an online survey and an optative forum on the Digital Platform was opened to collect opinions and perceptions.

It si possible to affirm that the didactic transposition has not only improved, but also, it has allowed the teaching team to understand teaching methodologies that, without neglecting the technical nature of the concept, invite to develop the teaching work with focus on the public that transits for the subject Industrial Organization in particular, and for the first years of the Industrial Engineering career in general.

**1. INTRODUCCIÓN**

**1.1 Fundamentos**

Organización Industrial I es, en el marco del plan de estudios 25.08 de Ingeniería Industrial, la segunda asignatura en la línea de conocimiento de ingeniería aplicada y se desarrolla en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera, como correlativa de Introducción a la Ingeniería.

Dado que se trata de una asignatura de primer año, las cohortes de Organización Industrial I están conformadas en su mayoría por estudiantes muy jóvenes, inmersos en un proceso de afiliación intelectual a las pautas y reglas que impone el nivel universitario [1]. Las cohortes además, se caracterizan por ser muy numerosas (en torno a las 140 inscriptos), lo que conduce a la apertura de dos comisiones (C10 y C11, martes y jueves, respectivamente)

Tal como se muestra en la Figura 1, Organización Industrial I se emplaza en un cuatrimestre con alto nivel de exigencia, lo que lleva a los estudiantes a priorizar en muchos casos, otras asignaturas con mayor impacto en el avance de la carrera.

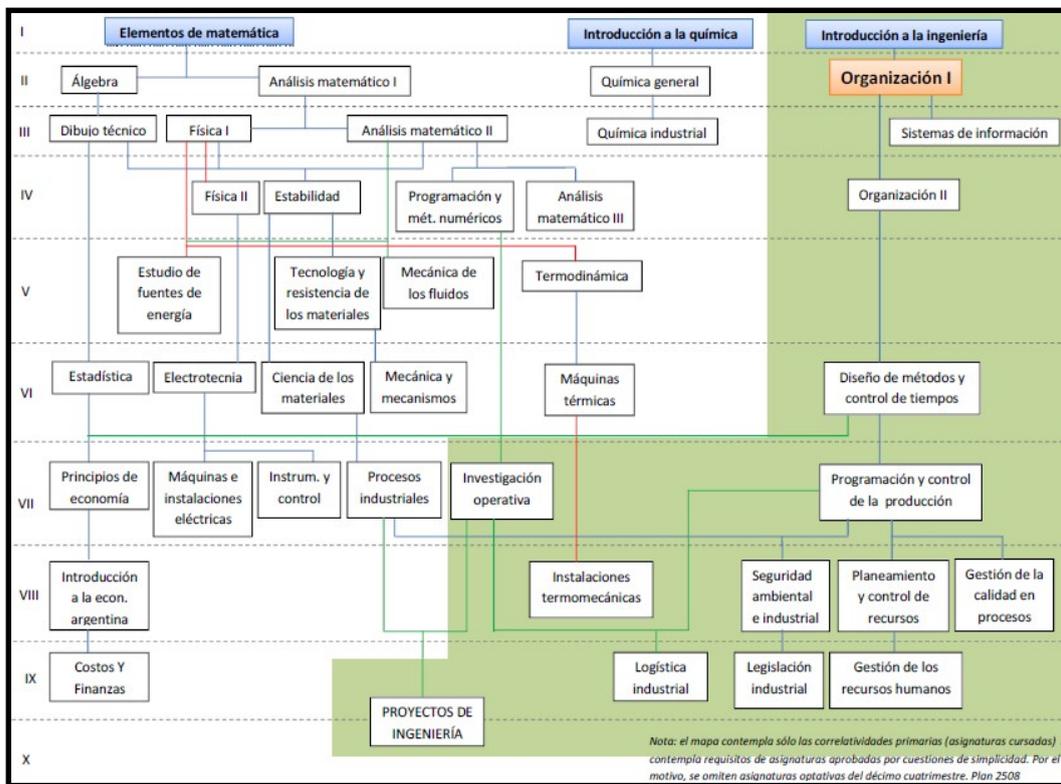


Figura 1 Mapa de la carrera de Ingeniería Industrial. Plan 25.08. [2]

Los contenidos establecidos por programa se desarrollan a lo largo de once encuentros, cada uno de los cuales tiene una carga horaria de cuatro horas. Las clases son de índole expositivo y en la mayor parte se utiliza la Metodología de Estudio de Casos [3]. A su vez, existen cuatro contenidos que han sido determinados como críticos, que por tanto, contemplan la realización de trabajos prácticos grupales en el hogar.

Como resultado del diagnóstico introspectivo y de la observación y comprensión del marco situacional de Organización Industrial I, el equipo docente elaboró en 2017, un plan de acción tendiente a mejorar la retención y el rendimiento de los estudiantes en la asignatura. El plan contempló como acción inicial, el análisis del rendimiento académico de los estudiantes en los exámenes parciales, en los diferentes contenidos disciplinares de la asignatura, a fin de detectar los puntos a trabajar:

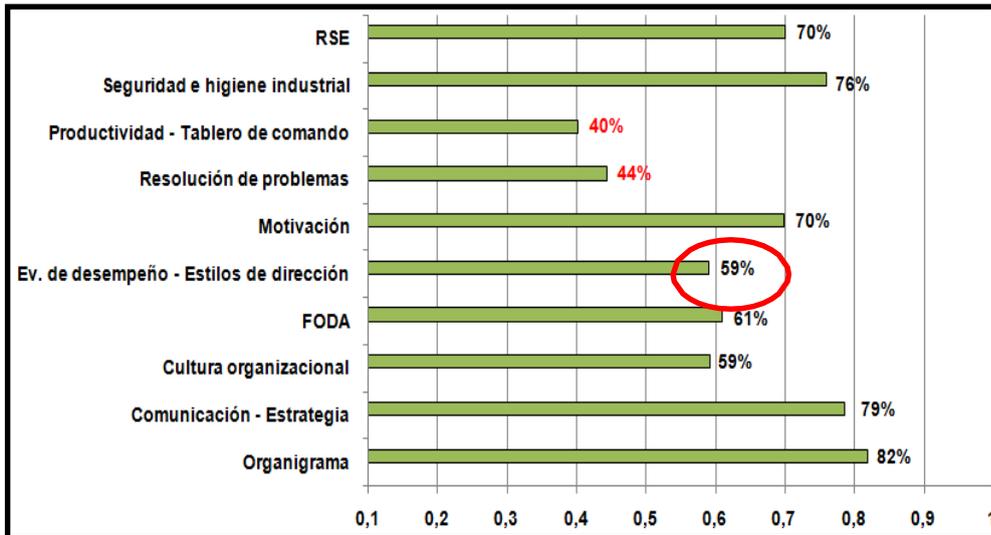


Figura 2 Rendimiento académico para cada uno de los conceptos evaluados en instancias parciales durante el desarrollo de la cohorte 2017 en Organización Industrial I

En primer lugar, se detectó que los contenidos en los cuales los estudiantes tenían el menor rendimiento académico eran *Productividad* y *Resolución de problemas*. Para abordar la problemática, se planteó en 2018 un Proyecto de Asignatura (PDA) denominado “*Estrategias para la enseñanza del concepto de Productividad*” que contempló la modificación de los materiales de lectura existentes y una dinámica de clase que intenta responder al Método de Problemas [3]. Acciones similares se llevaron adelante para el contenido *Resolución de problemas*.

Siguiendo con el análisis, los contenidos en los que los estudiantes exhiben menor rendimiento académico, son los de *Cultura organizacional* y *Evaluación de desempeño*. En el primer caso, se aplicó en 2018 el Estudio de Casos como actividad de cierre en la secuencia didáctica de la clase. *Evaluación de desempeño* en tanto, es un contenido correspondiente a la clase N° 5 de Organización Industrial I, tradicionalmente desarrollado en la asignatura mediante una metodología expositiva, que evidenciado en exámenes parciales, no resulta eficaz a la hora de lograr el aprendizaje y la integración con los contenidos de clases anteriores (Ver Figura 2). Detectada esta dificultad y no habiendo sido aún objeto de trabajo el contenido *Evaluación de desempeño*, se decide trabajar en una alternativa para su trasposición didáctica.

Paralelamente, en el marco de la propuesta del CONFEDI hacia el Consejo de Universidades (CU) en 2018, resulta imperioso iniciar un proceso de adecuación de las prácticas de enseñanza, a fin de migrar de la enseñanza tradicional mediada por la clase expositiva, a modelos más participativos, bajo el encuadre por competencias (nuevo paradigma en materia de estándares de acreditación). En este sentido, el CONFEDI propone introducir estrategias de aprendizaje centrado en el estudiante (ACE) [4], que “*se basa en un enfoque cognitivo del aprendizaje y se fundamenta en el autoaprendizaje*” [3], mediante las cuales el estudiante adopta un rol más activo en la construcción del conocimiento [5].

La Metodología de Indagación es una estrategia de aprendizaje centrado en el estudiante que se basa en la generación de preguntas, surgidas de la reflexión activa, crítica y creativa acerca de un objeto de estudio dado [3]. Tiene un alto potencial, dado que estimula la creatividad y la autocorrección del pensamiento en los estudiantes. Claramente coloca al docente en una posición diametralmente opuesta a la tradicional, y este cambio necesario en el rol puede fundamentarse en que “*un docente fuente y transmisor de informaciones no hace más que reforzar (...) la pasividad intelectual y los hábitos contenidistas de los ingresantes*” [1]. En cambio, mediante la Metodología de Indagación, se busca estimular la curiosidad de los estudiantes, mediante un “*alentando a la aparición de un espíritu activo y crítico en la apropiación de los conocimientos*” [1]. En consecuencia, se decide abordar la trasposición didáctica del contenido *Evaluación de desempeño* a través de la implementación de la Metodología de Indagación, en el marco de las estrategias de aprendizaje centrado en el estudiante, para la cohorte 2018 de la asignatura Organización Industrial I del plan de estudios de Ingeniería Industrial.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 General

Implementar la estrategia de aprendizaje centrado en el estudiante denominada Metodología de Indagación y evaluar la percepción y el impacto de su aplicación, a partir de la medición del rendimiento de los estudiantes de la cohorte 2018 de Organización Industrial I en la clase y los exámenes respecto del contenido de *Evaluación de desempeño*.

### 1.2.2 Específicos

- Encuadrar el tema *Evaluación de desempeño* en los descriptores de conocimiento y las competencias específicas definidas en el Libro Rojo de CONFEDI [4].
- Determinar el propósito pedagógico y los resultados de aprendizaje esperados en términos de competencias (conocimientos, habilidades y actitudes)
- Rediseñar la clase de *Evaluación de desempeño* a fin de mejorar la transposición didáctica del contenido y su aplicación en el campo profesional, aplicando la Metodología de Indagación.
- Relevar en el aula, el interés y el grado de participación de los estudiantes.
- Recoger y valorar las apreciaciones de los estudiantes en torno a la metodología de enseñanza-aprendizaje implementada.
- Evaluar si la metodología contribuye efectivamente a mejorar el desempeño de los estudiantes en los exámenes parciales, en cuanto a la comprensión del contenido y el impacto e importancia de su aplicación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materiales

- Copias impresas de formularios reales de evaluación de desempeño
- Computadora y proyector (soportes audiovisuales)
- Cronómetro
- Material de estudio de la asignatura
- Acceso a Plataforma digital
- Encuesta de satisfacción (Google Forms)

### 2.2 Métodos

Antes de iniciar la planificación de la clase, se procede a encuadrar el tema *Evaluación de desempeño* en las competencias específicas y descriptores de conocimiento y se definen los resultados de aprendizaje esperados, de acuerdo al Enfoque de Diseño Inverso [8] a través de un análisis sistemático propuesto por CONFEDI [6].

Tabla 1 *Enquadre del contenido Evaluación de Desempeño*

| Competencia específica   | Descriptorios de conocimiento  |   | Resultados de aprendizaje esperados  |
|--|--|---|--|
|  | Prescriptos (Libro Rojo)   | En la asignatura (contenidos)   |  |
| 2.1. Dirigir, gestionar, optimizar, controlar y mantener las operaciones, procesos e instalaciones | > Administración y gestión técnico-económica de las organizaciones.<br><br>> Comportamiento organizacional y relaciones del trabajo. | Organización y empresa.<br>Cultura organizacional<br>Filosofía organizacional<br>Política y estrategia organizacional<br>Análisis FODA<br>Estructuras organizacionales<br>Departamentalización<br>Organigramas<br>Capacitación y desarrollo<br>Estilos de dirección<br>Evaluación de desempeño<br>Comunicación organizacional<br>Liderazgo<br>Trabajo en equipo<br>Sindicatos-Negociación-CCT<br>Herramientas para la resolución de problemas<br>Indicadores. Productividad | <b>COGNITIVOS:</b><br>- Comprender el concepto de desempeño, en relación a las competencias y los objetivos de un puesto de trabajo.<br>- Comprender porqué es necesario medir el desempeño de las personas en las organizaciones.<br>- Concebir a la evaluación de desempeño como un proceso.<br>- Estudiar cómo deben ser las características de los evaluadores<br>- Diferenciar evaluaciones 180 y 360 grados.<br>- Comprender la regla SMART para el establecimiento de objetivos.<br><hr/> <b>HABILIDADES</b><br>> Analizar, comprender e interpretar un formulario de evaluación de desempeño.<br>> Administrar el tiempo disponible<br>> Desarrollar habilidades comunicativas para el intercambio.<br><hr/> <b>ACTITUDES</b><br>> Aprender a trabajar en equipo<br>> Aprender a negociar con pares.<br>> Desarrollar un espíritu crítico. |

A continuación, se elige de entre las estrategias de aprendizaje centrado en el estudiante, la denominada Metodología por Indagación, entendiendo que es la que mejor se ajusta a los resultados de aprendizaje esperados, las características de la temática a desarrollar y el tiempo disponible para el desarrollo del contenido temático (4 horas).

En segundo lugar se procede a planificar y estructurar la clase en tres fases: inicio (preinstruccional), desarrollo (coinstruccional) y cierre (postinstruccional), acordes a las características y objetivos de la metodología seleccionada [3].

Para iniciar la clase, se propone un brainstorming acerca de lo que significa “trabajar bien” para luego conceptualizar qué es el desempeño y qué impacto tiene en los resultados empresariales. Esto se considera un encuadre conceptual suficiente para abordar la actividad. Para el desarrollo, se pide a los estudiantes que se agrupen de a 5-7 personas y se entrega a cada grupo un formulario de evaluación de desempeño real de una organización con actividad industrial y/o comercial en la región (objeto de estudio para el proceso de indagación). Asimismo, se entrega a los grupos una planilla con preguntas, a fin de orientar la reflexión y la discusión en torno al formulario entregado. Las preguntas se detallan en el Anexo I. Se explica la actividad y se solicita a los grupos que lean el formulario entregado y respondan en forma escrita a las consignas presentadas para compartir luego con el resto de la clase.

Se deja a los grupos trabajar durante 40 minutos. Entre tanto, los docentes aportan a los intercambios e interpelan a los grupos con nuevos interrogantes para enriquecer la discusión y el proceso de construcción de los conocimientos.

Una vez terminado el ejercicio, se pide a los grupos que compartan las respuestas de cada una de las consignas planteadas. En tanto, el docente complementa la discusión, contextualizando con información acerca de la empresa cuyo formulario se estaba analizando, y volcando la teoría necesaria para abordar cada eje del contenido temático, a demanda, a medida que los estudiantes van generando más interrogantes y requiriendo más respuestas. Todo esto en una atmósfera propicia para el debate, alentando la mayor participación posible, estimulando líneas de



discusión convergentes y divergentes, agrupando ideas y conclusiones y dejando interrogantes abiertos que revitalizan la indagación.

Para el cierre de la clase, se entrega a los grupos una copia del artículo “*El difícil arte de medir el desempeño*” [7] en el cual, profesionales de Recursos Humanos de empresas reconocidas de diversos rubros, exponen sus apreciaciones respecto a la medición del desempeño, sus dificultades y perspectivas. Se solicita a los grupos que lean el artículo, identifiquen y señalen al menos una idea del texto que creen que complementa lo conversado en clase. Se pide a los estudiantes que compartan sus apreciaciones frente al resto de la clase y se abre un foro en la Plataforma Digital, de participación optativa, para plasmar dichas apreciaciones.

Por último, con un fin de carácter metacognitivo, y con el objetivo de recibir una retroalimentación respecto de las apreciaciones de los estudiantes acerca de la dinámica de la clase, se envía una encuesta de satisfacción anónima y voluntaria, mediante un formulario de Google Forms (Ver Anexo II)

Los resultados se analizan de forma cuali-cuantitativa, a partir del análisis de los siguientes indicadores:

- Nivel de participación en clase, nivel de dispersión de los grupos y deserción temprana durante en desarrollo de la clase.
- Resultados obtenidos en exámenes parciales: Rendimiento académico en la consigna acerca del contenido *Evaluación de Desempeño*.
- Resultados de la encuesta de satisfacción.
- Percepción de los estudiantes de la cohorte 2018, relevada en el examen integrador de la asignatura.

### 3. RESULTADOS

La clase sobre *Evaluación de desempeño* se desarrolló conforme el calendario, los días 11 y 13 de septiembre de 2018, para las comisiones C10 y C11, respectivamente. Se observó al inicio de la actividad, que los estudiantes se sentían desorientados y que no entendían exactamente cómo podían operar sobre el objeto de estudio y responder a las consignas sin recibir previamente una explicación teórica completa. Luego con intervenciones oportunas de los docentes, fueron entendiendo cómo atender a lo que la actividad demandaba.

En líneas generales, se evidenció un alto grado de implicación con la actividad: sobre un total de 10 grupos de la C10, sólo se observaron 2 grupos que mostraron bajo interés durante la mayor parte de la clase. En cambio, en la C11 se observó una participación equitativa entre grupos.

En cuanto a la permanencia en clase, de un total de 64 estudiantes presentes en la C10, aproximadamente 20 abandonaron el aula antes de finalizar el horario, entre los que encontraban los integrantes de los grupos con baja participación. En la C11, en cambio, no se registraron retiros anticipados del aula.

El cierre de la clase en la C10 fue muy satisfactorio, con aportes muy interesantes por parte de los estudiantes, denotando un proceso rico de discusión grupal previa. En cambio el jueves, no se llegó con el tiempo y tuvo que abrirse un foro para la C11, en el que no se consiguió la participación de ningún grupo. Sin embargo, se destaca que la riqueza y profundidad de los intercambios fue muy superior en la comisión del jueves que en la del martes, lo que, paralelamente, atentó contra el manejo de los tiempos durante el desarrollo de la clase.

En líneas generales, se observó en ambas comisiones, un alto nivel de participación por parte de los estudiantes, mucho mayor respecto de las clases anteriores del cuatrimestre. Asimismo, se observó un alto grado de integración con los temas abordados en clases anteriores (Filosofía, cultura y estructura organizacional, administración de los recursos humanos)

En cuanto a los resultados de la encuesta, se obtuvo una retroalimentación muy positiva, que da cuenta que si bien no les resultó familiar, los estudiantes recibieron muy bien la metodología aplicada:

- En la C10, de un total de 31 encuestados (sobre 64 alumnos presentes en la clase), el 74,2% dijo haberse sentido “Cómodo” o “Medianamente cómodo” y el 25,8% manifestó no haberse sentido “Ni cómodo ni incómodo”. El 74,2% consideró la actividad como “Innovadora” o “Medianamente Innovadora”, mientras que un 22,6% la consideró “Ni innovadora ni tradicional”. El 80,7% opinó que la metodología empleada contribuyó, en una escala del 1 al 10, con 8 o más puntos al entendimiento del tema. Consultados acerca de la posibilidad de replicar la metodología en otras clases de la asignatura, el 71,5% respondió que “Le gustaría”, y un 25,8% opinó que “Le daría igual”.
- En la C11, de un total de 40 encuestados (sobre 57 alumnos presentes en la clase), el 95% dijo haberse sentido “Cómodo” o “Medianamente cómodo” durante la actividad. El 93% consideró la actividad como “Innovadora” o “Medianamente Innovadora”. El 85% opinó que la metodología empleada contribuyó, en una escala de 1 al 10, con 8 o más puntos al entendimiento del tema. Consultados acerca de la posibilidad de replicar la metodología en otras clases de la asignatura, el 87,5% respondió que “Le gustaría”, y un 10% opinó que “Le daría igual”.

Si bien en la C11 no se tuvo un manejo eficiente del tiempo, se obtuvieron mejores resultados, tanto en el nivel de respuesta a la encuesta voluntaria (71% en la C11 versus 48% en la C10) como en la valoración de la clase en sí, lo que puede deberse a pequeñas mejoras introducidas del martes al jueves en la dinámica de la clase.

Para complementar el análisis anterior, se realizaron consultas a los estudiantes que tuvieron mejor desempeño en la asignatura y que por ende, accedieron al examen integrador. Consultados acerca de la clase, utilizaron los siguientes descriptores: “entretenida”, “llevadera”, “práctica”, “aplicada” y más de la mitad de los estudiantes manifestaron que sería interesante replicar la metodología en otras clases de la asignatura y otras asignaturas de la carrera.

En cuanto al rendimiento académico en exámenes parciales, específicamente en la consigna correspondiente al contenido *Evaluación de desempeño*, se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación.

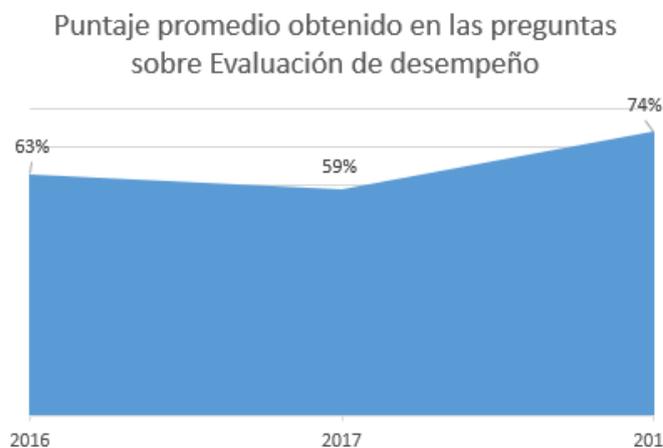


Figura 3 Resultados de 1er parcial de estudiantes de las cohortes 2016, 2017 y 2018

Si bien los resultados cuantitativos denotan una mejora en el rendimiento de más de diez puntos porcentuales respecto a 2016 y 15 puntos porcentuales respecto a 2017, se advierte que a fin de obtener resultados plenamente comparables, es necesario garantizar homogeneidad en la dificultad en las preguntas año a año y sostener el mismo docente corrector, cuestión que se tendrá en cuenta para futuras investigaciones. Asimismo, la singularidad y variabilidad de las cohortes año a año hace de estos resultados indicadores parciales de la efectividad de la estrategia implementada.

#### 4. CONCLUSIONES

Se puede concluir que el presente trabajo ha dado cumplimiento tanto al objetivo general como a los objetivos específicos planteados. La propuesta de implementar la Metodología de Indagación tiene como principales fortalezas el ser de fácil ejecución y el emplear recursos limitados, sin embargo tiene algunas debilidades que es preciso mencionar: el tiempo que insume la actividad central es fuertemente dependiente del grado de participación de los estudiantes, lo que exige una delicada modulación por parte del docente a cargo y asimismo, conlleva una labor de preparación previa a la clase por parte del docente, muy superior a una metodología de enseñanza tradicional de índole expositivo.

A partir de los resultados obtenidos de la implementación de la Metodología de Indagación, para el desarrollo del contenido *Evaluación de desempeño*, para la cohorte 2018 de Organización Industrial I, se observa una muy buena recepción de los estudiantes de la estrategia de aprendizaje centrado en el estudiante implementada. Asimismo, se observa una mejora considerable en el rendimiento en las instancias parciales.

Resulta posible afirmar que la transposición didáctica no sólo ha mejorado, sino que además, ha permitido al equipo docente explorar nuevas metodologías de enseñanza con foco en el público particular que transita por la asignatura.

Los resultados de las encuestas de satisfacción y los comentarios recogidos en las instancias integradoras invitan a este equipo docente, a seguir explorando nuevas estrategias de aprendizaje centrado en el estudiante, en el marco de los lineamientos de CONFEDI y de los nuevos estándares de acreditación para las carreras de ingeniería.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Casco, M. (2008). *Afiliación intelectual y prácticas comunicativas de los ingresantes a la universidad*. Co-herencia. 6 (11) 233-260.
- [2] Plan de estudios de Ingeniería Industrial. Unlu.edu.ar. Recuperado de <http://www.unlu.edu.ar/carg-industrial.html>. Fecha de consulta: 28/02/2018
- [3] Parra Pineda, D. M. *Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje*. SENA –ATIOQUIA. Disponible [en línea] en: <http://www.cepefsena.org/documentos/METODOLOGIAS%20ACTIVAS.pdf>. Fecha de consulta: 28/02/2018
- [4] CONFEDI (2018) *Propuesta de Estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina: Libro Rojo de CONFEDI*. 1ra edición. Universidad FASTA Ediciones.
- [5] CONFEDI-ACOFI. *Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería: Experiencias en América Latina*. Colombia. Edición N°1. Opciones Gráficas Editores. Colombia.
- [6] CONFEDI (2018) *Programa de capacitación docente para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante de ingeniería*. Mar del Plata.
- [7] (autor desconocido) (16 de mayo de 2011) "El difícil arte de medir el desempeño". El Cronista [en línea] Disponible en: <https://www.cronista.com/management/El-dificil-arte-de-medir-el-desempeno-20110516-0019.html>. Fecha de consulta: 27 de agosto de 2018.
- [8] Wiggins y J. McTighe (2005) *Understanding By Design*. 2nd Expanded edition. ASCD.

## Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer:

- A la Ing. Anabella Karina Gei, quién desde la función de Profesora Responsable de la asignatura, ha permitido que el equipo de auxiliares docentes trabaje sobre las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, proponiendo metodologías novedosas acordes a las temáticas y la problemática evidenciada en cada caso, apostando a la formación en docencia e investigación de todos docentes de la asignatura.
- A los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, quiénes han realizado sus críticas y aportes constructivos a los fines de mejorar el proceso de enseñanza.
- Al Departamento de Tecnología de la UNLu, al cual pertenecemos, por brindar herramientas y posibilidades para que docentes inexpertos, inicien sus primeros pasos en el camino de la investigación.

## ANEXOS

### Anexo I: Planilla de consignas

Instrucciones: El grupo ha recibido un formulario REAL para la medición del desempeño, empleado actualmente en la industria. A continuación se presentan una serie de consignas. Respondan a ellas en forma escrita, para luego poder compartir sus apreciaciones con el resto de la clase.

- 1) Lean con detenimiento el formulario entregado.
- 2) Intenten describir el formulario, identificando las partes que lo conforman. ¿Qué se evalúa en cada parte?, ¿qué escala/s se utiliza/n para puntuar?
- 3) ¿Cómo se imaginan que se implementa este formulario? Para responder, tome como referencia las siguientes preguntas orientadoras:
  - a. ¿Quién debe completar el formulario?
  - b. ¿Cómo deben ser los evaluadores? Describan sus características
  - c. ¿A partir de qué elementos o información construye el evaluador sus respuestas? Es decir, ¿Qué trabajo previo debe realizar el evaluador, antes de completar el formulario?
- 4) ¿Qué conclusión se puede sacar una vez completo el formulario? ¿Qué acciones imaginan que pueden derivarse de esa conclusión?
- 5) ¿Cómo imaginan que se comunican los resultados de la evaluación? ¿Cuándo? ¿A quién? ¿En dónde?
- 6) ¿Qué objetivos piensan que persigue medir el desempeño a través de este formulario?
- 7) ¿Consideran que a través de este formulario, se puede tener una evaluación objetiva del desempeño del colaborador?

### Anexo II: Encuesta de Satisfacción

Usted habrá notado que la clase del tema *Evaluación de desempeño* se estructuró de un modo diferente al respecto de otras clases de la asignatura. Lo invitamos a responder una breve encuesta que nos permitirá evaluar sus apreciaciones. Solo deberán responder, aquellos estudiantes que hayan participado de la clase COMPLETA.

\*Obligatorio

1. Indique su género: \*

Femenino

Masculino  Otro

2. Indique su edad: \*

18

19

20

21

22

- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34

35 o más

**3. Trabaja o ha trabajado alguna vez? \***

- SI
- NO

**4. Durante la clase de evaluación de desempeño me sentí.... \***

Muy cómodo

Medianamente cómodo  Ni cómodo ni incómodo  Medianamente incómodo  Muy incómodo

**5. Pienso que la propuesta fue... \***

Muy innovadora

Relativamente innovadora  Ni innovadora ni tradicional  Relativamente tradicional  Muy tradicional

**6. Pienso que la clase fue... \***

Muy dinámica

Medianamente dinámica  Ni dinámica ni aburrida

Medianamente aburrida  Muy aburrida

**7. Del 1 al 10, cuánto siento que contribuyó la propuesta al entendimiento del tema "Evaluación de desempeño"? \***

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> |

**8. Del 1 al 10, cómo calificarías, en general, la propuesta de la clase? \***

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> |

**9. Te gustaría que replicáramos la propuesta en otras clases de la asignatura? \*  O**

**SI**

NO

Me da igual



## Modelo de formación por competencias: análisis de un proceso de transición en docentes de ingeniería

Artigas, María Velia\*; Onaine, Adolfo Eduardo; Santille, Luciana Soledad

*Departamento de Ingeniería Industrial - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata. Av. Juan B. Justo 4302, 7600, Mar del Plata. mvartigos@hotmail.com*

### RESUMEN.

A partir de la publicación del Libro Rojo por el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI) que implica el establecimiento de nuevos estándares, para la acreditación de las carreras de Ingeniería, se insta a un cambio en su formación de grado. El cambio plantea un nuevo modelo pedagógico de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante y basado en competencias.

Se trata de un estudio cualitativo circunscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (FI-UNMdP) que utiliza entrevistas semi-estructuradas.

Con esta contribución se pretende evidenciar las percepciones y modos de pensar de un grupo de docentes que integran la unidad académica, respecto al proceso de transición de un modelo a otro. Por otra parte, se indaga a la muestra en estudio sobre el impacto de su propia vivencia derivada de esta etapa inicial del proceso de cambio.

En suma, con este trabajo se busca poder comprender el estado actual de la transición que atraviesa la organización y en el futuro poder compararlo en términos formales con acciones concretas, como el diseño curricular, y con las prácticas docentes.

**Palabras Claves:** competencias, modelo de enseñanza-aprendizaje, impacto, ingenierías.

### ABSTRACT (Resumen en Inglés)

Starting from the publication of the Red Book by the Federal Council of Deans of Engineering Faculties (CONFEDI) that implies the establishment of new standards, for the accreditation of Engineering careers, a change in their degree training is urged. The change raises a new teaching- learning pedagogical model focused on students and based on competencies.

This is a qualitative study circumscribed to the Faculty of Engineering of the National University of Mar del Plata (FI-UNMdP) that uses semi-structured interviews.

This contribution is intended to demonstrate the perceptions and ways of thinking of a group of teachers that make up the academic unit, regarding the process of transition from one model to another. On the other hand, the sample under study is investigated about the impact of their own experience derived from this initial stage of the change process.

In summary, this work seeks to understand the current state of the transition that the organization is going through and in the future to be able to compare it in formal terms with concrete actions, such as curricular design, and with teaching practices.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca en un proyecto de investigación mayor cuyo objetivo es: conocer, describir y explicar los procesos intervinientes en la transición de un modelo de enseñanza- aprendizaje tradicional a un modelo por competencias centrado en el estudiante en la FI-UNMdP, proceso que se ha formalizado institucionalmente a partir de la publicación del Libro Rojo del CONFEDI.

Para el desarrollo de esta publicación se plantea un estudio cualitativo circunscrito en la FI- UNMdP que utiliza entrevistas semi-estructuradas, las cuales son realizadas a un grupo de docentes de la institución en cuestión.

El objetivo es evidenciar percepciones y modos de pensar de un grupo de docentes que integran la unidad académica, respecto al proceso de transición de un modelo a otro. Por otra parte, se indaga a la muestra en estudio sobre el impacto de su propia vivencia derivada de esta etapa inicial del proceso de cambio.

Además, para contribuir al objetivo de este trabajo se ha trabajado en una primera etapa que implica relevar el estado del arte respecto a la formación por competencias.

Con este trabajo se busca poder comprender el estado actual de la transición que atraviesa la organización y en el futuro poder compararlo en términos formales con acciones concretas, como el diseño curricular, y con las prácticas docentes.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Formación por competencias

Existen diversas definiciones del término competencias desde distintos enfoques. El CONFEDI [1] expone que: *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.*

Otros autores a través del tiempo han formulado las siguientes definiciones:

Klemp/Aguilar Joyas (1980) en Roegiers [2]: *Considerar las competencias como características del individuo relacionadas con el desempeño superior.*

De Ketele (1996) en Roegiers [2]: *Conjunto ordenado de capacidades (actividades) que son ejercidas sobre contenidos en una categoría dada de situaciones para resolver problemas que se presentan.*

Perrenoud (2002) [3]: *Capacidad de actuar de manera eficaz en un tipo definido de situación, capacidad que se apoya en conocimientos pero no se reduce a ellos. Para enfrentar una situación de la mejor manera posible, generalmente debemos hacer uso y asociar varios recursos cognitivos complementarios, entre los cuales se encuentran los conocimientos.*

Tuning (2006) [4]: *Las competencias representan una combinación dinámica de las capacidades cognitivas y metacognitivas, de conocimiento y entendimiento, interpersonales, intelectuales y prácticas, así como de los valores éticos.*

Roegiers (2007) [2]: *Posibilidad, para un individuo, de movilizar, de manera interiorizada, un conjunto integrado de recursos con miras a resolver una familia de situaciones-problemas.*

Tobón (2013) [5]: *Son procesos complejos de desempeño con idoneidad en un determinado contexto, con responsabilidad.*

En resumen, el concepto de competencia está enfatizado en las capacidades y/o habilidades, conocimientos, destrezas, saber, hacer y saber hacer del ser humano que le permiten desempeñarse en el entorno donde se encuentre y de esta manera desenvolverse ante cualquier eventualidad o adversidad de los contextos [6].

Kowalski, Erck y Henrriquez [7] postulan que, en relación a la diferenciación de términos, hay que considerar que las aparentes inconsistencias radican en modelos educativos sustantivamente diferentes. Por tanto es conveniente estar alertas para no quedar entrapados y terminar sosteniendo, por ejemplo, que Educación Basada en Competencias es sinónimo de Educación Basada en Resultados. Sin embargo los autores acuerdan que las competencias aluden a integración de saberes, conductas – acciones y actitudes.

La formación por competencias implica que el aprendizaje debe ser centrado en el estudiante (ACE) y que el profesor es el guía o “facilitador” ya que, desde su conocimiento y experticia, tanto de su rol 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 [8].

## 2.2. Formación por competencias en carreras de ingeniería de Argentina

Desde sus comienzos en el año 1613, la educación universitaria argentina, ha recorrido un largo camino de continua evolución. Actualmente, y siguiendo con este recorrido, algunas carreras se encuentran rediseñando sus planes de estudio basándose en la formación por competencias. Entre las carreras que están atravesando este proceso se incluyen las carreras de ingeniería.

Entre los primeros precedentes sobre la formación por competencias en las carreras de ingeniería se encuentra el llamado Libro Celeste (2005) que planteaba la Formación por Competencias como un objetivo para la formación de ingenieros. Muchas de las ideas y conceptos que se plasmaron en dicho documento tuvieron que esperar 12 años para ser nuevamente puestas en el escenario, como bien lo refleja el documento de Oro Verde de CONFEDI, de mayo de 2017 [9].

En 2018, en la 63º Reunión y Asamblea Plenaria del CONFEDI, realizada en la ciudad de Rosario se aprobó el documento “Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina”, conocido como el Libro Rojo. Esta propuesta incorpora un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y orientado al desarrollo de competencias, tanto genéricas de egreso del ingeniero (argentino e iberoamericano), como específicas de cada terminal. Este enfoque, sumado a algunos aspectos claves en cuanto a las condiciones generales y curriculares en este sentido, contribuirá a una mejora de la efectividad en el proceso de formación, y de los indicadores de retención, duración real y graduación del sistema. Cabe señalar que esta propuesta se realiza conforme lo establecido en la Resolución 989/2018 del Ministerio de Educación “Documento marco sobre la formulación de estándares para la acreditación de carreras de grado” y tomando como referencia las Actividades Reservadas Profesionales aprobadas por el mismo Ministerio mediante la Resolución 1254/18 [10].

Al año 2019, se espera que los Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina se conviertan en resolución ministerial [11].

La FI-UNMdP se ha mantenido activa en esta transición. A través de su representante en CONFEDI, asistiendo a capacitaciones y diseñando un plan de acción que incluye la capacitación interna y la reelaboración por parte de cada terminal de ingeniería de los planes de estudio basado en formación por competencias.

En la FI-UNMDP se está trabajando en la adecuación de todos los planes de estudio de sus carreras de grado. Las mismas son: Ingeniería Eléctrica; Ingeniería Electromecánica; Ingeniería Electrónica; Ingeniería en Alimentos; Ingeniería en Materiales; Ingeniería Industrial; Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química [11].

## 3. METODOLOGÍA

Como ya se mencionó, el presente trabajo se enmarca en un proyecto de investigación mayor cuyo objetivo es: conocer, describir y explicar los procesos intervinientes en la transición de un modelo de enseñanza-aprendizaje tradicional a un modelo por competencias centrado en el estudiante en la FI-UNMdP. Para contribuir a este objetivo se ha trabajado en una primera etapa en relevar el estado del arte del tema y la construcción de un marco teórico referencial. En lo específico,

se indaga el grado de impacto y de aceptación al cambio de docentes de diferentes departamentos de la Unidad Académica en la etapa inicial de dicho proceso de transición a un modelo de formación por competencias.

Para tal fin se utilizan entrevistas semi-estructuradas como una metodología de recolección de datos de carácter cuantitativa de acuerdo a Glaser & Strauss (1999) en [12]. Las mismas se nutren de informantes clave que posibiliten profundizar ciertos aspectos investigados. A través de esta herramienta, en este estadio exploratorio, se indagan las percepciones, los usos y prácticas sociales que los participantes del estudio atribuyen al proceso de cambio y transformación al nuevo modelo. Como elemento facilitador, se diseña un cuestionario con preguntas guía abiertas. Con el material resultante de las entrevistas se realiza un análisis cualitativo por categorías. Cabe aclarar que se toman todas las producciones de entrevistas como un texto único. Entonces, el análisis del texto representa un doble aporte: por una parte se centra en la comprensión del contexto psico-social para profundizar cómo describen y comprenden esta transición y cómo les impacta en su vida laboral cotidiana. Por otra parte, esta fase empírica significa la posibilidad de proveer de nuevos factores o espacios de variables a las dimensiones de la exploración cuantitativa.

Las entrevistas semi-estructuradas con preguntas guía constituyen el instrumento de recolección de datos. En el caso de la muestra se trata de integrantes del cuerpo docente de la FI-UNMdP perteneciente a diferentes departamentos.

#### 4. RESULTADOS PRELIMINARES

Las preguntas guía establecidas para las entrevistas corresponden a:

- ¿Estás en conocimiento de que se está iniciando un proceso de actualización de los planes de estudio de nuestra Facultad?
- ¿Sabías que esa actualización responde a la reformulación en base a un modelo de enseñanza por competencias centrado en el estudiante?
- ¿Leíste sobre los nuevos estándares para la acreditación de las carreras de Ingeniería establecidas por el Ministerio de Educación?
- ¿Sabías que durante el año 2018 la Facultad realizó una capacitación para la formación de formadores?
- ¿Participaste de alguna capacitación? (particular, como referente, departamento)
- ¿Cómo te ves frente a este desafío de cambio?
- ¿Cuánto se aleja tu práctica docente en relación a este modelo?
- ¿Consideras que realizas prácticas docentes que se encuadran con el nuevo modelo? ¿Cuáles se orientan a las competencias genéricas y cuáles a las específicas de la terminal?
- ¿Estás participando activamente en la reformulación de los planes de estudio?
- ¿Qué opinas sobre este cambio de modelo educativo?

Con respecto al proceso de actualización de los planes de estudio los entrevistados expresaron que están en conocimiento. Algunos se informaron a través de la convocatoria institucional y la minoría mediante su participación ante el requerimiento de su respectiva red para proponer tanto las actividades reservadas del título como los descriptores específicos de competencias de la terminal. A partir de esta pregunta surgieron reflexiones como: "me interesó bastante porque siempre tuve un pensamiento crítico (...) de la otra forma de enseñanza, la tradicional".

Al seguir profundizando en su grado de conocimiento, cuando se consultó si sabía que se trataba de un modelo por competencias centrado en el estudiante respondieron afirmativamente en su totalidad. Sin embargo, se evidencia que las respuestas se enfocan en tres categorías. La primera en cuanto a su participación institucional, la segunda en la formación como docentes y la tercera en la

necesidad de que el profesional adquiriera competencias transversales demandadas por el sector productivo. Se destacan de sus dichos: "Se trata de mejorar las capacidades blandas que como ingenieros no hemos recibido (...) y que valora el sector productivo"; "En las reuniones de la red se discutía el modelo centrado en el estudiante y si era necesario o no ese cambio y su implementación"; y "Me interesa mucho poder capacitarme para estar a la altura de este nuevo paradigma".

En cuanto a si conoce el contenido de los nuevos estándares propuestos por el "Libro Rojo" del CONFEDI se vislumbra que todos tienen un conocimiento básico y centrado en su especialidad. Se podría pensar que este saber surge de la participación en las redes o comisiones internas a la FI-UNMDP, circunscribiendo a la propia carrera perdiendo la visión global de la formación del ingeniero en un entorno interdisciplinario.

Al indagar en los entrevistados acerca de si estaban informados sobre la capacitación interna a cargo de un especialista en competencias que fue planificada para el año 2018 por las autoridades de la Unidad Académica para referentes en los departamentos, en su totalidad manifestaron estar al tanto. Sin embargo, solamente un tercio de la muestra asistió; algunos de los no convocados manifestaron que les hubiera gustado estar presentes; y a otros les hubiera gustado saberlo por vías departamentales. De aquellos que asistieron algunos indican que lo han replicado dentro del propio departamento.

Al consultar sobre su participación en alguna capacitación en forma particular, o propia del departamento, se nota una mayor dispersión. Indican participación en charlas, capacitaciones a partir de los referentes del departamento y reuniones de la red disciplinar. De los que no han participado en ninguna actividad uno indica conocer experiencias realizadas en otras universidades.

En definitiva, más allá de esta capacitación institucional, sólo una minoría de los docentes ha concurrido a otras capacitaciones.

Cuando se les pregunta cómo se ven frente a este desafío de cambio la mayoría expresa que está preparado y expectante a pesar que ello significa un cambio de pensar la manera de pensar y enseñar respecto al modelo vigente. Sin embargo, algunos piensan que se deberá dar un cambio generacional "porque se identifica una resistencia dado que requiere un mayor esfuerzo por parte del planta docente" o que "genera que nos replanteemos las prácticas docentes". Otros indican que: "es un desafío que debemos abordar sin duda alguna"; "no estoy segura de que los estudiantes estén preparados para este cambio y tener tanta autonomía"; y "me siento bien y estoy contento que se llegue a implementar y no quede en los papeles"

En referencia a cuánto se aleja su práctica docente en relación a este modelo la mayoría considera que algunos aspectos han sido incorporados implícitamente. Los comentarios más relevantes fueron: "no es un cambio del que estemos tan alejados, deberíamos hacer explícito lo que hacemos implícitamente"; "se vienen implementando hace varios años algunas herramientas de la formación por competencia"; "está muy relacionada, se invierte mucho tiempo en introducir capacidades blandas: desarrollo interpersonal, trabajo en equipo y comunicación"; "no estamos tan alejados, pero siento que depende del grupo de estudiantes también"; "lo ve más aplicable en asignaturas de los últimos años, donde el docente debe actuar como guía"; "siempre consideré al alumno como partícipe (...) y evaluó el proceso más allá del resultado de la instancia de evaluación"; y "tendría que hacer muchos cambios. Vengo de la vieja escuela que representa un modelo diferente".

En la percepción de considerar que realiza prácticas docentes que se encuadran con el nuevo modelo y de ellas cuáles se orientan a las competencias genéricas y cuáles a las específicas de la terminal, también existe dispersión. Si bien la mayoría expresa que en cierta medida, algunos aportan a las genéricas y otros a las específicas, muy pocos a ambas. Expresan como acciones que se desarrollan:

videos para presentar una idea o proyecto; problemas complejos relacionados a actividades profesionales y trabajos integradores o de campo realizados en grupo. En referencia a su participación activa en la reformulación de los planes de estudio, más del 75% indica que participa, algunos a través de una comisión interna del departamento, otros por intermedio de los miembros de esa comisión.

Respecto es este cambio de modelo educativo las respuestas son dispares de acuerdo a la experiencia o punto de vista. Mientras que para algunos existe motivación y lo consideran “un desafío personal y colectivo” o “una oportunidad de mejora que hay que aprovechar” para otros es “difícil de implementar” porque entienden que existe falta de compromiso de parte de los claustros docente y de estudiantes para el cambio que ello implica.

#### 4. CONCLUSIONES

En función de las expresiones vertidas por los entrevistados se resume que respecto:

- al proceso de actualización de los planes de estudio están en conocimiento;
- a que el cambio implica la mutación a un modelo por competencias centrado en el estudiante respondieron afirmativamente en su totalidad.
- al conocimiento del contenido de los nuevos estándares propuestos por el “Libro Rojo” del CONFEDI se vislumbra que todos tienen un conocimiento básico y centrado en su especialidad.
- a si tenían información sobre la capacitación en la Unidad Académica para referentes en los departamentos, en su totalidad manifestaron estar al tanto.
- sobre su participación en alguna capacitación en forma particular, o propia del departamento, se nota una mayor dispersión. No han participado o indican participación en charlas, capacitaciones a partir de los referentes del departamento y reuniones de la red disciplinar. En definitiva, más allá de esta capacitación institucional, sólo una minoría de los docentes ha concurrido a otras capacitaciones.
- a cómo se ven frente a este desafío de cambio la mayoría expresa que está preparado y expectante a pesar que ello significa un cambio de pensar la manera de pensar y enseñar respecto al modelo vigente. Sin embargo, algunos piensan que se deberá dar un cambio generacional.
- a cuánto se aleja su práctica docente en relación a este modelo la mayoría considera que algunos aspectos han sido incorporados implícitamente.
- a considerar que realiza prácticas docentes que se encuadran con el nuevo modelo mayoría expresa que en cierta medida; y respecto a cuáles se orientan a las competencias genéricas y cuáles a las específicas de la terminal, existe dispersión, algunos aportan a las genéricas y otros a las específicas, muy pocos a ambas.
- a su participación activa en la reformulación de los planes de estudio, más del 75% indica que participa.
- a este cambio de modelo educativo las respuestas son dispares de acuerdo a la experiencia o punto de vista. Se plantea la falta de compromiso de parte de los claustros docente y de estudiantes que debería subsanarse mediante un proceso gradual de capacitaciones a ambos claustros.

Las conclusiones que podemos extraer se consideran preliminares ya que se continúa con las entrevistas. Sin embargo los resultados aquí vertidos, generados a partir de las realizadas a docentes con dedicaciones parciales y exclusivas, nos da una guía de las acciones que deben ser encauzadas para lograr exitosamente la transición a un modelo por competencias centrado en el estudiante. No se discute la necesidad de migrar a ese modelo y la mayoría expresa que está preparado y expectante y que en alguna medida implementa acciones afines. No obstante, se considera necesario un cambio generacional, principalmente en el claustro docente, para consolidar este cambio en la enseñanza de la ingeniería. Para alcanzar transitar ese camino se requiere un proceso gradual de capacitaciones a ambos claustros: docente y de estudiantes.

#### 4. REFERENCIAS.

- [1] CONFEDI (2006). Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino. Documento emanado del 40° plenario de decanos realizado en octubre de 2006 en la ciudad de Bahía Blanca.
- [2] Roegiers, X. (2007). Pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. San José: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI. Colección IDER (Investigación y desarrollo educativo regional).
- [3] Perrenoud, P. (2002). Construir Competencias desde la Escuela. Santiago de Chile. Dolmen Ediciones.
- [4] Documento: Proyecto Tuning, Bologna 2006. Recuperado de: [http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General\\_Brochure\\_Spanish\\_version.pdf](http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_Brochure_Spanish_version.pdf)
- [5] Tobón, S., Pimienta Prieto, J., García Fraile, J. (2010). Secuencias Didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias. México: Pearson Educación.
- [6] Artigas, M. V.; Onaine, A. E.; Santille, L. S.; (2018). Haciendo foco en la conceptualización de las competencias: análisis del impacto para las carreras de Ingeniería. COINI 2018.
- [7] Kowalski, V. A.; Erck, I. M.; Enríquez, H. D. (2018). "Módulo 1: Competencias y Resultados de Aprendizaje". Programa de Formación Docente para orientar su práctica hacia la Formación por Competencias. Universidad Nacional de Misiones.
- [8] Cukierman, Uriel. (2018). "Aprendizaje Centrado en el Estudiante. Un enfoque imprescindible para la Educación en Ingeniería". Materiales para capacitación de CONFEDI.
- [9] Agulla, J. C. (1994). Diagnóstico de la universidad argentina. Universidad y Sistema Educativo. Buenos Aires. CINAIE.
- [10] CONFEDI. (2018). "Propuesta de estándares de segunda generación - Libro Rojo". Página web del CONFEDI. Disponible en: <https://confedi.org.ar/librorojo/>
- [11] Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. (2011). Historia institucional. Documento Institucional preparado con motivo de los 45 años de existencia. Disponible en Decanato de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.
- [12] Vasilachis de Gialdino, I. (2007). "Estrategias de Investigación Cualitativa". Buenos Aires: Gedisa S.A.

## Aprendizaje activo sobre Manufactura Esbelta en las aulas universitarias a través de un Juego Serio

Chiodi, Franco <sup>(1)</sup>; Acosta, Esteban <sup>(2)</sup>; Queiroz, José Antonio <sup>(3)</sup>; Urrutia, Silvia<sup>(4)</sup>; Villalba, Luciano <sup>(5)</sup>; Montevechi, José Arnaldo <sup>(6)</sup>

(1,4,5) *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

(2) *Instituto de Industria – Universidad Nacional de General Sarmiento*

(3,6) *Instituto de Ingeniería de Producción y Gestión – Universidad Federal de Itajubá (Brasil)*

(1) [fchiodi@fio.unicen.edu.ar](mailto:fchiodi@fio.unicen.edu.ar), (2) [eacosta@campus.ungs.edu.ar](mailto:eacosta@campus.ungs.edu.ar);

(3) [ja.queiroz@unifei.edu.br](mailto:ja.queiroz@unifei.edu.br), (4) [surrutia@fio.unicen.edu.ar](mailto:surrutia@fio.unicen.edu.ar),

(5) [luciano.villalba@fio.unicen.edu.ar](mailto:luciano.villalba@fio.unicen.edu.ar), (6) [montevechi@unifei.edu.br](mailto:montevechi@unifei.edu.br)

### Resumen

La manufactura esbelta es una filosofía que se enfoca en la eliminación de desperdicios. Para ello se emplean una serie de conceptos y herramientas tales como 5S, Kanban, TAKT, TPM, SMED entre otros. Esta filosofía con sus conceptos asociados, se puede transmitir a través de métodos de aprendizaje activo basados en la integración interdisciplinaria, entre ellos se utilizan los serious games (SG). Los SG crean un ambiente de aprendizaje más interactivo, participativo, inductivo, reflexivo y exploratorio donde los participantes pueden aprender basados en su propia experiencia.

En este trabajo, se propone implementar un SG para la enseñanza de la filosofía de la Manufactura Esbelta con el fin de poder evaluar resultados de aprendizaje. Para este estudio el SG elegido, fue “3L: Learning Lean with LEGO”, donde se simula una línea de producción que fabrica tres productos diferentes a través de dos etapas de ensamble utilizando tres operadores. El juego tiene cinco niveles con una duración total de tres horas. Puede ser aplicado en un grupo de aproximadamente veinte estudiantes con al menos un instructor que guíe el mismo. Las piezas Lego simulan materia prima, material en proceso y producto terminado. En esta oportunidad, fue aplicado a dos grupos de estudiantes pertenecientes a dos Universidades Nacionales (UNICEN y UNGS). El resultado de ambas experiencias fue evaluado y analizado a través de cuatro dimensiones denominadas Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción.

**Palabras Claves:** Manufactura Esbelta, Juego Serio, Aprendizaje Activo, Universidad.

### Abstract

Lean manufacturing philosophy focus on waste elimination. So, concepts and tools such as 5S, Kanban, TAKT, TPM, SMED are used. This philosophy and its associated concepts could be transmitted through active learning methods based on interdisciplinary integration, and among them, the serious games (SG). The SG creates a learning environment more interactive, participative, inductive, reflective and exploratory, where participants could learn based on their own experience.

In this paper, it is proposed the implementation of a SG for learning of lean manufacturing learning and the analysis of learning results. For this study, the SG chosen was “3L: Learning Lean with Lego”, where a production line that produces three different products in two assembly steps with two operators is simulated. The game has five levels and the total time is three hours. It can be applied in a group of 20 students and at least one instructor that lead the game. The Lego ® pieces simulate raw material, production in process and finished goods. In this case, the SG was implemented in two different groups, corresponding to two National Universities.

The results of both experiences are evaluated and analyzed according to 4 dimensions called Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction.

## 1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje activo es actualmente objeto de numerosas iniciativas de enseñanza. Dentro del amplio espectro de herramientas de aprendizaje activo, los serious games (SG) ó juegos serios se destacan por combinar este aprendizaje con el aspecto lúdico, aunque éste último queda relegado a un segundo plano [1].

La utilización de los juegos como herramienta de enseñanza conlleva innumerables beneficios para el aprendizaje, ya que logra una mayor participación de los estudiantes en la realización de este tipo de actividades [2]. Por otro lado, estos métodos logran desarrollar capacidades que van mucho más allá que las del conocimiento técnico que se busca transmitir, tales como la motivación, la aplicación de teorías y los estudios de casos dinámicos [3]. Los autores de [4], argumentan que el juego al componerse de elementos del día a día, permite la participación y despierta el interés del alumno, el cual se convierte así en un sujeto activo del proceso.

Los juegos serios son adecuados para distintos ámbitos de formación y, puntualmente en la educación, para todos los niveles educativos [5]. Asimismo, se destaca que en las universidades, los juegos tienen el potencial de auxiliar el desarrollo de aspectos que mejoran el aprendizaje técnico, como la visión sistémica, el tratamiento del sesgo cognitivo, el trabajo en equipo, el liderazgo, la dinámica de sistemas, la relación entre las áreas de la empresa, el espíritu crítico en las decisiones, entre otros [6].

En los llamados “juegos de empresas”, la simulación -que permite llevar al aula de manera simplificada los elementos del mundo real- debe permitir que en el ambiente lúdico controlado se reproduzca la problemática real de manera lo más ajustada posible [7]. En este tipo de juegos se realiza una secuencia de toma de decisiones mediante las que se busca el entrenamiento sistemático de uno o más equipos, los cuales trabajan sobre un modelo del problema real y para el cual los participantes asumen posiciones como si estuvieran realmente dentro de una empresa [3].

### 1.1. Manufactura esbelta y juegos serios

La manufactura esbelta (lean manufacturing en inglés) es una filosofía que se enfoca en la eliminación de desperdicios o, más generalmente, de todas aquellas actividades que no generan valor para los clientes o los usuarios y que, además, adicionan costos al producto en su etapa de producción o comercialización [8].

Para ello, es necesario activar y regular el funcionamiento del subsistema de producción en función de los pedidos de los clientes (sistema “pull”). Bajo este enfoque, se busca producir sólo lo que precisa el próximo proceso, al momento en que lo precisa. Esto implica que se produzcan lotes pequeños y que pueda haber una respuesta rápida a los cambios en la demanda, siendo así necesario que los tiempos de setup se reduzcan. Para esto, existen distintas herramientas y conceptos que forman parte de la filosofía de manufactura esbelta: 5S, Kanban, Takt Time, Total Productive Maintenance (TPM), Single Minute Exchange of die (SMED) entre otros.

Esta filosofía, con sus conceptos asociados, se puede transmitir a través de métodos de aprendizaje activo basados en la integración interdisciplinaria; entre ellos, se utilizan los juegos serios (SG). Los SG crean un ambiente de aprendizaje más interactivo, participativo, inductivo, reflexivo y exploratorio, donde los participantes pueden aprender sobre la base de su propia experiencia.

Por otro lado, como dijimos previamente, los SG permiten motivar a los participantes alrededor de una temática en particular. En el caso de la *manufactura esbelta*, que es, como dijimos, una filosofía, este aspecto resulta fundamental, ya que en el espacio de un juego solo pueden transmitirse algunos conceptos.

### 1.2. Evaluación de la eficacia de los juegos serios

El uso de juegos serios, en tanto herramienta de aprendizaje, requiere de métodos de evaluación de los objetivos que a través del mismo se plantean. En el caso de los

aspectos motivacionales en la literatura se destaca el uso del modelo ARCS [9-11]. En éste modelo, el nivel de motivación de los estudiantes está relacionado con cuatro principios de instrucción: Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción y para poder medir estas variables, se desarrolló un cuestionario específico (el Instructional Materials Motivation Survey, IMMS), que consiste en 36 preguntas cuyas respuestas se corresponden a una escala de tipo Likert. Estas preguntas evalúan, en grupos establecidos, los cuatro componentes del modelo ARCS [9].

Bajo el marco conceptual y metodológico descrito previamente, en este trabajo, se propone implementar un SG para la enseñanza de la filosofía de la Manufactura Esbelta con el fin de poder evaluar resultados de aprendizaje, en dos grupos diferentes de participantes.

## 2. METODOLOGÍA

Esta investigación se divide en dos etapas. La primera consiste en la aplicación de un Juego Serio (Serious Game SG), enfocado en la enseñanza de algunos conceptos básicos de Manufactura esbelta. El juego se llama “Triple L” (Learning Lean with Lego) y será explicado en la sección 3 del presente documento [6], [11].

El SG fue implementado en dos grupos universitarios, uno de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y otro de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Los encuentros fueron realizados a comienzos del 2019 bajo la dirección del Dr. José

A. De Queiroz involucrando unos 50 participantes.

La segunda etapa se ocupa de evaluar la eficacia del juego en los dos grupos de estudiantes, puntualmente la motivación lograda, por medio del modelo ARCS.

Cada participante del SG recibió, al final del mismo, el cuestionario IMMS (ver Anexo). Los ítems de este cuestionario fueron agrupados de acuerdo a los criterios de evaluación del modelo ARCS: Atención (A), Relevancia (R), Confianza (C) y Satisfacción (S). Las respuestas se puntuaron siguiendo una escala de Likert, de 1 a 5 (1- completamente en desacuerdo, 5- completamente de acuerdo) [11]. En los dos grupos, para cada criterio, el máximo puntaje total disponible está dado por la multiplicación de la cantidad de preguntas que componen el criterio y el valor 5, mientras que el mínimo puntaje posible se logra multiplicando por 1.

Luego, para cada criterio y grupo de implementación ( $G_{UNGS}$  y  $G_{UNICEN}$ ) del SG, se obtiene un promedio de acuerdo a la Ecuación 1:

$$(1) \quad p_{G_x, y} = \frac{\sum_{i=1}^{m_{G_x}} \sum_{j=1}^{n_y} S_{ij}}{m_{G_x}}$$

Donde,

$G_x$  = grupo de estudiantes ( $G_1, G_2$ );  $y$  = criterio ARCS (A,R,C,S);

$p_{G_x, y}$  = promedio del grupo  $G_x$  para el criterio  $y$ ;  $m_{G_x}$  = número de participantes en el grupo  $x$ ;  $n_y$  = número de ítems en el criterio  $y$ ;

$S_{ij}$  = puntuación del estudiante  $i$  del grupo  $G_x$  para la pregunta  $j$  del criterio  $y$

Siguiendo a [11], a continuación se normalizaron los valores promedio obtenidos, generando un parámetro motivacional (MP), según la Ecuación 2:

$$MP_{G_x, y} = \frac{p_{G_x, y} - \min_y}{\max_y - \min_y} \quad (2)$$

Donde,

$\min_y$  = mínima suma de puntuaciones que un participante puede hacer para el criterio

y (el peor escenario, en el cual elige todos 1 para los ítems del criterio y);  
 $\max_y$  = máxima suma de puntuaciones posible para el criterio y (el mejor escenario, donde el participante da 5 a todos los ítems del grupo del criterio y)

La Figura 1 esquematiza cómo funciona la normalización.

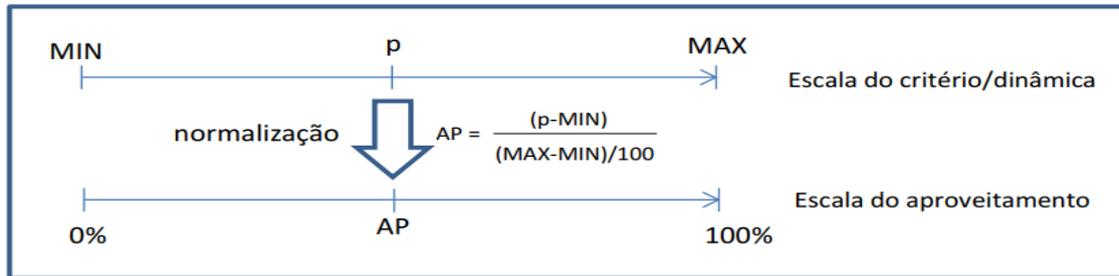


Figura 1. Proceso de normalización. Fuente: [12]

### 3. DESARROLLO Y RESULTADOS

Tal como se propone en el apartado metodológico, este trabajo se aborda en dos etapas, una de implementación del juego serio en dos grupos universitarios diferentes, y la segunda involucra el análisis de resultados motivacionales en los respectivos grupos de trabajo, como se describe a continuación.

#### 3.1. Aplicación del SG

El juego 3L fue diseñado para una duración total de tres horas y puede ser aplicado en grupos de

20 estudiantes. Se necesita formar equipos de 3 a 5 estudiantes. Las piezas LEGO® son utilizadas para simular materia prima, producto en proceso y producto terminado. El juego debe ser guiado por uno o más profesores, en un rol de facilitador.

En cada equipo, los estudiantes deben cumplir los siguientes roles: operador A, operador B, y Almacén de Producto Terminado, donde estas tres estaciones forman una línea de ensamble, más un controller y un gerente.

Los equipos deben ensamblar tres productos diferentes, de la misma forma pero distinto color. Cada producto tiene dos etapas de ensamble: el operador A inicia el montaje, mientras que el operador B lo finaliza. Cuando el producto está completo, es enviado al Almacén de productos terminados, para que luego pueda ser despachado en camiones. El juego se desarrolla en cuatro etapas o niveles, con una duración de 4 minutos cada una. Al finalizar cada una de ellas, el controller debe completar una planilla de costos de inventarios, y determinar ganancia o pérdida por la venta de productos. A continuación, describimos sintéticamente cada fase.

#### Nivel 1 (N1):

Cada equipo debe embarcar 30 productos (10 de cada color) en 6 camiones, en un plazo de 4 minutos. Para la producción, los operadores A y B reciben la secuencia de fabricación, diferentes entre sí. Además, el operador B debe realizar una operación de setup cada vez que cambia de color de lote. Ambos operadores reciben piezas en cantidad y colores que exceden los necesarios. Durante la ejecución, los operadores pierden excesivo tiempo buscando las piezas necesarias para el ensamble. Adicionalmente, el operador B es interrumpido por 20 segundos simulando una falla en un equipo.

Las secuencias de producción no están alineadas, lo que provoca baja cantidad de productos embarcados en los camiones, y mucho producto en proceso.

Para finalizar este nivel del juego, se registran los datos y se calculan los resultados financieros. A partir de allí, se dispara una discusión en el equipo para buscar soluciones a los problemas planteados. Así, se presentan los conceptos de 5S y

Total Productive Maintenance (TPM), en el marco de la Manufactura Esbelta.

#### Nivel 2 (N2):

Se inicia el segundo nivel de juego, donde los operadores A y B reciben solo las piezas necesarias para sus lotes de producción (5S implementado), y el operador B no sufre interrupciones, ya que se implementó TPM. La secuencia de producción se mantiene como en N1.

Luego de la implementación de 5S y TPM, los operadores aumentan su producción, aunque también se observa un incremento en la producción en proceso y en los productos terminados que no son embarcados. Se observa el impacto de 5S y TPM, pero existe todavía una desalineación entre demanda y producción. Al estimar los resultados financieros, se observa que siguen dando pérdidas económicas.

A partir del debate en los grupos, se identifican un conjunto de problemas. Allí el profesor introduce los conceptos de Kanban y sistemas Pull.

#### Nivel 3 (N3):

En este nivel, se emplea una nueva secuencia de ensamble. Se incorpora una hoja de kanban visual, y el equipo debe decidir si lo incorpora en la operación A ó B. Se espera los equipos tomen decisiones distintas, que permitan luego comparar esas situaciones. Allí, el profesor explica y fundamenta la mejor opción según los principios del lean manufacturing. Aquellos que eligieron ubicar el kanban en la operación B logran mejores resultados que los que lo ubican en la opción A. Ello es así porque el sistema de programación "pull" ocurre en el sector de despacho, donde se alinea la producción de B con la demanda del mercado. Sin embargo, todavía queda bastante inventario en proceso pero se observa que los resultados financieros comienzan a mejorar.

Al finalizar el nivel, se explican las características de los sistemas push y pull. Adicionalmente se presenta el concepto de SMED y el impacto negativo que posee el setup en la línea productiva.

#### Nivel 4 (N4):

Se implementan cambios: se usa el kanban visual en las operaciones A y B, convirtiendo el sistema en totalmente pull. Además, se reemplaza la actividad de setup por otra mucho más rápida (a través de la aplicación de SMED).

Con los cambios implementados, los equipos logran despachar las 30 unidades en menos de 4 minutos. Ese resultado se logra con el sistema totalmente pull y alineado con la demanda del cliente.

El resultado financiero es el mejor logrado hasta el momento, debido a la venta de la totalidad del pedido del cliente, y la baja de los inventarios en proceso.

### 3.2. Implementaciones del SG

Como ya hemos señalado, esta experiencia de aprendizaje basado en juegos ha sido realizado en dos ámbitos universitarios diferentes: en la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) por un lado, y en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) por otro.

En el primer caso, el juego es implementado en el Laboratorio de Ingeniería del Instituto de Industria de UNGS, en la localidad de Los Polvorines. Este laboratorio posee una sala de usos múltiples con mesas, que permiten el trabajo de hasta 8 estudiantes en cada una.

Asistieron al taller 33 estudiantes de ingeniería industrial, administración de empresas y economía industrial, con escaso o nulo contacto con la filosofía Lean. Esta experiencia se observa en la Figura 2.



Figura 2. Implementación del SG "3L" en UNGS

En el segundo caso, el SG 3L es realizado en el Centro de Desarrollo Emprendedor e Innovación de la Facultad de Ingeniería de UNICEN, en la ciudad de Olavarría. El Centro cuenta con espacio físico adecuado para llevar adelante las actividades lúdicas que propone el juego (mesas amplias de trabajo).

Los asistentes al taller son estudiantes avanzados, graduados y profesores de la carrera de Ingeniería Industrial, donde varios de ellos ya poseen conocimientos de Manufactura Esbelta. La cantidad de asistentes es de 17 personas en total. En la Figura 3, se observan registros de la experiencia lúdica en esta universidad.



Figura 3. Implementación del SG "3L" en UNICEN

En ambas prácticas, el juego es guiado por el profesor Dr. Ing. José Queiroz, del Instituto de Ingeniería de Producción y Gestión (IEPG) de la Universidad Federal de Itajubá (UNIFEI) quien posee experiencia en el desarrollo de esta práctica.

### 3.3. Evaluación motivacional

En esta sección, presentamos los resultados de la encuesta IMMS del modelo motivacional ARCS, como se describe en la sección metodología. Se estiman los parámetros motivacionales en ambos grupos de trabajo, donde la tabla 1 refleja los datos e indicadores para la UNICEN, y la tabla 2 datos e indicadores para UNGS.

Tabla 1. Parámetros motivacionales de UNICEN por criterio

|                      | Atención      | Relevancia    | Confianza     | Satisfacción  |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>n</b>             | 12            | 9             | 9             | 6             |
| <b>Máx</b>           | 60            | 45            | 45            | 30            |
| <b>Mín</b>           | 12            | 9             | 9             | 6             |
| <b>Promedio</b>      | 51,231        | 36,769        | 35,385        | 25,615        |
| <b>MPG(UNICEN),y</b> | <b>81,73%</b> | <b>77,14%</b> | <b>73,29%</b> | <b>81,73%</b> |

Tabla 2. Parámetros motivacionales de UNGS por criterio

|                    | Atención      | Relevancia    | Confianza     | Satisfacción  |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>n</b>           | 12            | 9             | 9             | 6             |
| <b>Máx</b>         | 60            | 45            | 45            | 30            |
| <b>Mín</b>         | 12            | 9             | 9             | 6             |
| <b>Promedio</b>    | 49,818        | 37,242        | 34,455        | 24,515        |
| <b>MPG(UNGS),y</b> | <b>78,79%</b> | <b>78,45%</b> | <b>70,71%</b> | <b>77,15%</b> |

Analizando los resultados obtenidos, se desprende que ambos grupos muestran altos valores motivacionales (a partir del 70%). Estos resultados alcanzados se deben a las estrategias utilizadas por el docente durante el desarrollo del juego. Entre las estrategias más positivas pueden mencionarse: la participación activa, la retroalimentación objetiva y la relación del nuevo conocimiento con el presente y futuro de la carrera.

También se observa una sensible diferencia entre ambos grupos por dimensión (entre 2 a 4%), que podrían fundamentarse en que el grupo de estudiantes UNICEN poseía algunos conocimientos previos de Manufactura Esbelta, elemento que ayuda a un mejor aprovechamiento del SG.

Además, si comparamos estos resultados con los obtenidos por Leal F. et al [11] en la implementación del SG en cuatro grupos de estudiantes de una universidad de Brasil, es posible observar, sin embargo, que los valores obtenidos en el marco de este trabajo son considerablemente menores (en promedio, aproximadamente, un 10%). Esto puede deberse a diferencias culturales en la valuación de las escalas Likert [12].

#### 4. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

En este trabajo, presentamos la implementación de un Juego Serio para el aprendizaje de la manufactura esbelta en dos universidades argentinas en el contexto de una secuencia didáctica. Dicha secuencia contempló una actividad de apertura, una de desarrollo y una de cierre. La actividad de apertura, consistió en un diagnóstico de conceptos previos que sirvieron de puente para abordar los nuevos conceptos. La actividad de desarrollo, consideró exposiciones teóricas apoyadas con recursos audiovisuales y los diferentes niveles del juego serio "Triple L". Finalmente la actividad de cierre se basó en una evaluación, mediante el cuestionario IMMS/ARCS, para medir el impacto logrado en la motivación de los participantes.

Los resultados obtenidos indican un impacto positivo e importante en la motivación de los participantes involucrados en el juego. Evidenciándose, de esta forma, el logro de los objetivos de aprendizaje respecto de la temática abordada "Manufactura Esbelta". Dicha temática es fundamental en la formación de los ingenieros

industriales en pos de generar aportes para la competitividad y sustentabilidad de las empresas en la que se inserten en sus futuros ámbitos laborales.

Por tal motivo se considera esencial, que el abordaje de ésta filosofía se desarrolle a través de la aplicación de sus conceptos en situaciones simuladas cercanas a las reales a través de los juegos serios.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Urquidi Martín, Ana Cristina; Tamarit Aznar, Carmen (2015). “Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: evidencia empírica”. *Opción*, vol. 31, núm. 3, 2015, pp. 1201-1220. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- [2] Marín-González, Yeraldin; Montes-de la-Barrera, José Orlando; Hernández-Riaño, Helman Enrique; López-Pereira, Jorge Mario (2010). “Validación de la lúdica como herramienta metodológica complementaria en la enseñanza del método de producción tradicional y del método de producción de la teoría de restricciones (TOC) para el manejo de los entornos multitarea”. *Ingeniería y Universidad*, vol. 14, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 97-115 Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia.
- [3] Mury, A. (2002). “Simulando a cadeia de suprimento através de um jogo logístico: um processo de treinamento”. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.
- [4] Mauricio Capobianco Lopes, Francisco A. P. Fialho, Cristiano J. C. A. Cunha, Sofia Inés Niveiros (2013). “Business Games for Leadership Development: A Systematic Review”. *Simulation & Gaming*, Volume: 44 issue: 4, page(s): 523-543.
- [5] Michael, David & Chen, Sandra. (2006). “Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform”.
- [6] Pinho, A.; Leal, F.; Almeida, D. (2005). “Utilização de Bloquinhos de Montagem LEGO para o Ensino dos Conceitos do Sistema Toyota de Produção”. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, RS.
- [7] Ornellas, A. (2005). “Jogos de empresas: criando e implementando um modelo para a simulação de operações logísticas” Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes - RJ, 2005.
- [8] Ohno, T. O. (1997). *Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto alegre: Bookman.
- [9] Keller, J. M. (1987). “Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design”. *Journal of instructional development*.
- [10] Huang, B., & Hew, K. F. T. (2016). “Measuring learners’ motivation level in massive open online courses”. *International Journal of Information and Education Technology*.
- [11] Leal, F., Martins, P. C., Torres, A. F., Queiroz, J. A., & Montevechi, J. A. B. (2017). “Learning lean with lego: developing and evaluating the efficacy of a serious game”. *Production*, 27(spe), e20162227. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.222716>.
- [12] Corrêa Molina C. E. (2015). “Desenvolvimento de um instrumento multidimensional para avaliação de práticas de ensino no processo de aprendizagem”. Tesis doctoral. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

**Anexo – Cuestionario IMMS, traducido al español.**

Copia aportada por investigadores del Núcleo de Estudios Avanzados para el Apoyo a la Decisión (NEAAD) - Universidad Federal de Itajubá.

Nombre:

FECHA DE PARTICIPACIÓN:

Su nombre se utilizará sólo para la correlación estadística. No se publicará ningún resultado personal.

**Instrucciones:**

Usted tendrá 44 preguntas para las cuales deberá llenar con la alternativa que mejor describa su opinión.

| 1                        | 2             | 3                                    | 4                | 5                   |
|--------------------------|---------------|--------------------------------------|------------------|---------------------|
| En desacuerdo Totalmente | En desacuerdo | No estoy de acuerdo ni de desacuerdo | Estoy de acuerdo | Conuerdo totalmente |

- |     | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |  |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| C01 | <input type="radio"/> | La primera vez que escuché explicaciones sobre la dinámica tuve la impresión de que sería fácil para mí.                     |
| A01 | <input type="radio"/> | Al principio de la dinámica percibía algo interesante que atrapó mi atención.  |
| C02 | <input type="radio"/> | Esta dinámica fue más difícil de entender de lo que me gustaría que fuera.   |
| C03 | <input type="radio"/> | Después de recibir la información introductoria, me sentía confiada en lo que se suponía que aprendiera en esa dinámica.     |
| I01 | <input type="radio"/> | Soy capaz de explicar mis ideas a los demás participantes cada vez que lo solicite.  |
| S01 | <input type="radio"/> | Al final de esta dinámica me siento auto realizado (a).  |
| R01 | <input type="radio"/> | Está claro para mí de qué forma el contenido de esta dinámica se relaciona con la teoría que he aprendido.                   |
| C04 | <input type="radio"/> | El material utilizado en la dinámica dificultó la visualización y memorización de los puntos más importantes de la dinámica. |
| A02 | <input type="radio"/> | Los materiales utilizados en la dinámica son atractivos.   |
| R02 | <input type="radio"/> | Yo ya inicié la dinámica sabiendo cuánto esta actividad podría ser importante para mí.                                       |
| I02 | <input type="radio"/> | Los otros alumnos me animaron a participar activamente en la dinámica y valoraron o elogiaron mis contribuciones.            |
| R03 | <input type="radio"/> | Completar esta dinámica con éxito fue importante para mí.  |
| A03 | <input type="radio"/> | La calidad del material utilizado ayudó a sostener mi atención.  |
| A04 | <input type="radio"/> | Esta actividad es tan abstracta que fue difícil mantenerme atento (a).   |
| C05 | <input type="radio"/> | Como he participado en la dinámica, confío en que puedo aprender el contenido.   |
| I03 | <input type="radio"/> | Los colegas entienden bien mis argumentaciones cuando hay discusiones y toma de decisión en el equipo.                       |
| S02 | <input type="radio"/> | Me gustó tanto esta dinámica que me gustaría saber más sobre el tema abordado en ella.                                       |
| A05 | <input type="radio"/> | El material utilizado en la dinámica parecía muy simplificado y no era atrante.  |
| R04 | <input type="radio"/> | El contenido visto en la dinámica es relevante a mis intereses personales.   |
| A06 | <input type="radio"/> | La forma en que la información fue presentada ayudó a mantener mi atención.  |
| R05 | <input type="radio"/> | He tenido acceso a ejemplos y explicaciones sobre cómo los profesionales usan el conocimiento adquirido en esta dinámica.    |
| I04 | <input type="radio"/> | Yo aprecio e incluso pido a los demás alumnos explicaciones sobre sus ideas.   |
| C06 | <input type="radio"/> | Las actividades de esta dinámica eran muy difíciles.   |



| 1                           | 2             | 3  | 4                   | 5                      |
|-----------------------------|---------------|--|---------------------|------------------------|
| En desacuerdo<br>Totalmente | En desacuerdo | No estoy de<br>acuerdo ni de<br>desacuerdo | Estoy de<br>acuerdo | Conuerdo<br>totalmente |

- 1 2 3 4 5
- A07 ○ ○ ○ ○ ○ Esta dinámica estimuló mi curiosidad.
- S03 ○ ○ ○ ○ ○ En realidad me gusta realizar esta dinámica.
- A08 ○ ○ ○ ○ ○ El número de repeticiones en esta dinámica me causa tedio algunas veces.
- R06 ○ ○ ○ ○ ○ El contenido y la práctica de esta dinámica me hicieron tener la impresión de que vale la pena conocer esta disciplina.
- I05 ○ ○ ○ ○ ○ Comprendo bien las argumentaciones de los colegas cuando hay discusiones y toma de decisión en equipo.
- A09 ○ ○ ○ ○ ○ He aprendido algunas cosas que han sido inesperadas o sorpresas.
- C07 ○ ○ ○ ○ ○ Después de trabajar en esta dinámica, confío en que pueda ser aprobado en una prueba sobre este tema.
- R07 ○ ○ ○ ○ ○ Esta dinámica no fue relevante para mi necesidad, pues yo ya sabía la mayor parte del asunto tratado.
- I06 ○ ○ ○ ○ ○ El profesor comprende bien mis dudas (y los colegas) a lo largo de la dinámica.
- S04 ○ ○ ○ ○ ○ La explicación después de la dinámica me hizo sentir recompensado por mis esfuerzos.
- A10 ○ ○ ○ ○ ○ El lugar donde se realizó la dinámica ayudó a sostener mi atención en las actividades.
- A11 ○ ○ ○ ○ ○ El estilo de la dinámica es aburrido.
- R08 ○ ○ ○ ○ ○ Yo podría relacionar el contenido de esta dinámica con cosas que he visto, he hecho o pensé en mi vida.
- A12 ○ ○ ○ ○ ○ Tiene tanta información en la dinámica que llega a ser irritante.
- I07 ○ ○ ○ ○ ○ El profesor estimula la reflexión, alienta la participación e intercambio de ideas y trabajo en equipo.
- S05 ○ ○ ○ ○ ○ Tuve una buena sensación al completar esa dinámica.
- R09 ○ ○ ○ ○ ○ El contenido de esta dinámica será útil para mí.
- C08 ○ ○ ○ ○ ○ No entendía una parte de esa dinámica.
- C09 ○ ○ ○ ○ ○ La buena organización de la dinámica me ayudó a sentirse confiada en el aprendizaje.
- I08 ○ ○ ○ ○ ○ Comprendo bien las explicaciones y recomendaciones del profesor.
- S06 ○ ○ ○ ○ ○ Fue un placer trabajar en una dinámica tan bien elaborada.



## Comparación de métodos de cronometraje en el estudio de métodos y tiempos abordado en la carrera de ingeniería industrial.

Acosta, Esteban <sup>(1)</sup>; Fernández, Marcelo Oscar <sup>\*(2)</sup>; Roark, Geraldina Yesica <sup>(3)</sup>; De Paula, Mariano <sup>(4)</sup>; Leal, Fabiano <sup>(5)</sup>; De Queiroz, José Antonio <sup>(6)</sup>.

*Instituto de Industria - Universidad Nacional de General Sarmiento  
Juan María Gutiérrez 1150, Los Polvorines, Buenos Aires  
(1) eacosta@campus.ungs.edu.ar; (2) mfernandez@campus.ungs.edu.ar,*

### RESUMEN

Dentro de la carrera de ingeniería industrial el estudio de métodos y tiempos es uno de los temas relevantes para la formación de ingenieros industriales. En este contexto, las técnicas más utilizadas son el cronometraje y el uso de reproductores de video para la toma de tiempos.

Muchas veces el cronometraje es de forma manual, lo que implica la posibilidad de pérdida de datos durante el proceso de cronometraje, transmisión de datos incorrectos al papel, errores en la digitalización de los tiempos, entre otros. Asimismo, al utilizar reproductores de video además de presentarse las dificultades antes mencionadas, surge la necesidad de duplicar el tiempo del proceso, ya que se debe filmar y luego realizar el registro de tiempos, con la debilidad adicional de un menor grado de precisión en los tiempos estimados.

El objetivo de este trabajo consiste en comparar los métodos tradicionales de toma de tiempos (Cronómetro y DivXplayer) con el método del aplicativo informático Neochronos®. Para tal fin primero se desarrolla un diseño de experimento completamente aleatorizado, simulando un proceso de ensamble con piezas de Rasti®, con el fin de contrastar la hipótesis de que los tiempos medios de proceso, medidos con cada uno de los métodos, son iguales. Posteriormente, se efectúa un análisis respecto de la eficiencia en el uso de las 3 metodologías utilizadas, destacando ampliamente los resultados de NeoChronos®.

Este trabajo es uno de los resultados de la cooperación interuniversitaria entre UNGS, UNICEN y UNIFEI, dentro del proyecto de investigación de “Métodos de Simulación en la Industria 4.0 como apoyo a la toma de decisiones”, haciendo foco en el uso de aplicativos informáticos como herramienta para la enseñanza en ingeniería industrial.

**Palabras Claves:** estudio métodos y tiempos, modelado de datos, NeoChronos®.

### ABSTRACT

Within the career of industrial engineering, the study of methods and times is one of the relevant topics for the training of industrial engineers. In this context, the most commonly used techniques are timing and the use of video players for timing.

Many times the timing is manually, which implies the possibility of loss of data during the timing process, transmission of incorrect data to the paper, errors in the digitization of the times, among others. Also, when using video players in addition to presenting the aforementioned difficulties, the need arises to double the process time, since it must be filmed and then made the time recording, with the additional weakness of a lower degree of accuracy in the estimated times.

The objective of this work is to compare the traditional time-taking methods (Stopwatch and DivXplayer) with the Neochronos® computer application method. To this end, a completely randomized experiment design is first developed, simulating an assembly process with Rasti® pieces, in order to test the hypothesis that the average

process times, measured with each of the methods, are the same. Subsequently, an analysis is made regarding the efficiency in the use of the 3 methodologies used, highlighting the results of Neochronos®.

This work is one of the results of the interuniversity cooperation between UNGS, UNICEN and UNIFEI, within the research project of “Simulation Methods in Industry 4.0 as support for decision making”, focusing on the use of computer applications such as tool for teaching in industrial engineering.

## 1. Introducción

El mercado laboral actual de los futuros ingenieros industriales, busca profesionales no solo calificados en competencias técnicas, sino también en habilidades blandas o competencias transversales como la comunicación, trabajo en equipo y liderazgo, entre otras. Para aportar a tales competencias los sistemas educativos han empezado a utilizar enfoques de aprendizaje innovadores en los cuales se diseñan juegos para crear entornos más interactivos, participativos, inductivos, reflexivos y exploratorios. Durante el uso de estos juegos los estudiantes aprenden basándose en su propia experiencia. [1]

Asimismo, el uso de nuevas tecnologías aplicadas en ambientes académicos complementa el diseño de juegos, maximizando los aprendizajes de los estudiantes. En este sentido, el presente trabajo se basa en la simulación de un proceso de ensamble con piezas de Rasti®, con el objetivo de comparar los métodos tradicionales de toma de tiempos (Cronómetro y DivXplayer) con el método del aplicativo informático Neochronos®.

La técnica de estudio de tiempos, se utiliza comúnmente en empresas para el control y mejora de procesos. Con esta información es posible calcular el tiempo estándar de una tarea, el cual se utiliza como base para el costeo de productos y servicios, balanceo de línea, cálculos de capacidad y de rendimientos. En muchas organizaciones la toma de tiempos se realiza con el método tradicional. Es decir, los tiempos se recopilan con un cronómetro y se registran en una hoja de papel. Posteriormente los datos se procesan en una planilla de cálculo en pos de obtener el tiempo estándar de la tarea. Este método presenta varias fuentes de error relacionadas con el proceso de cronometraje, la transcripción de datos incorrectos al papel, error de data entry al sistema computacional, entre otros.

Actualmente hay softwares que facilitan algunos de estos pasos, entre los cuales se encuentra NeoChronos®, que corresponde a una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo. Dicho sistema permite la sincronización, el cálculo del tiempo estándar, el modelado del tiempo a partir de distribuciones de probabilidad continua, la generación de archivos de hoja de cálculo con extensión .xls, entre otras funciones. [2].

## 2. Referencia teórica

### 2.1. Métodos de cronometraje de tiempos

Según la organización internacional del Trabajo (OIT), el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuadas en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. [3].

Los estudios de tiempos requieren ciertos elementos fundamentales tales como: un cronómetro, un tablero de observaciones y un formulario de estudio de tiempos. Entre los cronómetros se pueden identificar dos tipos: los mecánicos y los electrónicos. También suelen ser utilizados equipos de grabaciones para filmar el proceso y luego analizar con detenimiento la filmación. Para analizar dichas filmaciones se encuentran diferentes softwares que pueden procesar distintos formatos de video. En particular el software DivX Player es una aplicación desarrollada para la reproducción de archivos comprimidos mediante DivX y tiene la capacidad de reproducir muchos otros formatos. Uno de los atractivos de este reproductor es que es compatible con todas las versiones de DivX hasta la fecha, además de poder reproducir archivos en formato H.264 (.mvk) de alta definición y con audio AAC sin pérdida de calidad.

Los avances tecnológicos han permitido que las técnicas para el estudio de tiempos

evolucionen rápidamente, facilitando la labor del analista, obteniendo mayor precisión, velocidad de aplicación y resultados más confiables, comprensibles y rápidos. Por otro lado, el crecimiento en el uso de aplicaciones móviles de celulares ha generado un lugar propicio para el uso de dichas técnicas.

Este es el caso de la App NeoChronos®, que se encuentra disponible en la plataforma de google play store para su uso gratuito. Investigadores de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y la Universidad Federal de Itajuba (UNIFEI) Brasil, evaluaron características de usabilidad de dicho aplicativo. [4]. Para tal fin, estos diseñaron un formulario y evaluaron las respuestas realizada por estudiantes de grado y posgrado y profesionales que utilizaron NeoChonos® para la toma de tiempos.

Al abrir la aplicación, el usuario tiene dos opciones: "nuevo proyecto" o "Proyectos guardados", tal como se muestra en la Figura 1 a. En la esquina superior derecha de la pantalla hay un botón representado por tres puntos apilados que proporciona una guía para el usuario. En esta guía, se muestra una lista de todas las características de la aplicación, y al hacer clic en una de ellas el usuario puede ver la explicación de su funcionamiento. La opción "nuevo proyecto" puede nombrar el proyecto, agregar una descripción, definir número de elementos sobre lo que se tomarán los tiempos, nivel de confianza y margen error (Figura 1. b). Estos últimos se utilizan para realizar pruebas de hipótesis al momento de querer aproximar una distribución de probabilidad del conjunto de tiempos obtenidos. En la siguiente pantalla se encuentra el cronómetro (Figura 1.c), donde el usuario puede iniciar la toma de los tiempos de proceso para cada elemento.

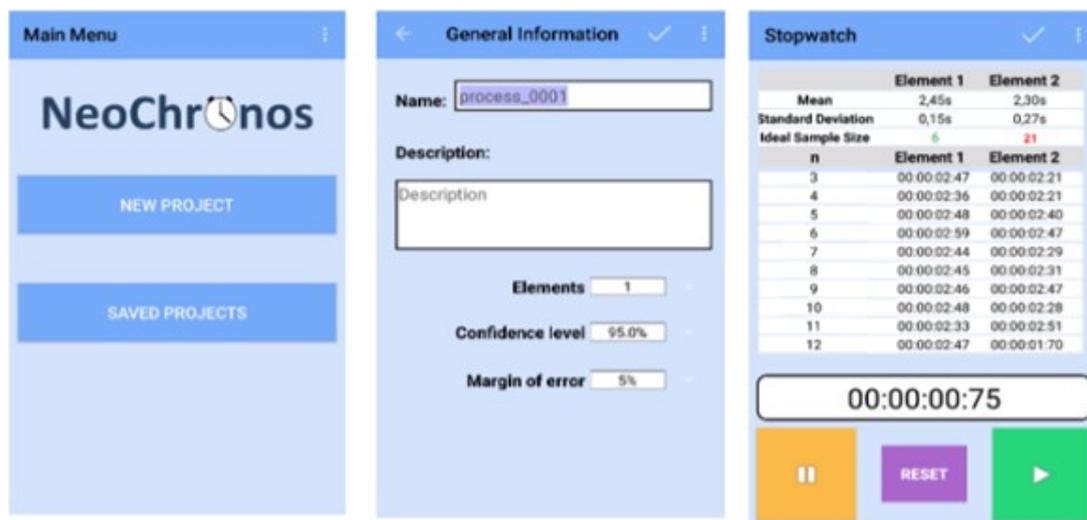


Figura 1.a. Menú principal

Figura 1.b. Información Gral.

Figura 1.c. Pantalla de toma de tiempos

A medida que se registran los tiempos, la media, la desviación estándar de la muestra y el tamaño ideal de las muestras se calculan en tiempo real. Inicialmente, la aplicación tiene un tamaño ideal de 10, lo que sugiere que el usuario multiplica un mínimo de 10 veces por muestra piloto. Sin embargo, después de la décima vez, la aplicación calcula el tamaño ideal de la muestra. Cuando el usuario alcanza el tamaño de la muestra ideal para un elemento dado, el número cambia de color rojo a verde, lo que indica que la muestra recolectada ya es suficiente para el elemento en específico.

Finalizado la toma de tiempos, se puede acceder una pantalla donde se obtienen diferentes resultados de la toma de tiempos (figura 2 a), entre los cuales se pueden mencionar: resumen estadístico (Figura 2 b) y cálculo del tiempo estándar (figura 2 c). Sin embargo, la aplicación brinda informaciones sobre un ranking de distribuciones de probabilidad, tanto continuas como discretas, y puede exportar los datos a formato XLS.



Figura 2.a. Menú principal

Figura 2.b. Resumen estadístico

Figura 2.c. Tiempo estándar

En el cálculo de tiempos estándar se evalúa el ritmo, teniendo en cuenta las características del operador y de la operación. Esta evaluación puede hacerse contemplando la habilidad y el esfuerzo del operador. [5].

## 2.2. Diseño experimental

Los pasos para efectuar el diseño de un experimento, según [6], se exponen en la figura 3:

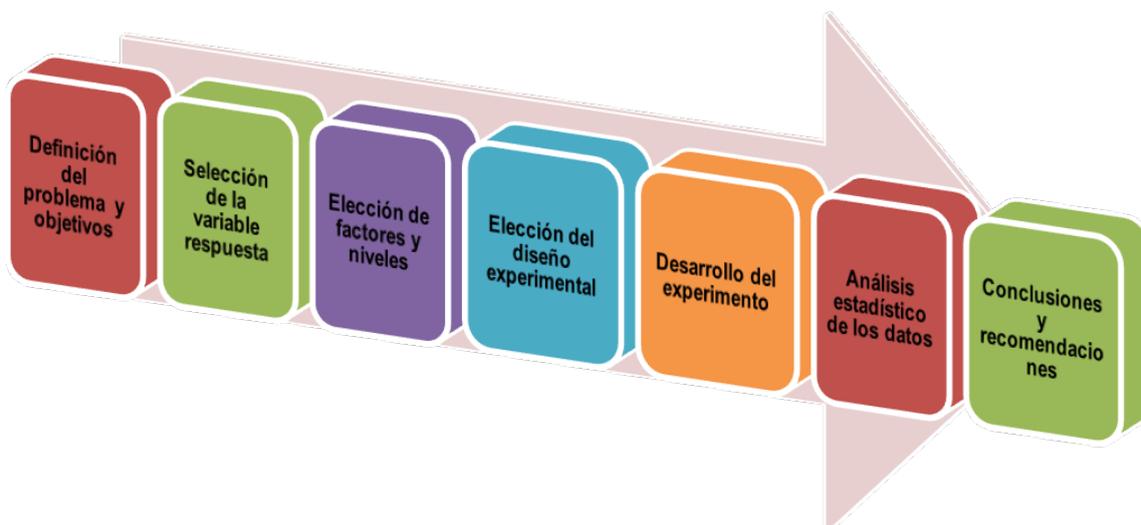


Figura 3 – Pasos para efectuar un diseño de experimento – Fuente: Adaptado de [6]

La primera etapa de un diseño de experimento consiste en el planteamiento del problema y la **definición del objetivo** del estudio. El investigador debe definir con claridad la magnitud del problema y establecer los objetivos que se pretenden alcanzar. Tales objetivos deben formularse en función a las variables dependientes e independientes que se establecen como base de la investigación. El planteamiento del problema lleva a **deducir las variables respuesta** a medir, y a su vez, el tipo de análisis a elegir, lo cual constituye la segunda etapa de esta técnica. La selección de la estrategia de medición de dicha variable debe garantizar la confiabilidad de los

resultados.

El tercer paso de esta metodología consiste en **definir los factores del experimento y sus niveles**. Tales factores se relacionan con el planteamiento del problema ya que de ellos dependen las variables respuesta seleccionadas para el estudio. Cabe destacar que un “**factor**” es la variable independiente a estudiar, cuyas variantes se identifican como “**niveles**”. Las interacciones entre los niveles y los factores se denominan **tratamientos**. En los diseños de un solo factor cada nivel corresponde a un tratamiento. [7].

Al momento de **seleccionar un diseño de experimento adecuado**, correspondiente a la cuarta etapa de la metodología, se deben considerar las características del estudio, las variables de análisis y la disponibilidad de recursos tales como el tiempo. [8].

Seleccionado el diseño de experimento, la quinta etapa se relaciona con su **desarrollo**. Para ello se debe preparar un protocolo de ejecución, definiendo la unidad experimental, la cantidad de muestras a tomar en cada experimento, la cantidad de replicaciones, la forma de asignación de los tratamientos a cada una de las unidades experimentales, la metodología de recolección de los datos y el análisis cuantitativo que se llevará a cabo. [9.]

Recopilados los resultados del estudio, la siguiente etapa corresponde al **análisis estadístico de los datos** obtenidos mediante herramientas estadísticas basadas principalmente en el análisis de la varianza para resolver las hipótesis planteadas al inicio del experimento.

Obtenidos los resultados estadísticos, la última etapa consiste en **definir las conclusiones y recomendaciones del estudio** en función de los objetivos planteados.

### 3. Metodología

La metodología desarrollada en este trabajo se encuentra dividida en dos etapas. Una primera donde se desarrolla un diseño de experimento completamente aleatorizado para evaluar la hipótesis de que los tiempos medios de un proceso de ensamble, medido con 3 métodos de medición de tiempos diferentes, son iguales. Tales métodos consisten en: Cronómetro, App “Neochronos” y reproductor de video “DivXPlayer”.

En una segunda etapa se realiza un análisis de la eficiencia en el uso de las 3 metodologías antes mencionadas. Para ello se registra el tiempo de respuesta para obtener el tiempo estándar de operación en cada proceso de ensamble (variable **TRTE**) y el tiempo de respuesta para elaborar la función de probabilidad del tiempo de la tarea (Variable **TRFP**). La variable **TRTE** generalmente es utilizada para efectuar el costeo de horas de la operación, por lo que es relevante dentro del estudio de métodos y tiempo. Asimismo, la variable **TRFP** puede ser utilizada para futuros proyectos de simulación de eventos discretos.

Haciendo foco en la primera etapa del análisis, se puede decir que un diseño de experimento es la aplicación del método científico para generar conocimiento acerca de un sistema o proceso. Dicha técnica consiste básicamente en un conjunto de pruebas experimentales desarrolladas sobre un determinado proceso, con el fin de obtener información relevante para la toma de decisiones a través de un análisis estadístico pormenorizado, que permita obtener conclusiones válidas y objetivas acerca del problema u objetivo establecido.

En tal experimento se inducen cambios en las condiciones de operación de un sistema para medir el efecto de dicho cambio en una o varias propiedades del proceso en análisis, en pos de verificar una hipótesis relacionada con el fenómeno en estudio. [10].

### 4. Resultados

Los resultados obtenidos en el diseño de experimento, planteado en la presente

investigación, se exponen a continuación considerando las etapas de la figura 3.

**Etapa 1 - Planteamiento del objetivo del experimento:** Demostrar que el tiempo medio observado en una tarea de ensamble simulada es el mismo con los 3 métodos de medición de tiempos utilizados.

**Etapa 2 - Selección de la variable respuesta:** En función al objetivo antes planteado, la variable respuesta del experimento consistirá en el “Tiempo medio observado” de cada tarea considerada en el estudio.

**Etapa 3 - Elección de factores y niveles:** La variable independiente del diseño de experimento consiste en la Metodología de medición de tiempos utilizada en el estudio de tiempos. Tal factor tendrá 3 niveles:

- Medición de tiempos con un Cronómetro.
- Medición de tiempos con la app “NeoChronos”.
- Medición de tiempos con un reproductor de video DivXPlayer.

**Etapa 4 - Tipo de Experimento:** Como base del estudio se selecciona el diseño de experimento completamente aleatorizado. Para llevar a cabo el mismo se toma como base el desarrollo de un producto a través de 2 etapas de montaje, definidas “Etapa 1” y “Etapa 2”. Dicha cadena de montaje será simulada con un kit de piezas de Rasti. El producto final, tal como se observa en la fig. 4, estará conformado por 2 piezas 4x2 (una azul y otra negra), una pieza 2x2 color azul y una pieza 2x1 color negra.

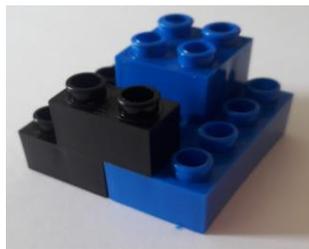


Figura 4 – Producto final desarrollado en el diseño de experimento – Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del producto, en la “Etapa 1” de montaje se utiliza como materia prima una pieza 4x2 azul y una pieza 2x2 del mismo color. Tales piezas deben ensamblarse una sobre otra, tal como se muestra en la fig. 5.

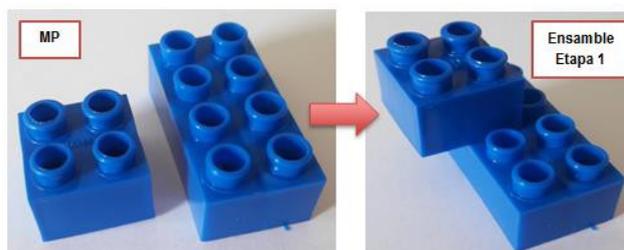


Figura 5 – Sub producto de la primera etapa de montaje del diseño de experimento – Fuente: Elaboración propia.

El tiempo observado de esta etapa comprende el momento en que el operador 1 toma la materia prima (MP), la ensambla según la fig. 5 y coloca el subproducto obtenido en el almacén de producto semi terminado, que alimenta a la “Etapa 2” de montaje.

Para culminar el producto, en la “Etapa 2” se utiliza como materia prima una pieza 4x2 y una pieza 2x1, ambas de color negro. Tales piezas se ensamblan una sobre otra, tal como se muestra en la fig. 6. Dicho subproducto debe ensamblarse al producto culminado de la etapa anterior para obtener el producto final de la Fig. 4.

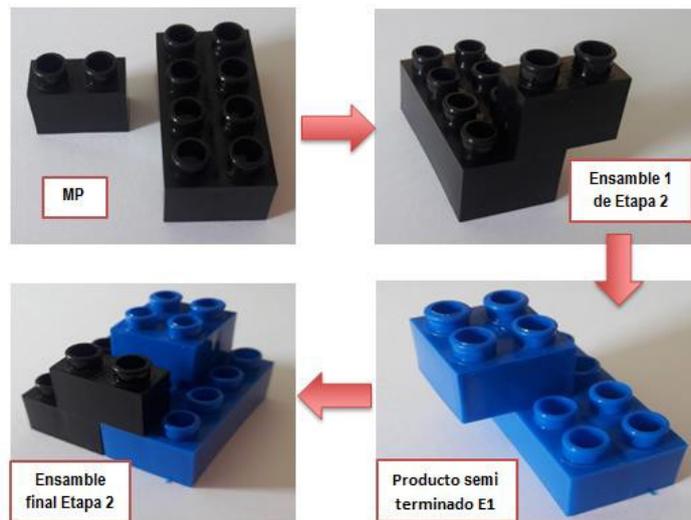


Figura 6 – Sub producto de la segunda etapa de montaje del diseño de experimento – Fuente: Elaboración propia.

El tiempo que se observa en la etapa 2 incluye el momento en que el operador 2 toma la materia prima, la ensambla según la fig. 6, luego toma el subproducto de la etapa 1 y realiza el ensamble final para culminar una unidad de producto terminado.

Para efectuar la medición de los tiempos de proceso en cada etapa de montaje se seleccionarán 3 personas a las cuales se les asigna, de forma aleatoria, cada una de las 3 metodologías de medición de tiempos definidas en el estudio (cronómetro, NeoChronos y DivXPlayer). Tales personas representan las unidades experimentales, mientras que las metodologías de medición de tiempos corresponden a los tratamientos del estudio.

Dicho experimento se efectúa con 5 replicaciones, considerando una muestra de 5 tiempos de proceso de cada etapa de ensamble en cada una de ellas. De cada muestra se estima el tiempo medio de proceso en las 2 etapas de montaje, el cual representa la variable respuesta en el análisis de la varianza para resolver el test de hipótesis del experimento.

El Test de Hipótesis para cada etapa de montaje se plantea a continuación:

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_{tc} = \mu_{tn} = \mu_{td}$

**H<sub>1</sub>:** No todas las medias son iguales siendo:

**$\mu_{tc}$ :** Media del tiempo de proceso obtenida con el cronómetro

**$\mu_{tn}$ :** Media del tiempo de proceso obtenida con la app “NeoChronos”

**$\mu_{td}$ :** Media del tiempo de proceso obtenida con DivXPlayer

Las suposiciones para efectuar el análisis de la varianza serán que la variable respuesta “tiempo de la tarea” tiene una distribución normal, es homocedástica y las observaciones son independientes. [11].

Para la resolución de dicho experimento se utiliza el software Infostat 2016 (versión libre), a través del cual se obtiene la tabla ANOVA, que permite resolver el test de hipótesis del experimento.

Si el resultado consiste en el rechazo de la hipótesis nula será necesario determinar dónde están las diferencias. Para ello existen varios procedimientos de comparación múltiple, entre los cuales se selecciona el Test de Tuckey por su fácil aplicación y comprensión. La única exigencia para aplicar dicha técnica es que el número de repeticiones sea constante en todos los tratamientos.

**Etapa 5 - Desarrollo del experimento:** En las tablas 1 y 2 se exponen los tiempos observados en las dos etapas de montaje.

Tabla 1 – Registro de tiempos de proceso en segundos de la etapa 1 – Fuente: Elaboración propia.

| Replicación | Cronómetro | T medio cronómetro | NeoChronos | T medio NeoChronos | DivXPlayer | T medio DivXPlayer |
|-------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|
| 1           | 7,03       | 7,348              | 8,44       | 8,72               | 7          | 8,6                |
|             | 6,46       |                    | 8,31       |                    | 9          |                    |
|             | 8,44       |                    | 9,21       |                    | 9          |                    |
|             | 8,04       |                    | 9,1        |                    | 9          |                    |
|             | 6,77       |                    | 8,54       |                    | 9          |                    |
| 2           | 6,84       | 7,534              | 8,2        | 8,864              | 9          | 8,8                |
|             | 7,67       |                    | 8,87       |                    | 8          |                    |
|             | 7,95       |                    | 8,92       |                    | 9          |                    |
|             | 7,1        |                    | 9,31       |                    | 9          |                    |
|             | 8,11       |                    | 9,02       |                    | 9          |                    |
| 3           | 8,03       | 7,206              | 8,94       | 8,374              | 10         | 8,4                |
|             | 7,16       |                    | 8,53       |                    | 8          |                    |
|             | 6,4        |                    | 7,71       |                    | 8          |                    |
|             | 7,67       |                    | 8,01       |                    | 8          |                    |
|             | 6,77       |                    | 8,68       |                    | 8          |                    |
| 4           | 8,06       | 6,762              | 8,85       | 7,41               | 7          | 7,2                |
|             | 6,06       |                    | 6,6        |                    | 7          |                    |
|             | 6,52       |                    | 6,87       |                    | 7          |                    |
|             | 6,65       |                    | 7,34       |                    | 8          |                    |
|             | 6,52       |                    | 7,39       |                    | 7          |                    |
| 5           | 5,89       | 6,254              | 6,19       | 7,19               | 6          | 7,2                |
|             | 6,68       |                    | 7,8        |                    | 8          |                    |
|             | 6,4        |                    | 7,82       |                    | 8          |                    |
|             | 6,59       |                    | 7,02       |                    | 7          |                    |
|             | 5,71       |                    | 7,12       |                    | 7          |                    |

Tabla 2 – Registro de tiempos de proceso en segundos de la etapa 2 – Fuente: Elaboración propia.

| Replicación | Cronómetro | T medio cronómetro | NeoChronos | T medio NeoChronos | DivXPlayer | T medio DivXPlayer |
|-------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|
| 1           | 9,75       | 9,462              | 11,36      | 10,832             | 11         | 11                 |
|             | 8,91       |                    | 10,32      |                    | 11         |                    |
|             | 10,53      |                    | 11,71      |                    | 12         |                    |
|             | 8,87       |                    | 9,87       |                    | 10         |                    |
|             | 9,25       |                    | 10,9       |                    | 11         |                    |
| 2           | 8,68       | 8,784              | 9,38       | 9,27               | 9          | 9,4                |
|             | 8,15       |                    | 9,15       |                    | 9          |                    |
|             | 9,05       |                    | 9,71       |                    | 10         |                    |
|             | 9,35       |                    | 9,055      |                    | 10         |                    |
|             | 8,69       |                    | 9,055      |                    | 9          |                    |
| 3           | 7,71       | 7,89               | 7,28       | 8,948              | 8          | 9,2                |
|             | 7,28       |                    | 9,15       |                    | 9          |                    |
|             | 8,85       |                    | 10,12      |                    | 11         |                    |
|             | 8,88       |                    | 9,79       |                    | 10         |                    |
|             | 6,73       |                    | 8,4        |                    | 8          |                    |
| 4           | 7,12       | 7,89               | 8,45       | 8,524              | 9          | 8,8                |
|             | 8,25       |                    | 8,4        |                    | 8          |                    |
|             | 11,27      |                    | 9,1        |                    | 10         |                    |
|             | 5,42       |                    | 9,6        |                    | 9          |                    |
|             | 7,39       |                    | 7,07       |                    | 8          |                    |
| 5           | 9,38       | 8,424              | 8,65       | 8,734              | 9          | 8,8                |
|             | 7,8        |                    | 8,6        |                    | 9          |                    |
|             | 8,45       |                    | 9,24       |                    | 9          |                    |
|             | 8,31       |                    | 8,33       |                    | 9          |                    |
|             | 8,18       |                    | 8,85       |                    | 8          |                    |

**Etapa 6 – Análisis estadístico de los datos:** Obtenidos los tiempos medios de cada muestra en cada replicación del experimento como variable respuesta, para las etapas 1 y 2 de ensamble, a continuación se exponen los resultados obtenidos en el análisis de varianza para resolver el test de hipótesis planteado en la etapa de diseño

**Análisis de la varianza**

| Variable                | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Tiempo medio de proceso | 15 | 0,39           | 0,29              | 9,03 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.               | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.            | 3,72 | 2  | 1,86 | 3,83 | 0,0518  |
| Método de medición | 3,72 | 2  | 1,86 | 3,83 | 0,0518  |
| Error              | 5,84 | 12 | 0,49 |      |         |
| Total              | 9,56 | 14 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,17693

Error: 0,4865 gl: 12

| Método de medición | Medias | n | E.E.   |
|--------------------|--------|---|--------|
| Cronómetro         | 7,02   | 5 | 0,31 A |
| DivXPlayer         | 8,04   | 5 | 0,31 A |
| Nechronos          | 8,11   | 5 | 0,31 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

del experimento.

Figura 7 – Tabla ANOVA y test de Tukey para los tiempos de proceso en la Etapa de ensamble 1 – Fuente: Elaboración propia.

**Análisis de la varianza**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Columna1 | 15 | 0,23           | 0,10              | 9,26 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.     | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|----------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.  | 2,55  | 2  | 1,27 | 1,81 | 0,2057  |
| Columna2 | 2,55  | 2  | 1,27 | 1,81 | 0,2057  |
| Error    | 8,45  | 12 | 0,70 |      |         |
| Total    | 11,00 | 14 |      |      |         |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,41628

Error: 0,7045 gl: 12

| Columna2   | Medias | n | E.E.   |
|------------|--------|---|--------|
| Cronómetro | 8,49   | 5 | 0,38 A |
| Neochronos | 9,26   | 5 | 0,38 A |
| DivXplayer | 9,44   | 5 | 0,38 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Figura 8 – Tabla ANOVA y test de Tukey para los tiempos de proceso en la Etapa de ensamble 2 – Fuente: Elaboración propia.

Al observar los  $p$  - valores obtenidos en el análisis de la varianza (ANOVA) de los tiempos medios de proceso en las etapas de ensamble 1 y 2, figuras 7 y 8, se demuestra que no existe evidencia significativa para rechazar las hipótesis nulas vinculadas con la igualdad en los tiempos medios observados de las operaciones “etapa 1” y “etapa 2” de ensamble” con los 3 métodos de medición de tiempos utilizados. Asimismo, para confirmar esta conclusión se observa en los resultados del test de Tukey de ambas figuras que los 3 niveles del factor “Técnica de medición de tiempo” exponen la misma letra (A), lo cual vuelve a evidenciar que no existen diferencias significativas en los resultados obtenidos con los tres niveles del factor analizado.

Finalmente para validar los resultados del experimento, a continuación se comprueba el cumplimiento de los supuestos antes citados.

Respecto a la **normalidad de la variable respuesta** “tiempo de la tarea” se aplica el test de Shapiro Wilk para su comprobación. Los resultados obtenidos se presentan en las figuras 9 y 10.

Shapiro-Wilks (modificado)

| Variable   | n | Media | D.E. | W*   | p(Unilateral D) |
|------------|---|-------|------|------|-----------------|
| Neochronos | 5 | 8,11  | 0,77 | 0,85 | 0,2118          |
| Cronometro | 5 | 7,02  | 0,51 | 0,92 | 0,5890          |
| DivXplayer | 5 | 8,04  | 0,78 | 0,78 | 0,0600          |

Figura 9 – Resultados prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los tiempos medios de proceso en la Etapa de ensamble 1 recopilados con los 3 métodos en análisis – Fuente: Elaboración propia.

Shapiro-Wilks (modificado)

| Variable   | n | Media | D.E. | W*   | p(Unilateral D) |
|------------|---|-------|------|------|-----------------|
| Cronómetro | 5 | 8,49  | 0,66 | 0,89 | 0,4096          |
| Neochronos | 5 | 9,26  | 0,92 | 0,82 | 0,1446          |
| DivXplayer | 5 | 9,44  | 0,91 | 0,78 | 0,0620          |

Figura 10 – Resultados prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los tiempos medios de proceso en la Etapa de ensamble 2 recopilados con los 3 métodos en análisis – Fuente: Elaboración propia.

Considerando que en los 3 casos y en las 2 etapas de ensamble el p-valor obtenido en el test de Shapiro Wilk es superior al nivel de confianza  $\alpha = 0.05$ , se concluye que no existe evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede decir que los tiempos de procesos recopilados con los tres métodos en las 2 etapas de ensamble se ajustan a una distribución normal. Por su parte en las figuras 9 y 10 se demuestra la homocedasticidad de los tiempos medios de proceso, medidos con los 3 métodos de medición.

Prueba F para igualdad de varianzas

| Variable | Grupo(1)     | Grupo(2)     | n(1) | n(2) | Var(1) | Var(2) | F    | p      | prueba    |
|----------|--------------|--------------|------|------|--------|--------|------|--------|-----------|
| Columnal | {Cronómetro} | {DivXplayer} | 5    | 5    | 0,26   | 0,61   | 0,44 | 0,4408 | Bilateral |
| Columnal | {Cronómetro} | {Neochronos} | 5    | 5    | 0,26   | 0,59   | 0,45 | 0,4602 | Bilateral |
| Columnal | {DivXplayer} | {Neochronos} | 5    | 5    | 0,61   | 0,59   | 1,04 | 0,9732 | Bilateral |

Figura 11 – Resultados prueba de Homocedasticidad de los tiempos medios de proceso en la Etapa de ensamble 1 recopilados con los 3 métodos en análisis – Fuente: Elaboración propia.

Prueba F para igualdad de varianzas

| Variable | Grupo(1)     | Grupo(2)     | n(1) | n(2) | Var(1) | Var(2) | F    | p      | prueba    |
|----------|--------------|--------------|------|------|--------|--------|------|--------|-----------|
| Columnal | {Cronómetro} | {DivXplayer} | 5    | 5    | 0,44   | 0,83   | 0,53 | 0,5538 | Bilateral |
| Columnal | {Cronómetro} | {Neochronos} | 5    | 5    | 0,44   | 0,85   | 0,52 | 0,5401 | Bilateral |
| Columnal | {DivXplayer} | {Neochronos} | 5    | 5    | 0,83   | 0,85   | 0,98 | 0,9832 | Bilateral |

Figura 12 – Resultados prueba de Homocedasticidad de los tiempos medios de proceso en la Etapa de ensamble 2 recopilados con los 3 métodos en análisis – Fuente: Elaboración propia.

En las figuras anteriores se comprueba la igualdad de varianzas al obtener en todos los casos un p-valor mayor a 0.05. Tales resultados, junto a la demostración del comportamiento normal de la variable respuesta observada (figuras 11 y 12), validan los resultados obtenidos en el Test de Hipótesis del presente estudio.

Resuelto el test de hipótesis, la segunda etapa del análisis consiste en comparar la eficiencia en el uso de las tres metodologías de medición de tiempo a través de los tiempos de respuesta para obtener el tiempo estándar de operación (TRTE) y el tiempo de respuesta para elaborar la función de probabilidad del tiempo de la tarea (Variable TRFP). Tales resultados se exponen en las tablas 3 y 4.

Cabe destacar que el **TRTE** se estima para cada muestra, considerando el pasaje de los datos a una planilla de cálculo Excel, el cálculo de los tiempos de cada operación cuando los datos se registran de forma acumulada (Cronómetro y DivXplayer), la estimación de los tiempos medios observados de cada muestra, el cálculo del tiempo normal de operación contemplando los factores de corrección en función de la habilidad y el esfuerzo del operador y finalmente el cálculo del tiempo estándar, en base a un mismo conjunto de tolerancias definidas por [12].

Por su parte el **TRFP** contempla el tiempo total para cargar los 25 datos obtenidos con las 5 muestras en el software estadístico “Infostat” en pos de efectuar el test de Bondad de Ajuste de Kolmogorov- Smirnov (KS) con las diferentes distribuciones de probabilidad para variables continuas. Dicho test permite definir a cuál de las distribuciones testeadas se ajustan mejor el conjunto de datos. Esto se efectúa para las observaciones obtenidas con el Cronómetro y el reproductor DivXplayer. Para el caso de las observaciones obtenidas con la app NeoChronos, se registra el tiempo de respuesta de la aplicación para definir el mejor ajuste de los datos.

Tabla 3 – Comparación de variables TRTE y TRFP para los 3 métodos de medición de tiempos en la etapa 1 de ensamble. Fuente: Elaboración propia.

|                      | Muestra | Cronómetro     | Neochronos    | DivXplayer    |
|----------------------|---------|----------------|---------------|---------------|
| <b>TRTE</b>          | 1       | 297,66         | 44,92         | 379,8         |
|                      | 2       | 275,67         | 46,3          | 340,2         |
|                      | 3       | 281,59         | 45,6          | 356,4         |
|                      | 4       | 268,25         | 43,9          | 321           |
|                      | 5       | 250,36         | 42,2          | 325,2         |
| <b>TRTE Promedio</b> | -       | <b>274,706</b> | <b>44,584</b> | <b>344,52</b> |
| <b>TRFP</b>          | 1       | 274,8          | 12,03         | 205,8         |

Tabla 4 – Comparación de variables TRTE y TRFP para los 3 métodos de medición de tiempos en la etapa de ensamble 2. Fuente: Elaboración propia.

|                      | Muestra | Cronómetro    | Neochronos    | DivXplayer    |
|----------------------|---------|---------------|---------------|---------------|
| <b>TRTE</b>          | 1       | 206,4         | 48,61         | 210,3         |
|                      | 2       | 159           | 44,2          | 232,8         |
|                      | 3       | 210,6         | 47,8          | 171,6         |
|                      | 4       | 192           | 45,15         | 165,6         |
|                      | 5       | 212,4         | 47,42         | 158,4         |
| <b>TRTE Promedio</b> | -       | <b>196,08</b> | <b>46,636</b> | <b>187,74</b> |
| <b>TRFP</b>          | 1       | 205,2         | 13,48         | 184,2         |

De los resultados de las tablas 3 y 4 se evidencia una notable diferencia en los tiempos de respuesta obtenidos con de las 3 metodologías para estimar el tiempo estándar y realizar el ajuste de los datos a una distribución de probabilidad. El método más eficiente, con resultados más bajos en las variables TRTE y TRFP, consistió en la aplicación de NeoChronos. Por su parte entre el cronómetro y DivXplayer se logran resultados similares, alejados a los obtenidos con la App NeoChronos, exponiendo el método de cronometraje una leve ventaja respecto del DivXplayer.

## 5. Conclusiones.

De los resultados obtenidos en la primera etapa del presente estudio se concluye que es indistinto el uso de cualquiera de las 3 técnicas analizadas para efectuar un estudio de tiempos. Tal conclusión se llega a partir de los resultados obtenidos en el análisis de varianza del diseño de experimento, donde se obtuvo un p-valor superior al nivel de confianza de 0.05. Dicho p-valor, sumado a los resultados del test de Tukey, expresan la inexistencia de evidencia significativa para rechazar el test de hipótesis de igualdad de medias en el tiempo medio observado con las tres metodologías analizadas.

Por su parte, en la segunda etapa del estudio, al analizar la performance de los tres métodos a través de sus tiempos de respuestas para la obtención del tiempo estándar de la tarea y para efectuar el ajuste de los tiempos observados a una distribución de probabilidad, se evidencia que no es indistinto utilizar cualquiera de las tres técnicas, respecto a la rapidez en sus respuestas. Se observa que la respuesta de la aplicación NeoChronos son muy superiores a las alcanzadas por los demás métodos.

Se destaca además que para llevar a cabo el estudio de tiempos con cronómetro se requieren 2 personas, una para efectuar el manejo del cronómetro y otra para realizar el registro de los tiempos, lo cual no sucede con las restantes metodologías, que solo requieren una persona para ser aplicadas.

Otra diferencia adicional se observa en el grado de precisión de las metodologías. Tanto NeoChronos como el cronómetro tienen una precisión de hasta 1/100 segundos mientras que DivXplayer tiene una precisión de hasta 1/100 min.

En este contexto queda claramente en evidencia el menor uso de los recursos humanos y de tiempo para llevar a cabo un estudio de tiempo con la aplicación NeoChronos respecto a los demás métodos analizados. Tal situación genera un impacto positivo en la reducción de costos de dicho estudio, sumado además al mayor grado de precisión obtenido en sus resultados.

Por último, el desarrollo del juego permite crear un entorno interactivo, participativo y reflexivo; donde la comprensión conceptual no solo abarca los conceptos de las diferentes herramientas de toma de tiempos, sino que permite comprender el desarrollo de un diseño de experimento completamente aleatorizado.

## 6. Bibliografía

- [1] Tao, Y. H., Yeh, C. R., & Hung, K. C. (2015). "Validating the learning cycle models of business simulation games via student perceived gains in skills and knowledge". *Journal of Educational Technology & Society*, 18(1), 77-90.
- [2] COSTA, K. D. Desenvolvimento de um módulo de modelagem de tempos em um aplicativo que realiza cronoanálise. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2017.
- [3] Kanawaty, George. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo, 4a. edición revisada.
- [4] Esteban F. Acosta; Karen Dantas Costa, Alexandre Fonseca Torres, Fabiano Leal, José Arnaldo Barra Montevechi. "Análise da usabilidade de um aplicativo para cronoanálise e modelagem de tempos". XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Maceió, Brasil, 2018.
- [5] BARNES, R. M. *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida de trabalho*. 6. ed. São Paulo: Edgard Blüchen, 1977.
- [6] MONTGOMERY, DOUGLAS. *Design and analysis of experiments*. Fifth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [7] Gabriel J, Castro C, Valverde A, Indacochea B (2017) *Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios*. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 146 p.
- [8] Salazar J. C. & Baena Zapata A. "Análisis y diseño de experimentos aplicados a estudios de simulación". *Revista DYNA*, Vol 76, Número 159, p. 249-257, 2009. ISSN electrónico 2346-2183. ISSN impreso 0012-7353.  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/13061/13767>
- [9] Kenett R. & Zacks Shelemyahu. (2000). *Estadística Industrial moderna. Diseño y control de la calidad y la confiabilidad*. International Thomson Editores. México, D. F.
- [10] Gutiérrez, H.; de la Vara, R. (2003). *Análisis y diseño de experimentos*. McGraw-Hill, México.
- [11] Anderson D. R., Sweeney D. J., Williams T. A. (2008). *Estadística para administración. Estadística para Administración y economía*. 10° Edición. Editorial Cengage Learning. México D.F.
- [12] Niebel, Benjamin, *Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos*. Ed. AlfaOmega, 1996.

## ¿Por qué aprender en equipo la Gestión de la Calidad?

Ambrústolo, Mariela (1° Autor) \*; Migueles, Marina; María Betina Berardi

*(1° Autor) \* Grupo Mejora Continua, Calidad y Medio Ambiente  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.  
Juan B. Justo 4302. Mar del Plata. Provincia de Buenos Aires  
marielaambrustolo@gmail.com*

### RESUMEN.

El presente trabajo describe la experiencia, ventajas e importancia del aprendizaje y trabajo en equipo de los estudiantes de cuarto y quinto año que cursan la asignatura Gestión de la Calidad de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP).

Aprender, trabajar y cooperar en equipo es una estrategia de enseñanza que no solo favorece el aprendizaje significativo, sino que, además, permite adquirir habilidades y capacidades indispensables para el desempeño efectivo del futuro profesional.

La gestión de la calidad en las organizaciones requiere esencialmente del trabajo en equipo y de su sinergia para transitar la mejora continua. Es por ello que las docentes de la cátedra planifican actividades didácticas para ser trabajadas en equipos de cinco estudiantes a lo largo de la cursada. La asignatura en cuestión es una de las primeras en donde se utiliza esta estrategia, por lo tanto, inicialmente se crea una estructura que facilite a aprender a trabajar en equipo para posteriormente “aprender a aprender”.

Desde la experiencia docente, se observan aspectos a seguir trabajando en los equipos como por ejemplo el aprovechamiento de los tiempos de reuniones en la práctica y la división de tareas, cuyos resultados o propuestas luego no son consensuados perdiéndose el ciclo de aprendizaje conjunto. Por su parte, es importante destacar las principales ventajas obtenidas: implicancia más activa del estudiante en el proceso de aprendizaje; mayor comprensión, pensamiento crítico, razonamiento y resolución de problemas debido a la interacción entre pares; contribución directa en el aprendizaje de los compañeros; generación de relaciones sociales; aumento del compromiso y la responsabilidad y desarrollo de capacidades comunicacionales.

**Palabras Claves:** Aprendizaje en Equipo, Trabajo en Equipo, Gestión de la Calidad.

### ABSTRACT

The present work describes the experience, advantages and importance of learning and teamwork of the fourth- and fifth-year students who study the Quality Management course of the Faculty of Industrial Engineering at the National University of Mar del Plata (UNMDP).

Learning, working and cooperating as a team is a teaching strategy that not only favors meaningful learning but also allows the acquisition of skills and abilities essential for the effective performance of the future professional.

Quality management in organizations essentially requires teamwork and its synergy to move towards continuous improvement. That is why from the teaching team educational activities are planned to be worked in teams of five students throughout the course. The subject in question is one of the first where this strategy is used, therefore, first a structure is created that facilitates learning to work in a team to later “learn to learn”.

From the teaching experience, aspects to continue working in the teams are observed, such as the use of meeting times in practice and the division of tasks,

whose results or proposals are then not agreed upon, losing the joint learning cycle. For its part, it is important to highlight the main advantages obtained: more active involvement of the student in the learning process; greater understanding, critical thinking, reasoning and problem solving due to peer interaction; direct contribution in peer learning; generation of social relations; increased commitment and responsibility and development of communication skills.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo profesional rara vez se trabaja de manera individual. Aprender, colaborar y trabajar en equipo son competencias indispensables para los futuros profesionales de ingeniería. Es por ello que las universidades no pueden estar ajenas a estos requerimientos, y deben generar prácticas de enseñanza aprendizaje que permitan a sus estudiantes aprender en equipo.

Es importante destacar que surge la necesidad de generar estas competencias en el marco de los procesos de análisis y propuestas de nuevos planes de estudio de las facultades de ingeniería. Se incorpora el modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y orientado al desarrollo de competencias, aplicando los nuevos estándares de acreditación de carrera desarrollado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería y publicado en el Libro Rojo. Sin embargo, el enfoque en competencias se viene desarrollando conceptualmente hace varios años.

La educación tradicional, unidireccional de aprendizaje, donde los estudiantes operan de manera individual con casi nula intervención entre ellos o con el profesor, se ha visto obligada a ceder frente a las teorías constructivistas. Por su parte Vygotsky [1] señala que “Todas las funciones psicológicas superiores se originan como relaciones entre seres humanos”, es decir en la interacción social se produce el desarrollo de los procesos superiores de pensamiento y de esa interacción se adquiere el conocimiento y en consecuencia el aprendizaje, donde además el lenguaje y los procesos comunicacionales tienen papeles preponderantes.

En función de que el aprendizaje no es una actividad individual, el estudiante aprende más significativamente cuando lo hace en un ambiente de intercambio y colaboración con sus compañeros [2].

De acuerdo con Johnson, Johnson y Smith [3] el protagonismo en el proceso de aprendizaje está en el estudiante, quién construye el conocimiento y el docente debe redimensionarse a través de un cambio de paradigma para asumir su nueva función, creando un contexto de intercambio social y ambiente adecuado para el mismo.

Consecuentemente, como señala Maldonado Pérez [4]:

La educación como sistema formal de preparación del individuo para la vida en democracia, debe aportar elementos formativos para lograr que estos procesos de interacción humana sean de alta calidad. Esto lleva a plantearnos, que para lograrlo es necesario superar el énfasis de una enseñanza que premia el esfuerzo individual exclusivamente, por un énfasis en la enseñanza que recupera el valor del hombre como ser social por naturaleza y da reconocimiento al esfuerzo colectivo.

En el modelo aplicado en los nuevos estándares para la carrera de ingeniería se rescata esta necesidad ya que está inspirado en el enfoque del ingeniero latinoamericano que aborda las dimensiones académicas, profesional, ambiental y social rescatando la necesidad de proponer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística.

Destacando como necesaria la capacidad de autoformación, soporte del aprendizaje continuo, y la flexibilidad para aceptar la naturaleza permanente de los cambios, hacen parte de las exigencias de formación de las nuevas generaciones de ingenieros, necesarias para atender el impacto que tienen en la región los dinámicos cambios del conocimiento, la obsolescencia de las tareas profesionales, los virajes en la orientación geoeconómica, los acuerdos sobre protección del ambiente y las crecientes demandas de participación democrática y desarrollo sostenido. Aspectos para los que deben ser necesarias competencia para trabajar en equipos interdisciplinarios.

La influencia de una fuerte corriente tradicionalista también ha dejado consecuencias en la educación superior de nuestro país, cuyo paradigma ha comenzado a cambiar, gracias a que cada vez hay más docentes que reflexionan y mejoran sus prácticas y de las nuevas tendencias en los planes de estudio.

Entonces será necesario dar paso al estudiante como centro de la enseñanza y dejar de posicionar al profesor de manera central y es aquí donde el aprendizaje en

equipo, en su variante cooperativo o colaborativo, comienza a tomar relevancia entre otras estrategias [5].

Las estrategias de aprendizaje cooperativo y colaborativo son una forma de organizar las actividades del aula en pequeños grupos que realizan las actividades para lograr un objetivo en común. Son aprendizajes del tipo social donde el aprendizaje se construye en interacción con los compañeros.

Zañartu [6] señala que en ambos enfoques “el conocimiento es descubierto por los estudiantes y transformado en conceptos, con los que el estudiante puede relacionarse. Luego es reconstruido y expandido a través de nuevas experiencias de aprendizaje”

El aprendizaje cooperativo y colaborativo proporciona beneficios importantes en comparación con el aprendizaje individual y los esfuerzos competitivos, generando mejores resultados a nivel cognitivo, mayor compromiso, apoyo mutuo, actitudes proactivas, competencia social y mejora del clima del aula [5].

No obstante, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje colaborativo presentan diferencias en relación con el tipo de interacción que se da entre los estudiantes y el rol del profesor [7].

Millis y Gottel [8] destacan que ambos tipos de aprendizajes están situados en un mismo continuo que va desde lo más estructurado en la estrategia cooperativa a lo menos estructurado en la estrategia colaborativa.

En el aprendizaje cooperativo el profesor ejerce mayor autoridad sobre los estudiantes en relación con el conocimiento y estructura todas las actividades del grupo, asigna las tareas y responsabilidades individuales. En cambio, en el aprendizaje colaborativo, el profesor es un mediador que asume la responsabilidad compartida en el aprendizaje; las tareas y responsabilidades grupales e individuales son asumidas por el equipo [4]. Es decir, los estudiantes son más independientes del profesor y presentan un aprendizaje más horizontal.

Otra de las principales diferencias se encuentra en cuanto al proceso de construcción del resultado final. Myers, citado en Rodríguez Sánchez [5] señala que la diferencia entre el aprendizaje colaborativo y cooperativo es que el primero focaliza en el proceso del trabajo conjunto y el segundo subraya el producto de dicho trabajo. Esto implica que en aprendizaje cooperativo los estudiantes resuelven individualmente sus tareas y luego juntan las sub-tareas dando lugar al resultado final. Mientras que en el aprendizaje colaborativo los estudiantes hacen las sub-partes del trabajo juntos. En cuanto al uso de una u otra forma de aprendizaje en equipo, si bien cada docente los empleará en función de la propuesta de enseñanza que quiera implementar, Bruffe [9] señala que el aprendizaje cooperativo aborda el conocimiento básico o fundamental, mientras que el aprendizaje colaborativo es más apropiado para el conocimiento no fundamental que exige razonamiento y discusión.

Es por ello que el trabajo colaborativo tiene una relación más afín con la educación superior, mientras que el aprendizaje cooperativo, por sus características, se asocia más con el nivel primario y secundario.

Para los fines del trabajo presentado y en función de la experiencia realizada abordaremos principalmente el enfoque colaborativo.

Considerando el aprendizaje colaborativo según lo señala Gros, citado en Revelo Sánchez, Collazos Ordoñez y Jiménez Toledo [10]:

Proceso en el que las partes se comprometen a aprender algo juntas. Lo que debe ser aprendido solo puede conseguirse si el trabajo del grupo es realizado en colaboración. Es el grupo el que decide cómo realizar la tarea, qué procedimientos adoptar, y cómo dividir el trabajo o tareas a realizar. La comunicación y la negociación son claves en este proceso.

A continuación, se hace referencia de las principales características del aprendizaje colaborativo que lo diferencian de otras estrategias:

De acuerdo con Lledó Carreres y Perandones González [11] son:

- La relación de interdependencia de los integrantes del equipo y el alcance final de las metas concierne a todos los miembros.
- Se persigue el logro de objetivos a través de la realización (individual y conjunta) de tareas.

- Es fundamental la responsabilidad individual de cada miembro del grupo para el alcance de la meta final.
- Los integrantes del equipo tienen su parte de responsabilidad para la ejecución de las acciones en el grupo, pero la responsabilidad de cada miembro del grupo es compartida.
- La formación de los grupos en el trabajo colaborativo es heterogénea en habilidad y características de los miembros.
- Requiere de los integrantes del equipo habilidades comunicativas, relaciones simétricas y recíprocas y compromiso para la resolución de tareas a realizar.

Otra característica importante, resaltada por Panitz y Panitz [12] es construcción de consenso a través de cooperación de miembros del grupo.

El aprendizaje colaborativo presenta beneficios importantes para los estudiantes. Johnson, Jhonson y Jhonson [13] señalan que el aprendizaje colaborativo: aumenta la seguridad en sí mismo, estimula el pensamiento crítico, fortalece el sentimiento de solidaridad y respeto mutuo, y disminuye los sentimientos de individualista.

De acuerdo con la experiencia de Maldonado Pérez [4] el aprendizaje colaborativo:

- Aumenta el aprendizaje, mejora las habilidades mentales y pensamiento crítico a través de la discusión y el debate.
- Mejora la motivación a la búsqueda y producción de conocimientos y la capacidad emprendedora.
- Mejora el desarrollo personal.
- Contribuye directamente con el aprendizaje de los compañeros.
- Genera satisfacción y orgullo por los logros alcanzados.
- Desarrolla el respeto y la tolerancia por la opinión de los otros.

Adicionalmente podemos agregar según Caldeiro y Vizcarra citado en Bailén y García Bernabeu

[14] que este enfoque de aprendizaje favorece la integración de los estudiantes, las habilidades sociales y el desarrollo de las habilidades comunicativas.

Por su parte el aprendizaje en equipo también se ha transformado en la clave del aprendizaje para las empresas., Equipos de todo tipo toman decisiones importantes o llevan a cabo decisiones individuales con éxito a través de los mismos. Senge [15] señala que cuando un equipo logra aprender de manera conjunta, surge una visión común, las energías individuales se alinean, hay menos desperdicio de energía y se genera sinergia.

De acuerdo con el autor anterior “el aprendizaje en equipo es el proceso de alinearse y desarrollar la capacidad de un equipo para crear los resultados que sus miembros realmente desean”. Para Senge [15] el aprendizaje en equipo también implica aprender a afrontar creativamente las poderosas fuerzas que se oponen al diálogo y la discusión productivas.

En esta línea de aprendizaje reflexionaremos la importancia de aprender y trabajar en equipo en gestión de la calidad y en la enseñanza universitaria de estas temáticas.

Los maestros de la calidad en sus teorías señalan la necesidad de incorporar y comprometer al personal de la organización en la mejora de la calidad. Por ejemplo, para Ishikawa [16] la calidad es una responsabilidad de todos los trabajadores y de todas las divisiones. Es por ello que desde la concepción la gestión de la calidad se requiere esencialmente del trabajo en equipo y de su sinergia para generar la mejora continua.

Así mismo otro de los expertos en calidad Crosby [17] afirma la necesidad de formar equipos para la mejora de la calidad en las organizaciones con representantes de cada departamento. Por su parte Deming [18], el considerado el “padre de la tercera revolución industrial en Japón”, expresa: “El trabajo en equipo es muy necesario para la compañía. El trabajo en equipo hace que una persona compense con su fuerza la debilidad de la otra y que todo el mundo aguace su ingenio para resolver las cuestiones”.

Para Deming [18] formar equipos con integrantes de diferentes procesos, diseño,

ingeniería, producción ventas, etc. permite lograr importantes mejoras en la calidad de los productos y servicios. Una poderosa herramienta basada en el trabajo en equipo y en la participación de los trabajadores son los llamados “Círculos de Control de Calidad” introducidos en los 70’ por Kaoru Ishikawa en Japón. Estos círculos han sido los responsables de gran parte del mejoramiento de la calidad de los productos japoneses desde entonces [19].

Los Círculos de Control de Calidad están formados por pequeños grupos permanentes de colaboradores voluntarios, que tienen el objetivo de proponer cambios, mejoras o soluciones para problemas detectados en sus puestos de trabajo e implementar soluciones.

Así mismo las organizaciones que abogan la mejora continua y la calidad han comenzado a trabajar con programas y equipos de participación continua de la mejora de la calidad, esto es mediante equipos de mejora. Los equipos de mejora continua están formados por un pequeño número de personas voluntarias, que pueden ser de distintos niveles y funciones, comprometidos con el objetivo de proponer mejoras en un proceso y son responsables de su realización.

Ambos equipos de trabajo con sus diferentes enfoques constituyen un ejemplo de aprendizaje en equipo organizacional, dado que son una excelente herramienta para favorecer el intercambio de conocimiento, aumentar la concienciación, sensibilización, integración y la comunicación de los trabajadores.

Es por ello que el presente trabajo tiene como objeto describir la experiencia, ventajas e importancia del aprendizaje y trabajo en equipo de los estudiantes de cuarto y quinto año que cursan la asignatura Gestión de la Calidad de la Facultad de Ingeniería de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNMDP.

El trabajo se fundamenta en que aprender, trabajar y cooperar en equipo es una estrategia de enseñanza que no solo favorece el aprendizaje significativo y en este caso particular recreando las condiciones de las teorías que se enseñan, sino que, además, permiten adquirir habilidades y capacidades indispensables para el desempeño efectivo del futuro profesional en la temática de estudio.

Motivo por el cual desde el equipo docente se planifican actividades didácticas para ser trabajadas en pequeños equipos de estudiantes a lo largo de la cursada y de las cuales se analizará la experiencia.

## 2. METODOLOGÍA

Para los fines de este trabajo se tomará como objeto de estudio la cohorte 2019, de la asignatura Gestión de la Calidad. La misma es de carácter obligatorio para quinto año de la Carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Por sus correlatividades puede ser cursada a partir de cuarto año y como optativa de otras ingenierías.

El curso estaba constituido por 40 estudiantes divididos en equipos de no más de cinco estudiantes. Se plantearon a lo largo de la cursada diferentes estrategias con enfoque colaborativo, cuyo objetivo fue generar diversas puertas de entrada al conocimiento que permitan un aprendizaje en equipo significativo y acorde al futuro profesional que se está formando.

Si bien cada estrategia propuesta puede tener particularidades de diseño e implementación específicas, se tomó como marco para la planificación e implementación el enfoque el aprendizaje colaborativo. Se prosiguió en líneas generales con las siguientes etapas.

- **Establecimiento de los objetivos del trabajo:** El equipo docente establece para cada actividad los objetivos del trabajo y competencias que se espera que los estudiantes desarrollen y planifica el desarrollo de la actividad, materiales, información, etc.
- **Desarrollo del espacio de aprendizaje en equipo:** Durante la primera semana de cursada se organizan los equipos de trabajo, integrados por 4 o 5 estudiantes que llevarán de manera colaborativa el desarrollo de todas las actividades de la asignatura. Con el objeto de promover

y generar la capacidad para aprender y trabajar en equipo, se realiza como primera actividad de la asignatura un juego. Éste les permite vivenciar las ventajas del trabajo en equipo, analizar modelos y roles, formas de toma de decisión, participación y compromiso con el grupo de trabajo y crear una guía para el funcionamiento del equipo durante la cursada.

Si bien se sugiere heterogeneidad en los equipos, en este aspecto la formación de los mismos es voluntaria. Se encuentra la limitante de los diferentes horarios que ellos tienen para coincidir en las reuniones de equipo fuera del aula y las diversas afinidades. No obstante, de la experiencia se observa en cada equipo diversidad en las visiones, habilidades y formas de aprendizaje.

- **Actividades basadas en diversas estrategias didácticas:** para el aprendizaje en equipo se presenta a los estudiantes distintas actividades para asegurar el conocimiento significativo y la forma de acceder al mismo. El aprendizaje colaborativo permite variados métodos educativos como estudio de casos, aprendizaje basado en problemas, por proyectos, clases invertidas, debates, presentaciones en equipo, etc.
- **Comunicación de los objetivos:** Al inicio de cada actividad el docente comunica los objetivos del trabajo y las competencias que espera que los estudiantes desarrollen de manera que se sientan motivados y comprometidos para conseguirlos. El equipo docente pone a disposición el material y bibliografía a utilizar y aclara la necesidad de ampliar las fuentes de información cuando sea necesario. Además, se les proporcionan las rúbricas y pautas de evaluación para conocer los criterios de éxito.
- **Rol de profesor y del equipo:** en cada equipo de trabajo, el docente toma el rol de guía y facilitador, los estudiantes asumen sus roles voluntariamente para lograr los objetivos planteados, planificar las actividades y evaluar conjuntamente los resultados. El profesor realiza el seguimiento de la actividad de los grupos e interviene cuando es necesario.
- **Tiempos para reflexión y debate en equipo:** Los equipos de trabajo cuentan con el espacio, tiempo e información necesaria durante la clase para realizar la actividad. Durante esta etapa el equipo en función de los objetivos y las actividades, toman decisiones, evalúan los resultados y trazan nuevos planes de mejoras.
- **Seguimiento de las actividades:** Las actividades se programan en varias sesiones que permiten el seguimiento, orientación y retroalimentación del profesor.
- **Presentación del trabajo:** Cada actividad tiene una presentación que consta de un producto o informe escrito y además según el caso una presentación oral del equipo, un debate, una mesa redonda, etc. el cual concluye con un cierre por parte del equipo docente.
- **Evaluación:** El equipo docente evalúa para cada actividad el proceso, la elaboración de contenidos o materiales y los productos del trabajo en equipo incluyendo sus presentaciones. Los instrumentos para evaluación utilizados por los docentes son registros, observaciones en el diario de cátedra del comportamiento de los equipos y de los estudiantes, reuniones de seguimiento y avances y las rúbricas de evaluación para cada actividad planteada. Así mismo se establecen instancias parciales y finales de devolución del desempeño a los estudiantes mediante la entrega de la rúbrica y reuniones de equipo.

A continuación, se describen las principales actividades didácticas desarrolladas en equipo:

- Creación de un video creativo mediante un Concurso de Videos de corta duración denominado: "Tu Maestro de la Calidad", cuya misión es promover en los estudiantes la formación de las enseñanzas y legado de los maestros de la calidad. Se propone aprender de manera creativa investigando, reflexionando y reflejando en un video los aspectos más importantes de las enseñanzas, las técnicas y la filosofía de los maestros de la calidad designados a cada equipo. De acuerdo con Abbate y Espinosa [20] utilizar la filmación de video en el aula como una estrategia de aprendizaje significa que el alumno asuma un rol activo, independiente y de producción, mientras que el docente se constituye en orientación del trabajo de los grupos. El equipo docente seleccionó esta estrategia porque reúne aspectos que dan protagonismo al estudiante y que enfocan el carácter colaborativo o compartido del conocimiento.
- Realización de un juego de simulación, "El juego de la cerveza" como motivador para el estudio del pensamiento sistémico que permite vivenciar la inclusión en un sistema. El juego de la cerveza es un juego creado por el MIT *Sloan School of Management* y consiste en una simulación interactiva de un sistema de producción y distribución de cerveza. La simulación

Ofrece a los estudiantes un ambiente seguro en donde experimentar y estar en contacto directo con lo que van a aprender. El uso del recurso de simulación se basó principalmente en que permite convertir a los estudiantes en protagonistas, viviendo

la situación en la que están inmersos, apreciar de manera inmediata las consecuencias de las decisiones tomadas y entrenar en el difícil arte de las relaciones personales [21].

- Planificación y desarrollo de una clase de aprendizaje invertido. Cada equipo de trabajo lleva a cabo una clase con modelo de inversión del rol del profesor en el aula de Gestión de la calidad, referida a las diversas temáticas de la Disciplina del Pensamiento sistémico, Leyes que los rigen y Problemas de aprendizaje organizacional. Se propone una actividad de aprendizaje dinámica, donde los mismos estudiantes enseñan una temática específica a sus compañeros de curso utilizando recursos creativos y luego realizan una actividad de cierre con un ejercicio para explorar el entendimiento del resto de los compañeros y aclarar dudas. El objeto de la actividad es propiciar la reflexión y el aprendizaje del estudiante en forma autónoma, entre pares dentro del equipo y aprender unos de otros. Así mismo busca desarrollar habilidades de comunicación ya que deben a su vez explicarle al resto de clase.
- Análisis y resolución de estudios de casos teóricos y reales. La segunda parte de la asignatura comprende las temáticas de la implementación de los Sistemas de Gestión de la Calidad y la Mejora Continua. Se abordan estudios de casos que presentan aspectos de la realidad (reproducidos o simulados) con el fin de que los estudiantes analicen sus características y la problemática presentada involucrándose y tomando decisiones como si fueran actores del mismo. López [22] señala que la estrategia presenta una mayor motivación por parte de los estudiantes que las clases magistrales, desarrolla habilidades cognitivas como pensamiento crítico, análisis, síntesis, evaluación, habilidades comunicativas e interacción con otros estudiantes, entre otras. Para Davini [23] al abordarse los estudios de caso en equipo se promueve la comprensión de las situaciones y de las alternativas de acción mediante la participación de las diferentes intervenciones y miradas de los estudiantes.
- Desarrollo de un trabajo final en una organización que les permite aplicar los conocimientos y habilidades adquiridos a lo largo de toda la cursada a una situación problemática concreta y/o real. El objeto de esta propuesta es desarrollar la capacidad de pensar de manera crítica, analizar, sintetizar, evaluar y determinar soluciones en equipo, propiciando el dialogo, la escucha y la reflexión.

La asignatura no realiza clases magistrales, pero en función de los contenidos y actividades se realizan presentaciones teóricas con actividades puntuales, grupales o individuales, como juegos, videos, talleres, lectura de artículos, “*Learning Games*” mediante un tablero de juego *on line* y uso de dispositivos móviles, etc. Estas actividades tienen como fin despertar el interés del estudiante, comenzar a construir los conocimientos significativos para luego profundizar en las actividades de aprendizaje en equipo.

La experiencia se validó mediante una encuesta de autoevaluación del aprendizaje y trabajo en equipo de cada integrante, las observaciones y registros del equipo docente y del desempeño de cada equipo.

La encuesta se realizó al finalizar el cuatrimestre y abarcó diversos aspectos tales como la planificación del trabajo en equipo, el aprendizaje, el interés despertado, ventajas, desventajas e inconvenientes de la metodología. La misma fue respondida por 39 estudiantes.

La evaluación final de los estudiantes se divide en un componente grupal que constituye el 50% de la nota dado por las actividades de aprendizaje en equipo y el desempeño del estudiante frente al equipo y el otro 50 % un componente individual constituido por dos parciales.

### 3. RESULTADOS

A partir del procesamiento de la mencionada encuesta y de otros insumos de información resulta importante destacar los siguientes hallazgos significativos.

En cuanto a la metodología de implementación del aprendizaje en equipo colaborativo, se observa de la encuesta de autoevaluación que el 54% de los

estudiantes establecen que se realizó siempre una **división de actividades**, un 25% la mayoría de las veces, un 13% algunas veces y 8 un 8% nunca. Si bien esto indica que hay una división de la labor, acorde con la dinámica y que algunas actividades las pueden haber realizado de manera conjunta, los resultados **de las tareas fueron discutidos** por el resto del equipo siempre y la mayoría de las veces en 47% y 28% respectivamente y sólo 19% y 6% explicitaron que se discutieron las actividades algunas veces y casi nunca respectivamente. Estos resultados si bien implican una división de tareas habitual hay un adecuado porcentaje de **intercambio, debate y discusión** entre los integrantes del equipo.

Así mismo en porcentajes similares, se observa que la **responsabilidad del proceso final** del aprendizaje es conjunta, teniendo en cuenta que al momento de la entrega del resultado final de la actividad un 44% de los estudiantes revisa lo producido siempre, un 31% lo hace la mayoría de las veces, un 20% algunas veces, un 3% casi nunca y un 2% nunca.

En cuanto a **la planificación y organización** de los equipos para la realización de la actividad solo el 5% de los estudiantes señala que se realiza siempre para cada trabajo, un 39% la mayoría de las veces, un 37 % algunas veces, un 16% casi nunca y un 3% nunca. Si bien desde el equipo docente se trabajó para generar herramientas en los equipos que les posibiliten una auto gestión, se esperaba una mayor planificación de las tareas debido a que la mayoría de los estudiantes han cursado otras asignaturas donde estudian herramientas relacionadas con este ítem. A partir de este estudio se determina que es un punto débil que deberá seguir trabajándose a futuro en forma interna en la cátedra y también en relación con otras asignaturas.

Con respecto al **grado de participación activa alcanzada** por los estudiantes **en el intercambio de ideas** dentro del equipo, se identifica que el 47% expresa que pudo participar activamente siempre, el 37% la mayoría de las veces, el 13% algunas veces, un 3% casi nunca y un 0% nunca. Estos valores nos señalan que un 84% de los estudiantes tiene una participación activa adecuada, pero sin embargo todavía hay un porcentaje que no alcanza a intercambiar sus ideas y conocimientos y si bien es un porcentaje menor representa otro desafío a trabajar a futuro.

Otro aspecto metodológico observado es que el tiempo de las reuniones del equipo durante la práctica de la asignatura no es aprovechado en su totalidad. Un 49% de los estudiantes expresa que la mayoría de las veces aprovecha el tiempo, siguiendo un 23% siempre, 15% casi nunca y 13% algunas veces. Las principales causas que generan este desaprovechamiento del tiempo se muestran en el Figura 1:

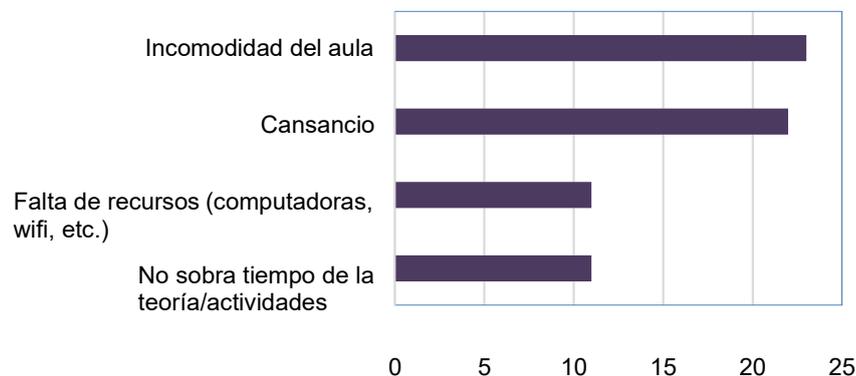


Figura 1 - Causas de desaprovechamiento.  
Fuente: elaboración propia

Como se observa las principales causas tienen que ver con la infraestructura del aula, espacios chicos para trabajar en equipo y la generación de ruido que les dificulta la comunicación y escucha. Por otra parte, los estudiantes tienen una alta carga horaria de cursada que los invita a distenderse durante esos espacios. Otra cuestión para considerar es la falta de buena señal de Wi-Fi y computadoras de la facultad

para que tengan a disposición. Si bien estas demandas han sido presentadas por la cátedra a las autoridades de la institución, no resulta factible su resolución en el corto plazo, pero a pesar de las restricciones, desde la cátedra se tomó el criterio de insistir en esta modalidad de trabajo ya que resulta fundamental para la temática de estudio. En consecuencia, los equipos realizan reuniones fuera del horario de clase. Los resultados de la encuesta muestran que el 51% de los estudiantes consideran que este tipo de reuniones son siempre más productivas que las realizadas en el aula, el 40% la mayoría de las veces y el 9% algunas veces.

El equipo docente observa que de no ser obligatoria la asistencia los estudiantes solicitan ir a trabajar a otros lugares más confortables. Esto genera que el equipo docente en su rol de facilitador y de seguimiento a los equipos no esté siempre presente en forma presencial y cubra estos espacios con respuesta de consultas en forma digital.

Respecto a los beneficios del aprendizaje en equipo se encuestaron diferentes aspectos cuyos resultados evaluados se presentan a continuación.

En la Figura 2 se observa la **motivación e interés** generada en los estudiantes el aprendizaje en equipo en relación a los trabajos individuales, un 79% de los estudiantes valora entre muy alta y alta la motivación e interés, un 18% en forma media y solo una persona manifestó no tener interés en la modalidad.

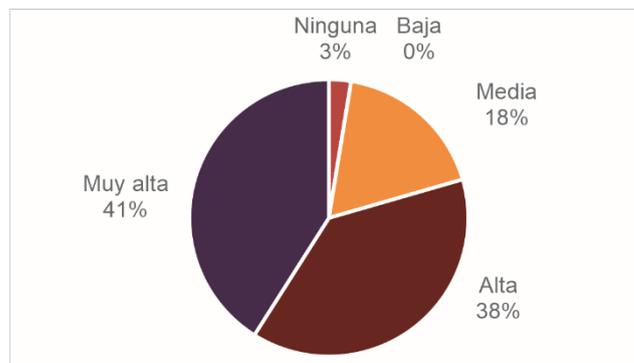


Figura 2 - Motivación e interés generada en los estudiantes.  
Fuente: elaboración propia

Sumado a lo anterior se observa en las figuras 3 y 4 las valoraciones dadas al grado de percepción en que **aprenden de manera significativa** en equipo y al grado en que esta estrategia de aprendizaje les **permitió hacerlo de manera conjunta**.

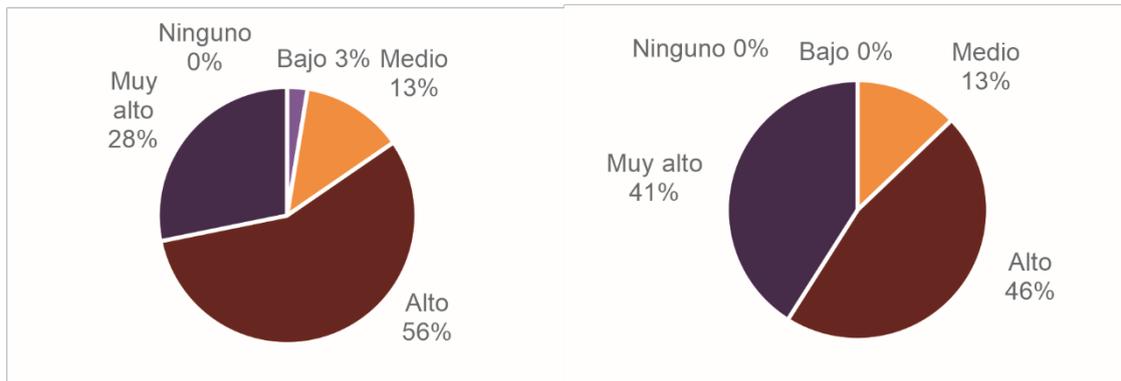


Figura 3 – Grado aprendizaje significativo  
Fuente: elaboración propia

Figura 4 – Grado aprendizaje de manera conjunta  
Fuente: elaboración propia

De los aspectos evaluados, surge una alta percepción de los estudiantes de la **mejora del aprendizaje**, un 84% de ellos considera entre muy alto y alto el aprendizaje significativo alcanzado y un 85% de ellos se vio favorecido en el aprendizaje de manera conjunta.

Otro aspecto para destacar en la **contribución del equipo al aprendizaje de los compañeros** es el grado en que el trabajo en equipo les permitió solventar las dificultades para el logro de los objetivos, en la figura 5 se desprende que un 92% de los estudiantes resuelven las dificultades entre siempre y la mayoría de las veces en el equipo de trabajo.

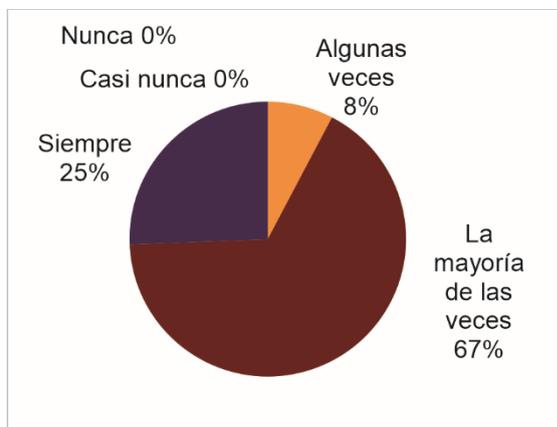


Figura 5 – Resolución de dificultades de manera conjunta  
Fuente: elaboración propia

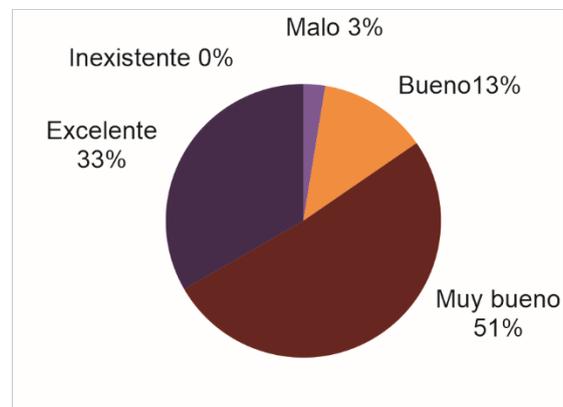


Figura 6 – Compromiso del equipo  
Fuente: elaboración propia

En cuanto el **compromiso** alcanzado por los integrantes del equipo para el logro de los objetivos, en la figura 6 se indica un alto grado de desempeño, el 84% de los encuestados consideran entre un excelente y muy buen compromiso desarrollado.

Otro de los aportes importantes del aprendizaje colaborativo es que **favorece la integración de los estudiantes**. De la encuesta se desprende que un 51% de los estudiantes generaron y fortalecieron relaciones personales con los integrantes del equipo de manera excelente, un 46% de manera muy buena y solo un 3%, buena.

Las habilidades de **comunicación y para la toma de decisiones** también están presentes significativamente en el desarrollo de la estrategia. En la figura 7 se identifican las valoraciones dadas por los estudiantes en cuanto a **la escucha activa**



y en la figura 8 la forma más empleada para resolver las situaciones. Anteriormente se mencionó la valoración en cuanto el **intercambio de ideas** para el logro de los objetivos que también aporta a dichas habilidades.

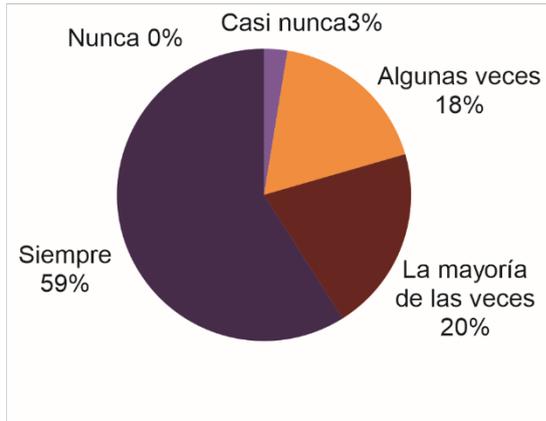


Figura 7 – Escucha activa entre los integrantes  
Fuente: elaboración propia

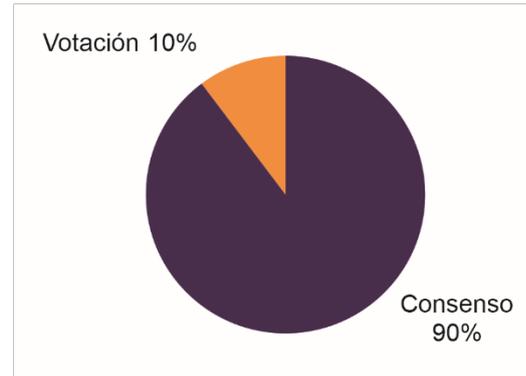


Figura 8 – Forma de decisión del equipo  
Fuente: elaboración propia

Si bien se observa que el 18% de los estudiantes manifiesta que algunas veces no hay escucha activa entre los miembros y un 3% responden que nunca, se puede inferir desde el equipo docente algunas causas referidas a personalidades avasallantes en los integrantes de los equipos y otras con mayor timidez que pueden generar estas situaciones.

Sin embargo, se observa un alto **grado de resolución de conflictos** dentro del equipo ya que un 97% de los participantes marcan que los conflictos se pudieron resolver siempre y la mayoría de las veces (64% y 33% respectivamente), y tan solo 3% casi nunca.

En cuanto a los principales motivos por el cual el aprendizaje en equipo resultó ser más beneficioso y atractivo se presentan en la figura 9:



Figura 9 – Motivos por el cual el aprendizaje en equipo es beneficioso  
Fuente: elaboración propia

Se observa que los principales motivos se encuentran en línea con los aportes que la estrategia propone, principalmente la integración de diferentes miradas y puntos de vista, la sinergia, el aporte de idea y la complementariedad de los integrantes del equipo.



De las rúbricas de desempeño grupales surge también una valoración positiva del trabajo en equipo, el 20 % de los trabajos realizados se encuentra entre 70 puntos y 80 puntos considerando que alcanzaron de manera satisfactoria los objetivos, el 32% está por encima de los 80 puntos y menor a 90 puntos los alcanzaron muy satisfactoriamente y el 3.5% por encima de los 90 puntos cuya performance es considerada excelente.

Así mismo el desempeño de los estudiantes en el equipo a lo largo de la cursada, que evalúa asistencia, lectura previa del material, presentación y participación también arroja desempeños positivos ya que el 95% de los estudiantes presentan una performance mayor a 70 puntos que es lo considerado como satisfactorio.

Si bien a la nota final del estudiante el aprendizaje en equipo le aporta la mitad del valor el equipo docente observa que se genera un fuerte impacto sobre la nota final beneficiándolo.

Puede observarse, en la mayoría de los ítems evaluados surge una experiencia y valoración positiva de la metodología y las estrategias de enseñanza en equipo coincidiendo en su mayoría con los aspectos pretendidos por el equipo docente. Por otro lado, es importante seguir trabajando en los aspectos metodológicos del enfoque colaborativo y del trabajo en equipo en cuanto a la planificación de las actividades, la responsabilidad por los resultados de las tareas individuales, la responsabilidad del proceso final del aprendizaje y el intercambio de ideas.

Estos fueron los principales resultados obtenidos de la encuesta realizada y otros dispositivos, otros aspectos analizados no resultaron significativos para este trabajo o exceden el objetivo del mismo.

#### 4. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos se observa una alta valoración por parte de los estudiantes de la estrategia de aprendizaje elegida por el equipo docente.

Dentro de los aspectos más importantes a resaltar se encuentran:

- mayor interés y motivación en la forma de aprender generada por un mayor intercambio, debate de ideas y sinergia fruto del trabajo en equipo
- una implicancia más activa del estudiante en el proceso de aprendizaje al establecerse responsabilidades hacia sus pares y hacia su propio aprendizaje
- mayor comprensión de las temáticas en función de las diferentes formas de abordaje que se comparten en la dinámica de los equipos
- pensamiento crítico fomentado por los diferentes desafíos planteados a los equipos a lo largo de las actividades de la cátedra
- colaboración en el razonamiento y resolución de problemas como una de las principales fortalezas identificadas en los equipos
- interacción entre pares y contribución directa en el aprendizaje de los compañeros fomentada por el mayor compromiso que fomenta esta estrategia de aprendizaje
- desarrollo de capacidades comunicacionales como una ventaja de la estrategia de aprendizaje siendo una necesidad en la dinámica del trabajo en equipo
- generación de relaciones sociales animada por la propia metodología

Respecto al análisis de la metodología del enfoque colaborativo es importante resaltar que el mismo requiere conformación de equipos heterogéneos. Los equipos heterogéneos tienden a promover un pensamiento más profundo, un mayor intercambio de explicaciones y una mayor tendencia a asumir puntos de vista durante la tarea. Si bien no fue posible constituir equipos con estas características, ya que los mismos se generan en forma voluntaria, de los resultados de las encuestas de los estudiantes se destaca que los mismos percibieron diferentes miradas y complementariedad coincidiendo con la observación del equipo docente.

Desde los resultados obtenidos y de la experiencia docente, se observan aspectos a seguir trabajando en los equipos.

Un punto importante para analizar son las reuniones de equipo, que son planificadas por el docente para ser realizadas en el horario de clase ya que no son

verdaderamente efectivas, haciendo que el estudiante pierda tiempo y rol de tutor que es quien los acompaña en el proceso de aprendizaje sea menos presente. Desde el equipo docente se anhela contar con aulas taller y se reclama constantemente esta necesidad a las autoridades de la facultad.

Otro aspecto a trabajar es la mejora de los aspectos de planificación y división de tareas en el equipo, pero con un compromiso mayor de consensuar los resultados de la subdivisión tareas, así como la responsabilidad en el proceso final del aprendizaje. Es otro desafío que deberá abordarse en forma intra e inter-asignatura para que puedan aplicar en su propias práctica metodologías e instrumentos de planificación que aprenden durante toda la carrera.

El tercer aspecto, aunque en menor porcentaje de impacto es el abordaje de la escucha activa dentro de los equipos ya que si bien la valoración global es buena, al pensar en un aprendizaje centrado en el estudiante es fundamental identificar estrategias que permitan resolver inconvenientes puntuales de comunicación dentro de los equipos.

Sin embargo, más allá de los aspectos identificados para planificar acciones de mejora es importante resaltar que la valoración de la estrategia de trabajo en equipo tiene una valoración muy buena en forma general por todos los estudiantes y que es compartida por el equipo docente.

Competencia fundamental que es importante desarrollar no sólo en el ámbito académico, sino que permite generar intervenciones que favorezcan el desarrollo de competencias en un futuro ingeniero que requerirá insertarse en un ámbito laboral signado por el trabajo interdisciplinario, especialmente para aquellos que pretendan a dedicarse a la gestión de las organizaciones.

Por otro lado, si nos enfocamos en la temática, las prácticas de gestión de la calidad y la mejora continua requieren aptitudes y habilidades que no sólo le permitan participar sino ser facilitadores de los equipos de trabajo en su futuro desarrollo profesional.

## 5. REFERENCIAS.

- [1] Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo
- [2] Carretero, M. (1997). *Desarrollo cognitivo y aprendizaje Constructivismo y educación*. México: Progreso.
- [3] Johnson, D.W., Johnson R.T., and Smith, K.A. (1991) *Cooperative Learning Increasing College Faculty Instructural Productivity*. ASHE – FRIC. Higher Education Report. Nro.4 Washington D.C.:School of Education and Human Development, George Washington University, 1991
- [4] Maldonado Pérez, Marisabel (2007). *El trabajo colaborativo en el aula universitaria*. Laurus, vol. 13, núm. 23, pp. 263-278 Universidad Pedagógica Experimental.
- [5] Rodríguez Sánchez, Carlos Javier (2015) *Ambientes de aprendizaje colaborativo en comunidades artístico-pedagógicas*. Tesis En <https://eprints.ucm.es/33063/>
- [6] Zañartu C., L. M. (2003) *Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red*. Contexto Educativo. Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías. N 28, año V. Consultado el 10 de abril del 2005, en <http://contexto-educativo.com.ar/2003/4/nota-02.htm>
- [7] Moral Santaella, C., Rodríguez Entrena, Mª J. y Romero López, Mª A. (2009). *Enseñanza mediante trabajo en grupo colaborativo/cooperativo*. [
- [8] Millis, B. J., Gotell Jr., P. G. (1998). *Cooperative learning for higher education faculty*. Phoenix (Arizona): American Council on Education and The Oryx Press.
- [9] Brufee, K.A. (1995) *Sharing our toys. Cooperative Learning vs Collaborative Learning: Change*, 27 (1), pp. 12-18. Disponible en <http://www.istor.org/stable/40165162>
- [10] O. Revelo-Sánchez, C. A. Collazos-Ordoñez, y J. A. Jiménez-Toledo, El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *Tecnológicas*, vol. 21, no. 41, pp. 115-134, 2018.
- [11] Lledó Carreres T. María Perandones González (2011). *Hacia una cultura colaborativa entre el profesorado universitario. revisión y fundamentación teórica del trabajo colaborativa*. Volumen 1 Capitulo 7 Departamento de Psicología Educativa y Didáctica Facultad de Educación Universidad de Alicante- El trabajo colaborativo como indicador de calidad del Espacio Europeo de Educación - Universidad de Alicante - Superior Editorial Marfil, S.A
- [12] Panitz, T., y Panitz, P. (1998). *Encouraging the Use of Collaborative Learning in Higher Education*. En J. J. Forest (Ed.), *Issues Facing International Education*. New York: Garland Publishing
- [13] Johnson, D, Jhonson, R y Jhonson, E (1999). *Los nuevos círculos de aprendizaje*. Buenos Aires. Aique Grupo editor. 1º ed.
- [14] Bailén. M. C, García Bernabeu J.R. (2011). *Las wikis como herramienta en el trabajo colaborativo*. Volumen 1 Capitulo 7 Departamento de Psicología Educativa y Didáctica Facultad de Educación Universidad de Alicante- El trabajo colaborativo como indicador de calidad del Espacio Europeo de Educación - Universidad de Alicante - Superior Editorial Marfil, S.A.
- [15] Senge, Peter M. (1990). *La quinta disciplina* Granica, Ediciones, S.A.
- [16] Ishikawa, Kaoru. (1994) *Introducción al control de calidad*. Editorial Diaz de Santos.
- [17] Crosby, Philip B. (1997). *Quality is free. the art of making quality certain*. McGraw Hill Book Company ©. Primera edición.
- [18] Deming, W. E (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Editorial Diaz de Santos.
- [19] Brocka, B.; Brocka, M.S. (1994). *Gestión de la Calidad: cómo aplicar las mejores soluciones de los expertos*. Editorial Vergara.
- [20] Abbate E., Espinosa S. (2005). *La producción del video en el aula* de Susana Espinosa. Ediciones Colihue SRL, Buenos Aires.
- [21] Peleteiro, M. R. (2006). *El juego en la Educación Ambiental*. Aula Verde, 30, 12-13. Recuperado de [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/servicios\\_generales/doc\\_tecnico\\_s/aula\\_verde/av30.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/servicios_generales/doc_tecnico_s/aula_verde/av30.pdf)
- [22] López Caballero, Alfonso (1997). *Iniciación al análisis de casos, una metodología activa de aprendizaje en grupos*. Bilbao, España: Ediciones Mensajero S. A.
- [23] Davini, María Cristina (2009). *Métodos de Enseñanza. Didáctica general para maestros y profesores*. Buenos Aires: Editorial Santillana.

## Propuesta de implementación de curso-taller complementario de automatización mediante PLC para estudiantes de ingeniería industrial

Ibarreta Fañanas, Adriana L.\*; Bahamonde, Pablo J.\*; Villagrán, Camila M.R\*.

*\*Facultad Regional Santa Cruz, Universidad Tecnológica Nacional.  
Av. Inmigrantes N° 555, Río Gallegos, Santa Cruz. [libarretaf@frsc.utn.edu.ar](mailto:libarretaf@frsc.utn.edu.ar).*

### RESUMEN.

En la industria actual el PLC (Controlador Lógico Programable) constituye un dispositivo fundamental para todo proceso que involucre automatización y control, siendo su dominio una competencia requerida frecuentemente en las búsquedas laborales de profesionales para este sector. Sin embargo, en el Plan de Estudios de Ingeniería Industrial de la UTN no se cuenta con una materia específica que brinde a los alumnos las bases para conocer y aprovechar el potencial de estos dispositivos. En 2018 la UTN-FRSC se incorporó a la red educativa internacional EduNet, mediante la cual recibió una donación de seis equipos completos de PLC de la empresa Phoenix Contact, idénticos a los que se utilizan en la industria a nivel global. Se propone aprovechar este equipamiento para la implementación de un curso-taller complementario y optativo, en modalidad cuatrimestral, destinado a alumnos de ingeniería industrial, que desarrolle competencias en programación y automatización y control para resolver problemas locales mediante esta tecnología PLC. Esto ayudará a que los futuros profesionales tengan contacto con este tipo de equipos durante su formación.

La propuesta se articulará alrededor de un caso concreto de aplicación, surgido de demandas detectadas por la Facultad, que irá cambiando año a año, siendo el primero un Control Ambiental para el Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de la Patagonia Austral, ubicado en la ciudad de Río Gallegos.

**Palabras Claves:** Curso-taller Práctico, Automatización, PLC, Ingeniería Industrial.

### ABSTRACT (Resumen en Inglés)

Nowadays PLCs (Programmable Logical Controllers) have a fundamental roll in all industrial process related with automatization and control, being its handling a required skill for professionals in this area. However there are no subjects in the study program of Industrial Engineering at the UTN to specifically give to the students the bases to learn about these devices.

In 2018 the UTN-FRSC was incorporated to the EduNet net, thanks to the donation of six PLC kits from Phoenix Contact company, just like the ones that are used at the industrial environment worldwide. In this article we propose the realization of an optative workshop, four month long, intended for Industrial Engineering students, which will include programming, automatization and control, aimed to solve local problems using the PLCs technology. Being in contact with this kind of devices, during education, will help the formation of future professionals.

This proposal will include an application case of local impact, detected by the University, being the first workshop case an Environmental Control for the Nuclear and Radiotherapy Medical Center of the Patagonia Austral, located Río Gallegos city.

## 1. INTRODUCCIÓN

Al igual que en innumerable cantidad de áreas, la industria hace décadas está tendiendo a la automatización de sus procesos, agregando “inteligencia” a sus máquinas, aumentando su capacidad de producción y rendimiento. La incorporación de Controladores de Lógica Programable, más conocidos como PLC, permiten aportar esta “inteligencia” que se desea dar a los procesos industriales, sin necesidad de cambiar la maquinaria que se utiliza [1-4]. Por esta razón es que su implementación, comprensión y programación es tan importante en la industria actual, haciendo de estos una herramienta de uso primordial, que a pesar de ser aplicada hace años, continuó modificándose tanto en operación como en aplicaciones.

Si bien la UTN-FRSC contaba previamente con equipos de estas características (Siemens S-7 200), la velocidad con que estas herramientas evolucionan hacen que éstos no sean comparables con los que manejan actualmente las grandes industrias a los que nuestros alumnos aspiran, requiriéndose de una actualización tanto de la interface de programación como de prestaciones operativas tales como capacidad de procesamiento, memoria, conectividad a la nube, etc.

A mediados del 2018 la UTN Facultad Regional Santa Cruz recibió una donación de seis (6) equipos de PLC (Controlador lógico programable) en formato Kit para educación de la empresa internacional Phoenix Contact como parte de la red de educación EduNet de la misma empresa.

En una de las carreras de grado que dicta nuestra Facultad, Ingeniería Electromecánica, se han llevado a cabo ejercitaciones en tres materias con dicho equipo, y se observó que ha sido simple y exitosa su implementación y aprendizaje por parte de los alumnos. Por la diagramación de la currícula, estos equipos podían utilizarse en materias de automatización y derivadas correspondientes al cuarto y quinto año de la carrera.

La razón de esto radica en que los alumnos cuentan con las herramientas básicas para comprender y utilizar el software correspondiente a los PLC; esta base de conocimientos permitió que su implementación fuese sencilla.

A principio del ciclo lectivo 2019, muchos alumnos de la carrera que aún no se han graduado pero que habían cursado las mencionadas materias antes de la donación, plantearon el interés de tener la oportunidad de poder hacer uso de esta herramienta con asistencia docente. Esta misma inquietud vino desde los estudiantes de Ingeniería Industrial, quienes tienen una currícula distinta que no contempla de manera explícita la formación en esta tecnología, y que además no cuentan con la misma base respecto a la automatización que los alumnos de Ingeniería Electromecánica.

Es así que un grupo de docentes de la Facultad toma el reclamo y lo transforma en un desafío, proponiendo la realización de un curso-taller destinado tanto a los alumnos de Electromecánica que no pudieron participar del entrenamiento práctico para utilizar los PLC donados, como a alumnos del 4to y 5to año de Ingeniería Industrial, fundamentándose en que por las características y demandas actuales de la industria, es de vital importancia que nuestros graduados de ingeniería tengan competencias en lo que respecta a programar, diseñar y utilizar circuitos con PLC como el donado a la universidad.

### 1.1. Equipamiento adquirido.

La donación consistió en seis equipos de PLC de última generación en formato de kit de entrenamiento modelo AXV Trainer 1050PN (Figura 1), cada Kit posee un control axial para el sistema de mando directo (el mencionado PLC) modelo Axioccontrol AXC 1050 (Figura 2), dos módulos, uno de entradas digitales (Módulo 2688310) y otro de salidas (Módulo 2688349) y el acoplador de Bus Modbus/TCP Axioline F Modelo AXL F BK PN.

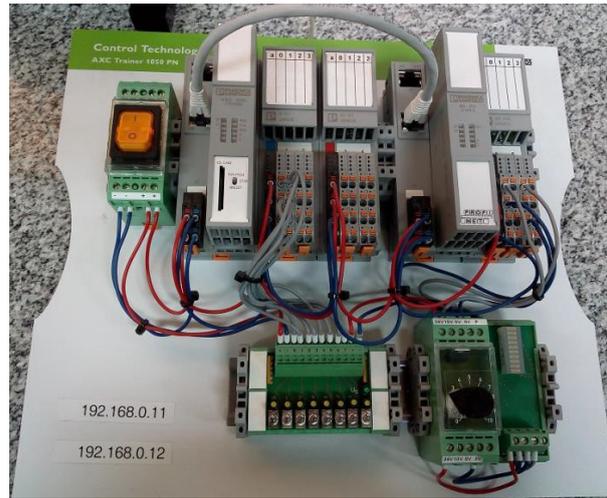


Figura 1 Kit de entrenamiento donado AXV Trainer 1050PN



Figura 2 PLC Axioccontrol AXC 1050

El kit también cuenta con varios interruptores para simular contactos abiertos y cerrados, y un potenciómetro con escala luminosa para el ingreso de una variable numérica analógica con fines didácticos.(Figura 3)

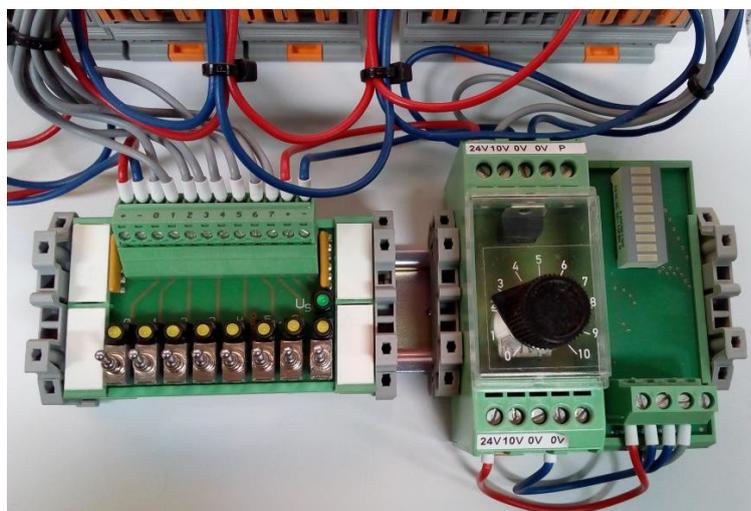


Figura 3 Entradas y escala luminosa con fines didácticos

Además de los kits de entrenamiento, se donó separadamente un Switch board capaz de realizar conexiones tipo Ethernet entre los diferentes equipos (Figura 4).





Figura 4 Módulo de switch individual.

También se nos proveyó con seis licencias oficiales del software PC WORX de Phoenix Contact, con el cual se puede realizar la programación del equipo en cinco lenguajes de programación diferentes, tres textuales y dos gráficos, lo que facilita tanto su aplicación como su estudio (Figura 5). Este Software puede descargarse gratuitamente para realizar la programación, pero debe contarse con licencia para poder enviar la programación al PLC.

Finalmente se dio acceso a la universidad a la red EduNet, una plataforma online mundial, donde los docentes de todas las universidades que recibieron la donación de equipos pueden compartir experiencias, prácticas y consultas del uso de los kits de entrenamiento.

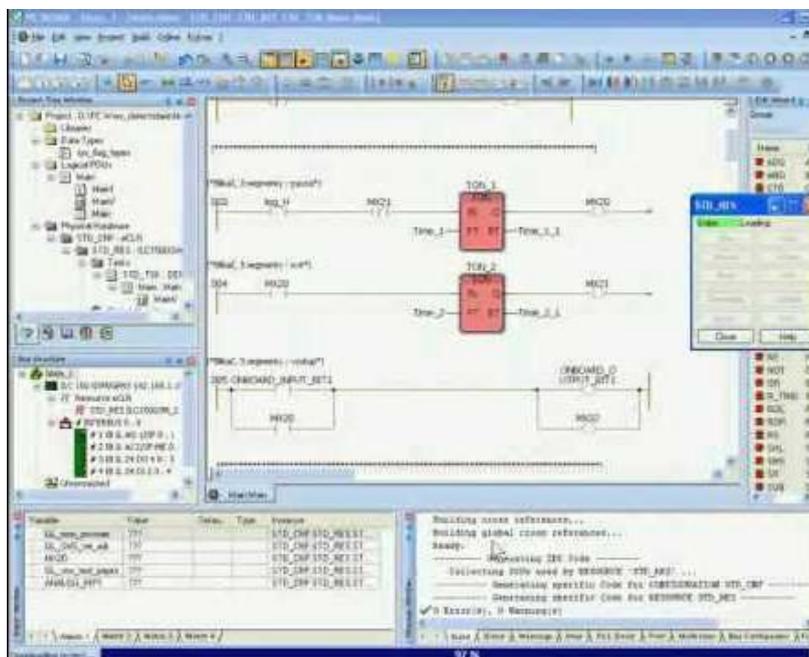


Figura 5 Interface del software PC WORX con el que se programan los PLC.

En su totalidad la donación permitió la apertura de un laboratorio de control apto para que los alumnos de la Facultad puedan graduarse conociendo el manejo de herramientas de última tecnología como las utilizadas en la industria mundial actual.



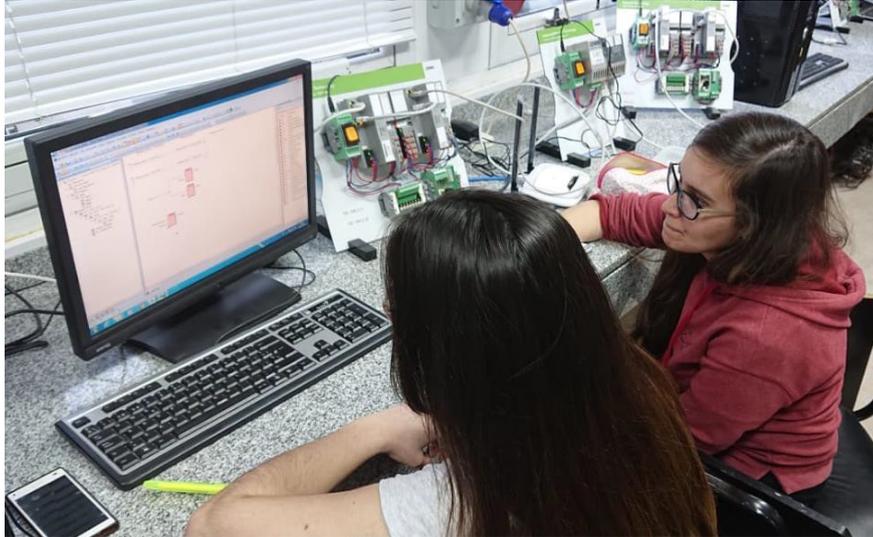


Figura 6 Alumnas de quinto año de la carrera Ingeniería Electromecánica realizando la programación de un PLC.

## 2. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO

La estrategia que se pretende seguir es articular la propuesta como un aula-taller, un espacio que dé lugar a un ida y vuelta entre alumnos y docentes, dando la oportunidad al alumno de aprender a través de la práctica y el intercambio entre compañeros y con el docente. Basándonos en eso y en el contenido a abordar, se dividió en 6 clases de 3hs cátedra cada una además de una reunión final donde se expondrán los resultados obtenidos al final del taller tendiente a dictarse en un cuatrimestre.

Cada clase se articulará de misma forma, partiendo de la base de una síntesis teórica del tema, ya que siendo estudiantes de ingeniería cuentan con las herramientas conceptuales y metodológicas necesarias para encarar el aprendizaje de este tema, seguido de la visualización de ejemplos para afianzar los contenidos dado que el contenido es mayormente práctico, y finalmente el trabajo en grupo a partir de ejercicios (esta modalidad no sólo facilitará la distribución de los alumnos en los equipos, sino que también ayudará al intercambio entre alumnos en caso de presentarse dudas).

La facultad cuenta con una plataforma Moodle para e-learning (poner referencia a <http://frsc.cvg.utn.edu.ar>), en la que se podría disponer de un espacio de aula virtual para su utilización como recurso pedagógico complementario. Dado que las tareas propuestas en el taller son de índole práctico, y que los tiempos de resolución pueden sobrepasar las horas cátedras presenciales destinadas al taller, se propone la utilización de este espacio virtual para la interacción con el docente y entre pares, así como la realización de consultas en la modalidad de foro. También se subirán al entorno tutoriales básicos de los programas que se utilizarán en el taller

### 2.1. Marco teórico y metodología.

El aula-taller se divide en tres momentos: actividad inicial, síntesis informativa o desarrollo del marco teórico, y actividades de afianzamiento, integración y extensión. [5]

La actividad inicial tiene como objetivo motivar y centrar la atención del alumno en el tema que se desarrollará. Dado que esta propuesta de taller ha nacido de la inquietud de los alumnos basta con resumir las posibles aplicaciones del equipo que aprenderán a utilizar y las salidas laborales que éste puede otorgarles.

La síntesis informativa o desarrollo, orienta y guía al alumno en la elaboración del conocimiento. Se pretende que este momento sea meramente introductorio en el tema, ya que dadas las características prácticas del tema a abordar, se pretende que

el alumno reciba la información necesaria a su manera guiándolo a través de la práctica. Cabe recordar que en esta estrategia de enseñanza el docente es meramente un facilitador, un guía del conocimiento y no un actor principal.

Actividades de integración, síntesis y extensión: existen varias técnicas puntuales que pueden utilizarse en esta etapa (el brainstorming o torbellino de ideas; trabajo en subgrupos; mesa redonda; elaboración de itinerarios/hojas de ruta, mapas conceptuales, etc.), pensando principalmente en el número de alumnos con los que se va a trabajar, teniendo en cuenta que los cursos avanzados de nuestra universidad cuentan con un número promedio de 10 alumnos, pueden aplicarse diferentes técnicas que con otro número de alumnos puede dificultarse. Se pretende en cada caso, trabajar directamente sobre el software, permitiendo que el alumno haga uso de las TICs que le sean necesarias, como puede ser la búsqueda de información complementaria por internet o revisando videos instructivos que complementen con la introducción al conocimiento otorgada por el docente.

La idea del acceso al conocimiento y a estas herramientas es permitirle que alumno reelabore, re-trabaje, y recree el marco teórico.

## **2.2. Plan de trabajo.**

El presente taller se pretende concentrar en un cuatrimestre. Como se mencionó anteriormente estará articulado en seis clases de tres horas cátedra cada una con una exposición final de una hora reloj al final del taller, donde los contenidos ofrecidos serán los siguientes:

### **2.2.1 Clase 1: Introducción a los conceptos de control y automatización**

- Partiendo de un contenido o unidad de aprendizaje: Introducción al control y automatización. Presentación general del equipo a utilizar a lo largo del taller.
- El objetivo de la clase es: que los alumnos se familiaricen con los conceptos principales del control y la automatización y comprendan el raciocinio que conlleva a la búsqueda de la aplicación de un bucle de control.
- Y las actividades constan en: Resolución de problemas básicos de control en grupos de dos o tres alumnos.
- El recurso utilizado será: Control IP software libre.

La elección de este recurso fue: Porque es una herramienta gratuita fácil de descargar y de visualizar, no se utilizará en su totalidad pero servirá para generar ejemplos que los alumnos podrán entender.

### **2.2.2 Clase 2: Lógica booleana**

- Partiendo de un contenido o unidad de aprendizaje: Introducción a la lógica digital.
- El objetivo de la clase es: que los alumnos comprendan la función de las compuertas lógicas principales y su combinación.
- Y las actividades constan en: seguimiento lógico de circuitos digitales con compuertas en grupos de dos o tres alumnos.
- El recurso utilizado será: Logisim software libre.
- La elección de este recurso fue: porque es simple de entender y utilizar aún para aquellos que no poseen las bases de la lógica digital.

### **2.2.3 Clase 3: Presentación PLC y herramientas a trabajar**

- Partiendo de un contenido o unidad de aprendizaje: Introducción al PLC, usos y aplicaciones en la industria moderna.
- El objetivo de la clase es: que los alumnos comprendan la importancia de los PLC herramienta en la que se basa el presente taller y las posibles aplicaciones que posee en diferentes ambientes.
- Y las actividades constan en: Familiarización con el equipo de PLC con el que se trabajará el resto del taller.
- El recurso utilizado será: el software PC Worx y los kits de PLC donados.
- La elección de este recurso fue: que habiendo adquirido los conocimientos básicos en las clases anteriores, los alumnos ya están en condiciones de ponerse en contacto con el equipo a programar y conocer sus funciones.

**2.2.4 Clase 4: Programación en Diagrama de contactos (Ladder Diagram)**

- Partiendo de un contenido o unidad de aprendizaje: Programación en lenguaje Ladder
- El objetivo de la clase es: comprensión, uso y programación en el lenguaje gráfico Ladder.
- Y las actividades constan en: Resolución de problemas en el lenguaje gráfico Ladder en grupos de dos o tres.
  - El recurso utilizado será: el software PC Worx y los kits de PLC donados.
  - La elección de este recurso fue: pasar el conocimiento adquirido a la aplicación para su comprensión total y asimilación.

**2.2.5 Clase 5: Programación en Diagrama de bloques de función (Function Block Diagram)**

- Partiendo de un contenido o unidad de aprendizaje: Programación en diagrama de bloques de función.
- El objetivo de la clase es: comprensión, uso y programación en el lenguaje gráfico de bloques de función.
- Y las actividades constan en: Resolución de problemas en el lenguaje gráfico de bloques de función en grupos de dos o tres.
  - El recurso utilizado será: el software PC Worx y los kits de PLC donados.
  - La elección de este recurso fue: pasar el conocimiento adquirido a la aplicación para su comprensión total y asimilación, permitiendo que alumno pueda comparar este proceso de programación con el presentado en la clase anterior y arribar a sus propias conclusiones respecto a cuál es más indicado para una determinada aplicación, siempre que corresponda.

**2.2.6 Clase 6: Proyecto final**

- Partiendo de un contenido o unidad de aprendizaje: Todo lo aprendido hasta el momento en el taller.
- El objetivo de la clase es: que los alumnos puedan resolver un problema de la vida real, en particular un caso de estudio que cubre una necesidad regional.
- Y las actividades constan en: Resolución de un problema puntual dado por el docente, que se deberá resolver por alguno de los dos lenguajes gráficos aprendidos en el taller. En este punto si los alumnos presentaran algún caso de interés particular también podrá ser llevado a cabo por aquellos que lo deseen.
  - El recurso utilizado será: el software PC Worx y los kits de PLC donados.
  - La elección de este recurso fue: hacer uso del equipo de manera consiente para resolver un caso de la vida real, debiendo hacer uso de todas las estrategias enseñadas a lo largo del taller.

**2.2.7 Exposición proyecto final**

Este espacio se utilizará para realizar la exposición final por parte de cada grupo, de carácter oral, acompañado una presentación demostrando la solución propuesta. Se hará por grupos, permitiendo el intercambio entre alumnos, generándose debate en caso de existir diferentes resoluciones al mismo problema. Finalmente se solicitará una retroalimentación por parte de los alumnos acerca del taller, para posteriores cambios y reordenamiento del programa [6]. Tendrá una carga de una hora reloj.

**3. CASO DE ESTUDIO. CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR Y RADIOTERAPIA DE LA PATAGONIA AUSTRAL.**

En la bibliografía “El estudio de casos como método de la enseñanza” [7], la autora señala que los casos son en realidad materiales curriculares que demandan a los estudiantes un procesamiento mental de orden superior y los inducen a reflexionar sobre los puntos importantes del currículum. De acuerdo con lo mencionado y teniendo en cuenta la importancia de poder garantizar al finalizar el curso que el alumno será capaz de resolver casos reales, similares a los que se enfrentará en su vida laboral al graduarse, es que se tomó la decisión de trabajar con un caso real de nuestra comunidad, al alcance de los alumnos.

Se pretende año a año variar el caso tratado para estimular a los alumnos.

También se propondrá ofrecer la oportunidad a los alumnos de plantear sus propios

casos a resolver en caso de contar con interés y que el reto tenga un equilibrio entre factibilidad y dificultad suficiente para demostrar que el alumno hace un buen uso de las herramientas enseñadas.

Esta propuesta, correspondiente al primer año de curso se completa con un control de temperatura para el Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de la Patagonia Austral, inaugurado hace un año (2 de Agosto de 2018) en la ciudad de Río Gallegos. Se trata de un edificio donde se ofrecen servicios asistenciales de salud en diagnóstico y tratamiento de patologías oncológicas y cardiacas entre otras.

Dadas las características del Centro de Medicina Nuclear, con salas de espera, espacios administrativos, salas de tratamiento y de equipos, demanda un correcto control de la temperatura ambiente, debiendo tener en cuenta que ciertas salas y espacios administrativos deben tener una temperatura neutra (entre 23°C y 25°C), en las zonas donde se trata a los pacientes o se espera que haga efecto al medicación debe tener mayor temperatura (zonas cálidas), mientras que los equipos necesitan bajas temperaturas para asegurar su refrigeración y buen funcionamiento (zonas frías).

La figura 7 muestra un esquema general del Centro de Medicina donde se destacan las zonas cálidas en color rojo y frías en color azul.

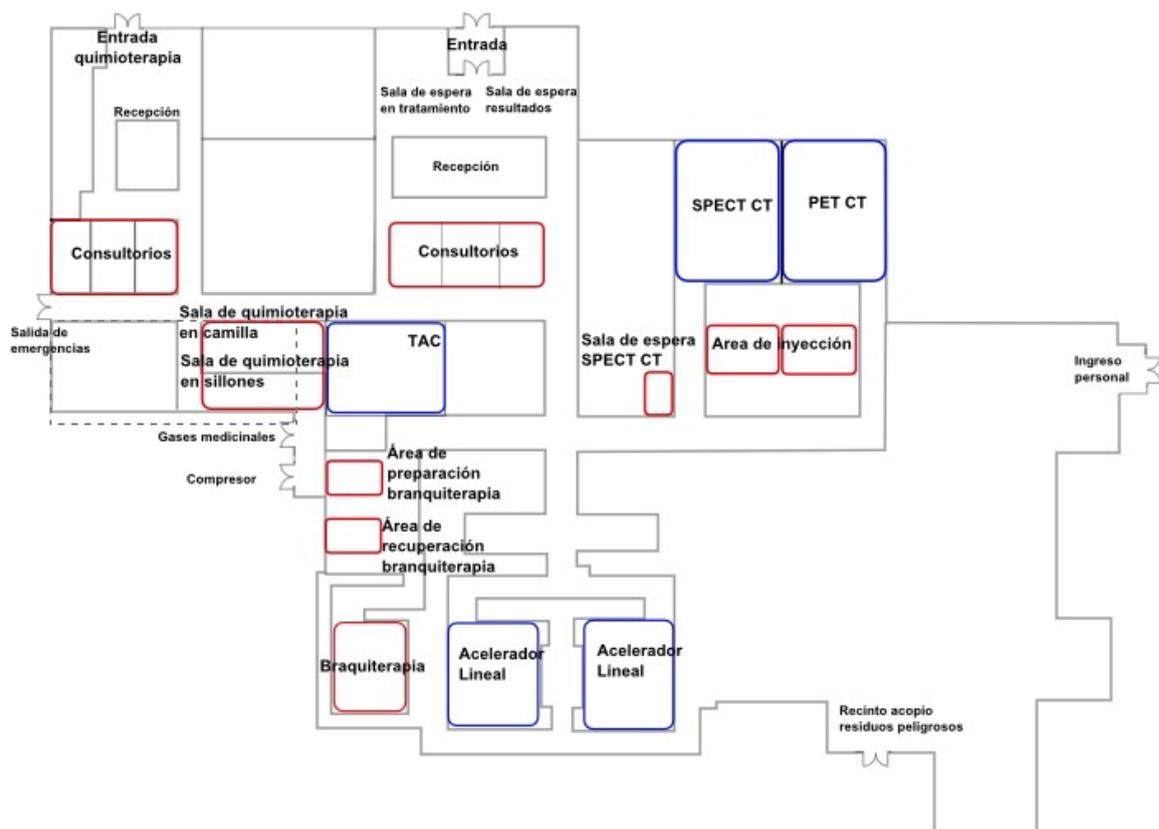


Figura 7 Esquema del Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de la Patagonia Austral.

La resolución del problema planteado es simple, a pesar de lo complejo de su entorno. A continuación, en la figura 8, se muestra parte de una posible solución gráfica, que también se compartirá con los alumnos el día de la exposición.



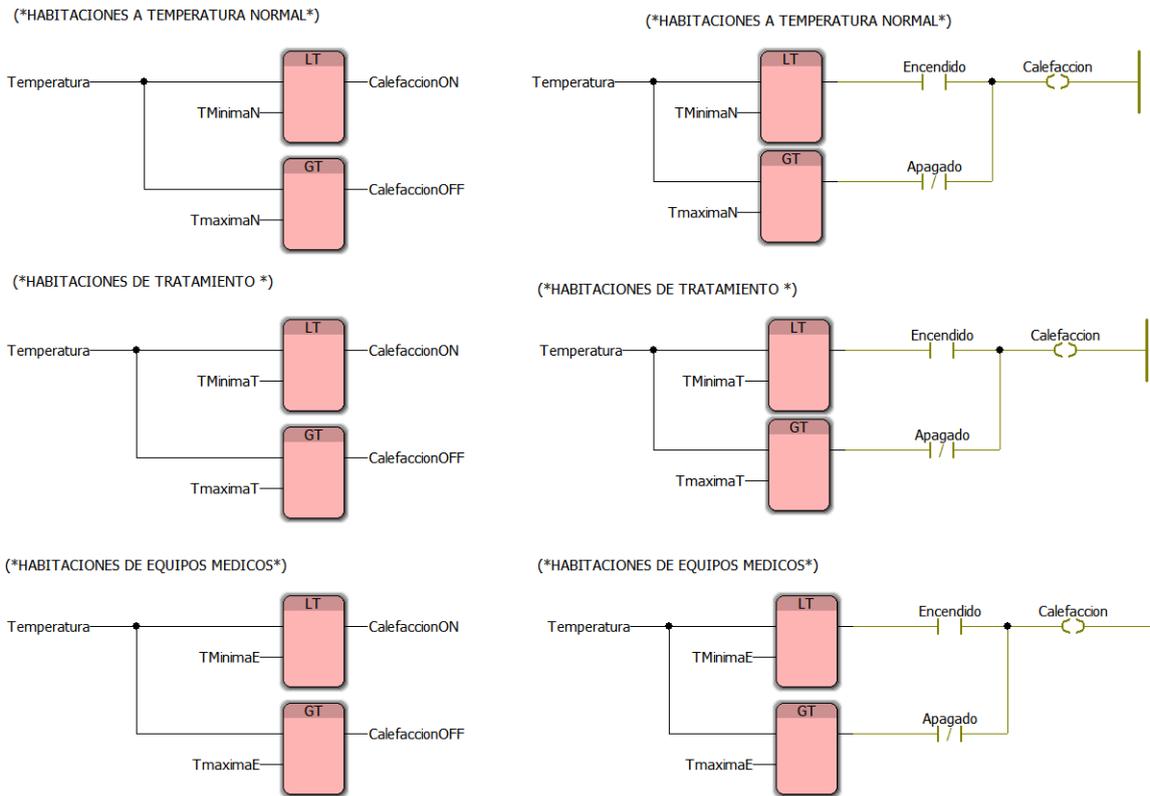


Figura 78 Posible solución al problema final en Diagrama de bloques de función y Diagrama Ladder.

En la columna izquierda puede verse la solución para cada zona de temperatura en lenguaje de programación en diagrama de bloques de función, mientras que en la columna derecha se muestra la misma solución en Diagrama Ladder o de contactos. Cada solución implica un bloque de decisión, en este caso un comparador, que actúa si la temperatura se encuentra fuera de los límites programados (Tmínima y Tmáxima), encendiendo o apagando el sistema de calefacción.

#### 4. CONCLUSIONES.

Considerando que en la actualidad se cuenta con todos los elementos, herramientas y espacios necesarios para la realización del taller propuesto, el interés por parte del alumnado es real y se tiene profesionales capacitados dispuestos a brindarlo, se pretende concretar la primera edición durante el primer cuatrimestre de 2020, quedando sujetos a los resultados obtenidos de la experiencia para compartirlos en la posteridad, pudiendo ser esta idea adoptada por cualquier otra universidad que cuente con el mismo equipamiento.

Se espera que de los encuentros del taller salgan a la luz nuevas propuestas de casos a resolver utilizando lógica de control programable y se conozcan otras necesidades con las que cuenta la comunidad que en la actualidad no han sido tenidas en cuenta.

La primordial finalidad del taller es poder lograr ese flujo de información en ambos sentidos, para que tanto los realizadores del taller como los alumnos se vean enriquecidos de la experiencia educativa.

## 5. REFERENCIAS.

- [1] Sadat, Sayed Abdullah; Sreesobha, E.; Prasad, P.V.N. (2018) "Power Factor Correction of Inductive Loads using PLC" *International Conference on Electrical Engineering and Computer Sciences*. Hong Kong.
- [2] Barz, C.; Todea, C.; Latinovic, T.; Preradovic, D.M.; Deaconu, S; Berdie, A. (2016) "Intelligent traffic control system using PLC" *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 144, conference 1*.
- [3] Pawar, Abhishek; Pawar, Karishma ; Desai, Piyush. (2017) "Fault Detection of Induction Motor by Using PLC" *HCTL Open International Journal of Technology Innovations and Research (IJTIR) Volume 24, Issue 2, April 2017, e-ISSN: 2321-1814*.
- [4] Huh, Jun-Ho; Koh, Taehoon; Seo, Kyungryong. (2016) "Design of a Shipboard Outside Communication Network and the Test Bed Using PLC: for the Workers' Safety Management During Ship-Building process" *IMCOM '16 Proceedings of the 10th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication Article No. 43*. Danang, Viet Nam.
- [5] Bongarrá, Carolina. (2010) "El aula-taller como estrategia de enseñanza" *XVIII Jornadas de Reflexión Académica en Diseño y Comunicación 2010. Año XI, Vol. 14, Agosto 2010*. Buenos Aires, Argentina.
- [6] Eggen, Paul D.; Kauchak Donald P. (1999) *Estrategias Docentes*. Segunda edición. Fondo de Cultura Económica. Argentina.
- [7] Wassermann, Selma (1994) *El estudio de casos como método de enseñanza*. Buenos Aires. Amorrortu Editores. Buenos Aires, Argentina.

## Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer a Ing. Priscila Coronado, por responder nuestras dudas acerca del Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de la Patagonia Austral, y al Dr. Leandro Socolovsky, Secretario de Ciencia y Tecnología de la UTN FRSC.

## La inserción de TIC en el aula a través de juegos educativos

D'Onofrio, María Victoria; Mackenzie, Mauricio Javier; Dimarco, Darío Maximiliano;  
Morcela, Oscar Antonio\*

*\*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.  
Juan B. Justo 430, Mar del  
Plata. [omorcela@fi.mdp.edu.ar](mailto:omorcela@fi.mdp.edu.ar)*

### RESUMEN.

La inserción de TIC es cada vez más frecuente y demandada en enseñanza universitaria. Con el acceso a la tecnología en los establecimientos educacionales y en forma personal, se presenta el desafío de innovar insertando TIC, renovando la docencia y acercando la educación formal y el trabajo en el aula, a la educación informal y recursos disponibles en la web. La incorporación constituye una innovación si se la hace acompañada de metodologías centradas en el alumno. En este artículo se presenta la experiencia del desarrollo de una actividad lúdica en el aula en una asignatura del último año de la carrera de Ingeniería Industrial. Este juego es parte del aprendizaje del tema abordado oportunamente en la asignatura y también relaciona competencias cognitivas y genéricas que el estudiante de Ingeniería Industrial debe adquirir y/o desarrollar a lo largo de su carrera. En este marco, se aplica un juego educativo utilizando un servicio web de educación social y gamificada denominado Kahoot!. Consiste en un tablero con preguntas y 4 posibles respuestas tipo *múltiple choice*, que los estudiantes deben contestar ingresando desde un enlace web en sus dispositivos electrónicos. La importancia de la experiencia reside en que los estudiantes demostraron entusiasmo y atención desde el inicio de la clase, y predisposición para participar en el juego, desarrollando así capacidades en competencias de egreso: desempeño efectivo en equipos de trabajo, comunicación efectiva y toma de decisiones.

**Palabras Claves:** TIC, Educación Universitaria, metodologías, Kahoot!.

### ABSTRACT

The insertion of ICT is increasingly frequent and demanded in university education. With access to technology in educational establishments and in a personal way, the challenge is to innovate by inserting ICT, renewing teaching and bringing formal education and work in the classroom, to informal education and resources available on the web. The incorporation constitutes an innovation if it is accompanied by student-centered methodologies. This article presents the experience of the development of a recreational activity in the classroom in a subject of the last year of the Industrial Engineering degree. This game is part of the learning of the subject approached in a timely manner in the subject and also relates cognitive and generic skills that the Industrial Engineering student must acquire and/or develop throughout his career. In this framework, an educational game is applied using a social and gamified web education service called Kahoot!. It consists of a board with questions and 4 possible multiple choice answers, which students must answer by entering from a web link on their electronic devices. The importance of the experience is that the students showed enthusiasm and attention from the beginning of the class, and willingness to participate in the game, thus developing skills in graduation skills: effective performance in work teams, effective communication and decision making.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El diseño y uso de TIC para innovación en la enseñanza centrada en el alumno ofrece una instancia para renovar las prácticas docentes e invita a reflexionar respecto de la forma de concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje y el rol que en este proceso juegan los estudiantes, los profesores, las tecnologías, las metodologías, los materiales, entre otros [1]. La necesidad de considerar este contexto tecnológico en las currículas universitarias ha generado la transformación de las instituciones de Educación Superior con cambios en la manera de enseñar y de aprender, lo que implica tener en cuenta competencias digitales, las cuales se caracterizan por ser activas, dinámicas y participativas.

Dentro de los instrumentos habituales con predominio de actividades prácticas y aplicados a la evaluación formativa, se encuentra la gamificación, con la que se pretende la participación activa de los estudiantes a través del juego y la construcción conjunta del conocimiento. Salinas advierte que esto supone un cambio de los entornos convencionales de formación y de los procesos de enseñanza y aprendizaje, en el que los roles de los docentes y los estudiantes también resultan modificados [2]. Concretamente, respecto a estos últimos, las TIC suponen una intensificación de la participación activa en el proceso de aprendizaje, que es lo que se necesita para hacer frente al actual problema de ausentismo y desinterés.

Entre las herramientas digitales disponibles y gratuitas se encuentra Kahoot!, que representa una nueva generación de sistemas de respuesta con su foco principal en la motivación, la participación y el compromiso de los estudiantes a través de gamificación [3]. Prensky considera que este tipo de juegos también se pueden utilizar para enseñar habilidades, juicios de valor, comportamientos, teorías, razonamiento, procedimientos, creatividad, idiomas, observación y comunicación con diversos enfoques [4]. Muñoz explica que Kahoot! es una aplicación digital totalmente gratuita, creada para llevar los principios de la gamificación a las aulas [5]. Se trata de una plataforma de aprendizaje mixto basado en el juego, que fomenta la atención y participación del estudiante a través de preguntas y respuestas generadas por el profesor y proyectadas para que los alumnos las respondan desde sus dispositivos, que hace que se sientan partícipes de un enorme juego, fomentando su grado de implicación. Esto permite a los educadores y estudiantes investigar, crear, colaborar y compartir conocimientos. Además, se ha verificado que los estudiantes del último año de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Mar del Plata, aprenden mayoritariamente impulsados por objetivos del contexto de aprendizaje en que se encuentran inmersos (ya sea un asignatura o programa de formación), pero principalmente situados en el corto plazo, y que la motivación principal para el aprendizaje se relaciona con el involucramiento personal y emocional en la tarea [6].

El objetivo del presente trabajo consiste en transmitir la experiencia de la inserción de TIC en el aula a través del uso de la gamificación como método didáctico en la enseñanza universitaria, no sólo como una herramienta para el aprendizaje de un tema determinado por parte de los estudiantes, sino también para poder evaluar a través de la expresión práctica las competencias, habilidades y actitudes de los estudiantes, adquiridas y/o desarrolladas a lo largo de la carrera. El juego seleccionado complementa el aprendizaje de un tema que, según el cuerpo docente de la asignatura, no despertaba interés o entusiasmo en el alumnado.

En la asignatura Mecanismos de Integración Económica, perteneciente al último año de la carrera de Ingeniería Industrial, se realiza la experiencia de utilizar el servicio web de educación social y gamificado denominado Kahoot!, que consiste en crear un tablero de juego, con preguntas y cuatro posibles respuestas tipo *multiplechoice*, sobre un tema seleccionado por los docentes. En un tiempo determinado los estudiantes, agrupados en equipos, deben contestar ingresando desde un enlace web en sus dispositivos móviles y al acabar la partida, es decir, cuando se han completado todas las preguntas, un podio premia a aquellos que han conseguido la mayor puntuación por respuestas correctas y en el menor tiempo, avanzando a lo alto

del ranking.

Los resultados preliminares de la implementación del juego en el aula han sido satisfactorios.

## 2. METODOLOGÍA.

La asignatura seleccionada para la utilización de la gamificación es Mecanismos de Integración Económica, correspondiente al quinto año de la carrera Ingeniería Industrial, que se dicta en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El tema sobre el cual se aplicó la actividad lúdica fue “Inicios del Comercio Exterior Argentino”. Se dispone de 3 horas de clase semanales, concentradas en un solo día, por lo tanto el trabajo propuesto no debe exceder las horas otorgadas para una clase.

Con anterioridad a la clase los docentes crearon un Kahoot!. Uno de ellos se registró en el sitio web: [kahoot.com/welcomeback](http://kahoot.com/welcomeback), en el que se elaboró el cuestionario que posteriormente fue utilizado. Este entorno es muy sencillo e intuitivo, en el que existe la opción para personalizar las preguntas según el tema de interés.

En el aula se necesitaron el proyector y una computadora con conexión a internet y los estudiantes sus dispositivos móviles (preferentemente teléfono) también con conexión a internet.

Primero se realizó una clase teórica participativa, donde uno de los docentes expuso conceptos teóricos, en la cual los estudiantes consultaron y opinaron sobre los temas abordados. Al inicio de la clase se les solicitó que prestaran atención no solo a los conceptos sino también a determinados hitos que fueron surgiendo en el desarrollo del comercio exterior del país. A continuación, se les propuso la realización de la actividad práctica. Teniendo en cuenta la cantidad de alumnos del curso (aproximadamente 50) se planteó que sea grupal, se dividieron en grupos de 3 estudiantes cada uno. En la clase anterior se les había informado que iban a necesitar un dispositivo móvil para poder llevar a cabo el juego, por lo tanto era fundamental que uno de los miembros del grupo contara con el mismo. Posteriormente se les explicó la consigna del trabajo práctico: “Responder correctamente el cuestionario propuesto sobre el tema Inicios del Comercio Exterior Argentino a través del uso de la aplicación Kahoot! a los efectos de realizar la evaluación de los conceptos adquiridos en clase”.

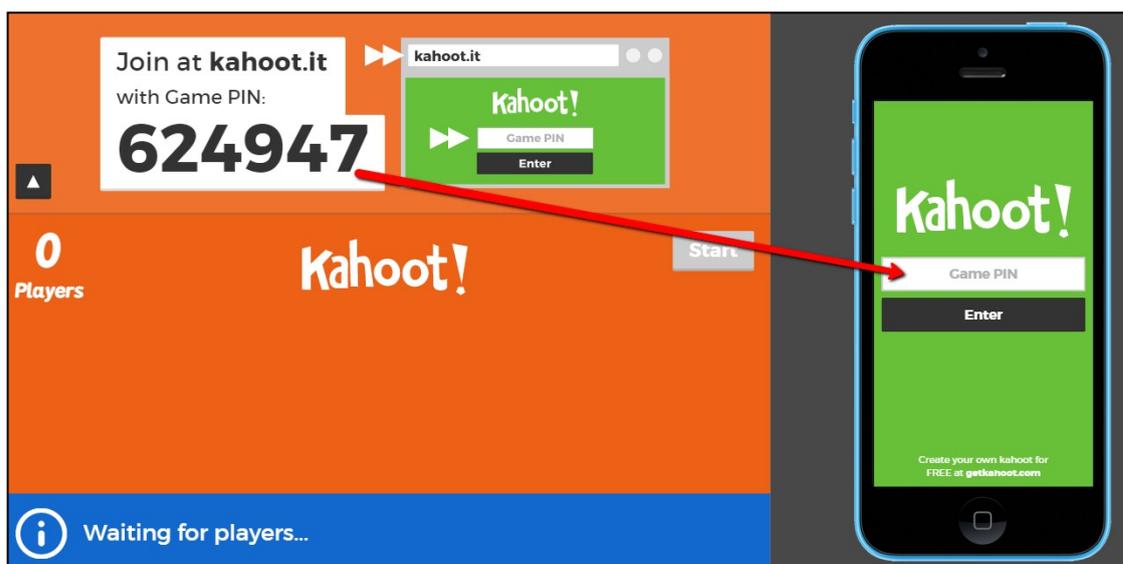


Figura 1 Colocación de PIN Fuente: KAHOOT! S1 STEM 2nd 2015-2016

Para comenzar a jugar los estudiantes recibieron un PIN que debían ingresar en la página WEB *kahoot.it*/en su dispositivo móvil (Figura 1). Se registraron con un nombre de fantasía que identificaba a cada grupo, y cuando se verificó que todos estuvieran en línea comenzó el juego. La registración de los grupos participantes, las preguntas, las respuestas correctas y el ranking final de las puntuaciones fueron proyectados en la pantalla frente al aula. Se inició la etapa de las preguntas, con la posibilidad de elegir una de las 4 opciones otorgadas, los alumnos en sus dispositivos móviles seleccionaron la opción que consideraron correcta. Para ello se les otorgó un tiempo de 20 segundos para responder, el cual es programado en la plataforma por los docentes (Figura 2). Cuando el grupo seleccionó la respuesta, se observa en su pantalla si es correcta o no (Figura 3).

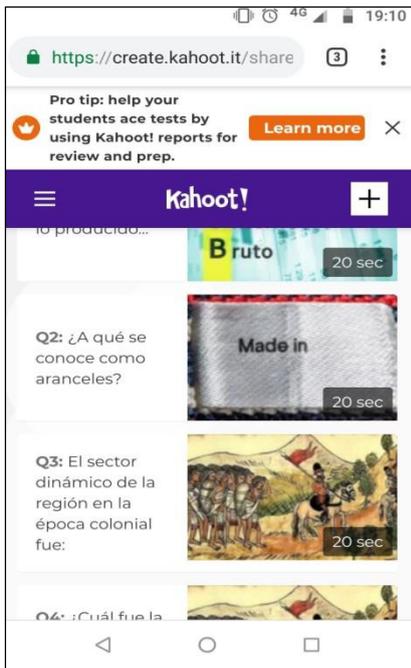


Figura 2 Preguntas del juego en clase y tiempo programado para responder.  
Elaboración Propia

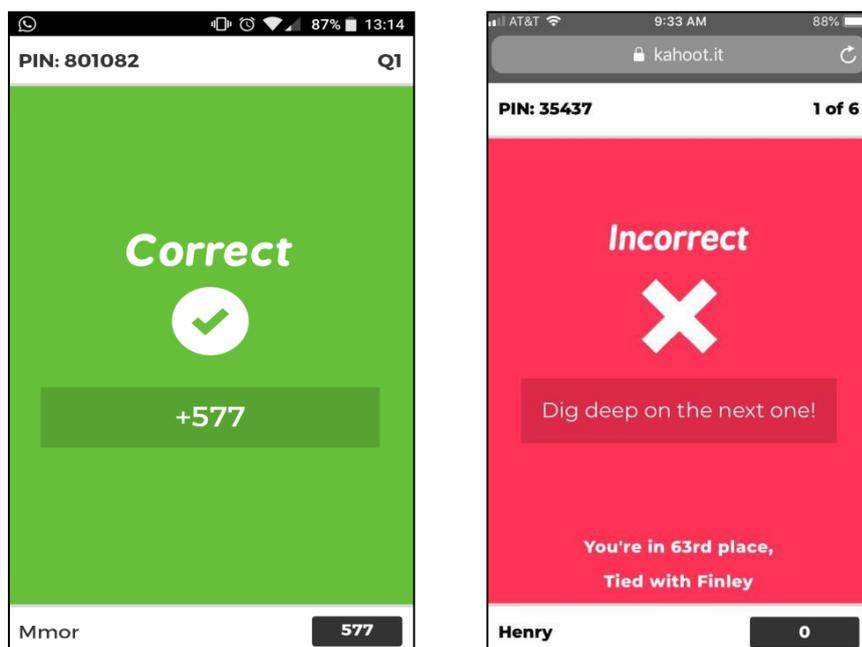


Figura 3 Pantallas de Kahoot! - respuesta correcta y respuesta incorrecta.  
Fuente: Kahoot!, a game-based classroom response system.

Al finalizar el ciclo (pregunta realizada y respuesta seleccionada) cada grupo pudo conocer su puntuación y el ranking de todos los participantes (Figura 4). Esta puntuación depende de la cantidad de respuestas correctas y también de la velocidad de respuesta. En esta oportunidad las preguntas fueron 12, y cumplida la actividad, en la pantalla se presentó un podio con los 3 grupos que mayor puntuación obtuvieron y en pos de la motivación, los docentes les entregaron un premio comestible (dulce) a los que lo integraron (Figura 5).

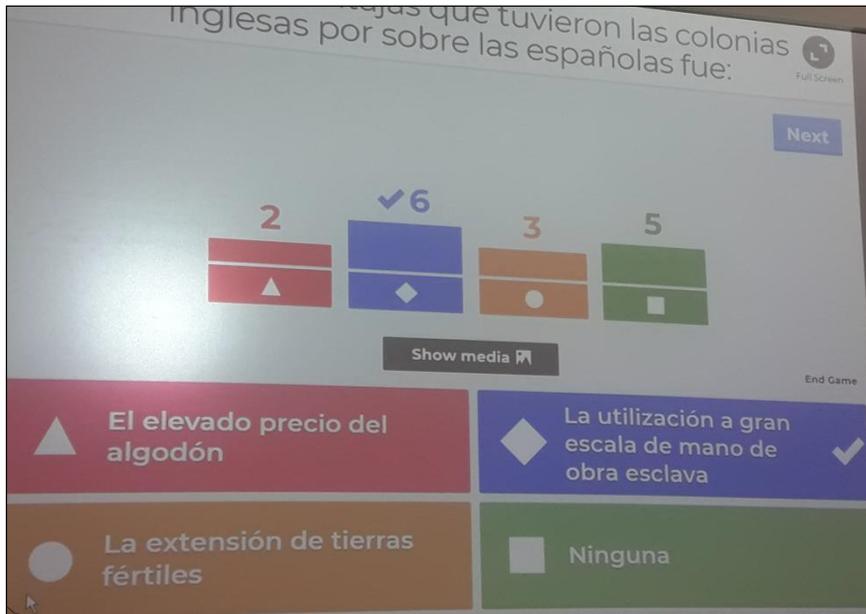


Figura 4 Podio por pregunta en la clase.  
Elaboración Propia

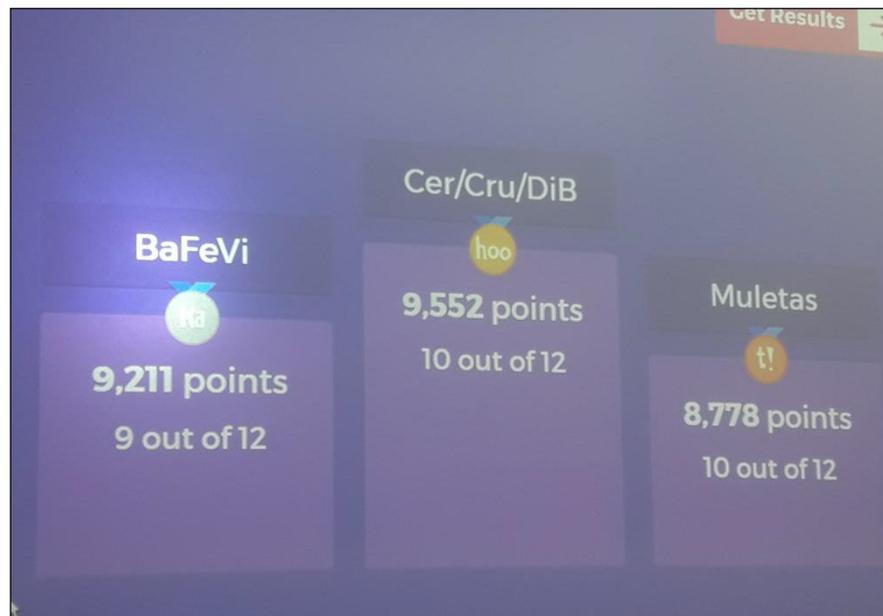


Figura 5 Podio final en la clase.  
Elaboración Propia

### 3. RESULTADOS.

En el aula las funciones del docente se redujeron a ser presentadores del juego, explicar el funcionamiento de la aplicación, leer las preguntas y justificar las respuestas, cuando fue necesario, con el objetivo de esclarecer las posibles dudas. También entregaron recompensas para los que ocuparon el podio.

La aplicación permite exportar los resultados a Excel o incluirlos en Google Drive, para que los docentes puedan disponer de los mismos en el proceso de evaluación. Este trabajo práctico no fue evaluatorio sino que se consideró como una actividad complementaria del aprendizaje. De todos modos se mostraron los resultados en la pantalla para que cada grupo pudiera ver su desempeño a lo largo de la actividad, por pregunta (Figura 6).

En cuanto al desempeño de los estudiantes durante el juego, mostraron una gran predisposición previa a su realización e interés y entusiasmo durante la actividad, se mantuvieron cautivados y motivados. En general no mostraron frustración ante sus errores, sino alegría y optimismo para continuar y mejorar. Como “nativos digitales” se desempeñaron exitosamente en un campo que no les es ajeno.

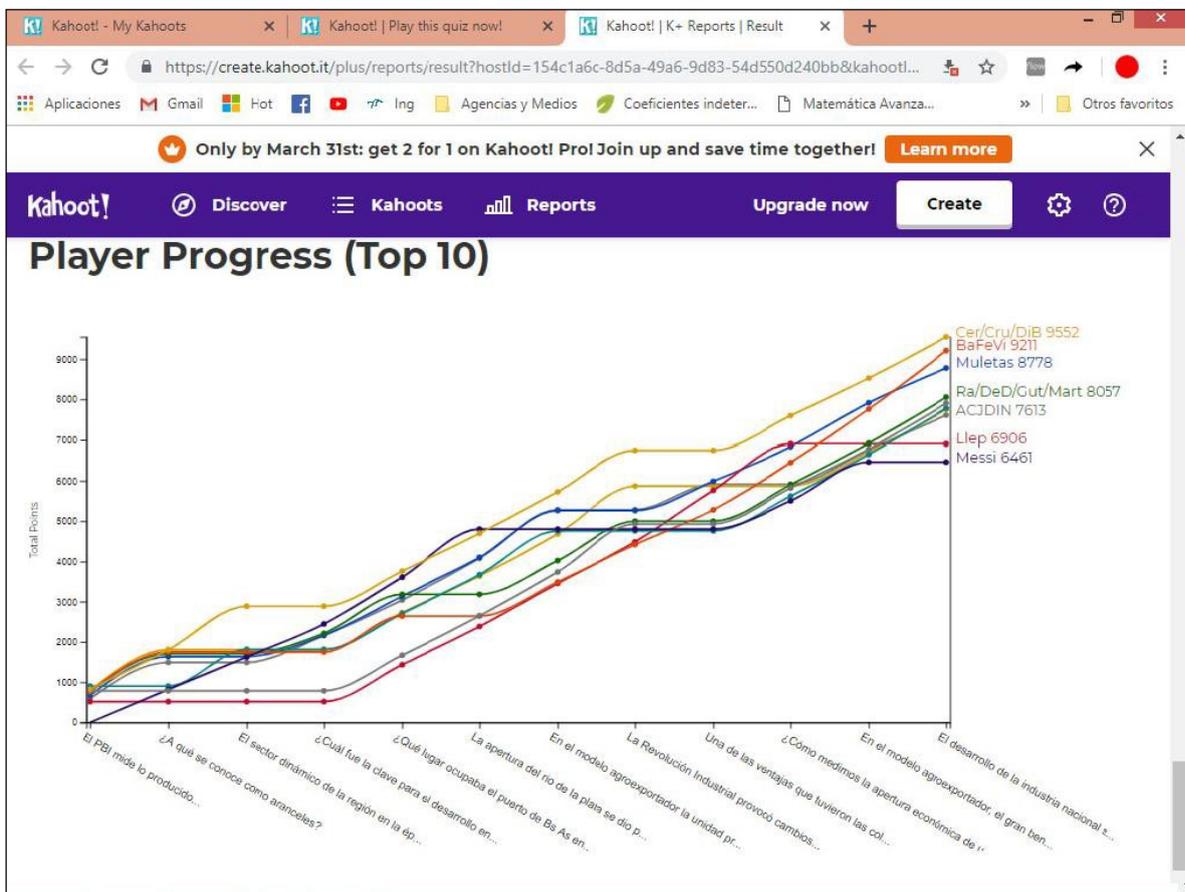


Figura 6 Reporte de los resultados en la clase.  
Elaboración Propia

### 4. CONCLUSIONES.

La gamificación en el aula permite fomentar el trabajo en equipo, colaborativo y cooperativo, así como la interacción entre los estudiantes y el desarrollo de la iniciativa metódica. Constituye una actividad práctica que estimula el aprendizaje a partir de errores. Kahoot! es una herramienta que gamifica el proceso de aprendizaje en clase, y los estudiantes aprenden divirtiéndose, repasan temas y refuerzan conocimientos. Al tratarse de un factor innovador y además en ocasiones un factor

sorpresa, implica una mayor valoración de la sesión por parte de los participantes. Aumenta la atención de los estudiantes durante la clase teórica y por tanto, una mayor incidencia del contenido.

Existen innumerables herramientas a ser utilizadas, sin embargo la competencia tecnológica se encuentra aún en niveles básicos de comprensión y utilización en las generaciones que hoy ocupan el rol docente, y resultan mucho más intuitivas y naturales en las generaciones de “nativos digitales” que transitan las aulas.

Los resultados preliminares han sido satisfactorios, tanto en el desempeño de los alumnos, así como también desde los objetivos de los docentes de la asignatura y la implementación del juego. Si bien se requieren mejoras en su planificación, se puede concluir que este tipo de actividades no sólo incentivan a los alumnos, sino que también permiten una mejor comprensión de los temas abordados.

## 5. REFERENCIAS.

- [1] Silva, Juan (2016). “*Metodologías centradas en el alumno: la llave para innovar con TIC en Educación Superior*”. *Revista Gestión de la Innovación en Educación Superior*. 10.13140/RG.2.2.34654.64329.
- [2] Salinas, J. (2004). “*Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria*”. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. 1: 1-16. Consultado el 2 de mayo en <https://Users/Adminpc/Downloads/Salinas%202004.pdf>
- [3] Wang, A. y Lieberoth, A. (2015). “*The effect of points and audio on concentration, engagement, enjoyment, learning, motivation, and classroom dynamics using Kahoot!*”. (Tesis Doctoral). Norwegian University of Science and Technology, Aarhus University, Interacting Minds Center (IMC) and Department of Education.
- [4] Prensky, M. (2005). “*Computer games and learning: Digital game-based learning*”. *Handbook of computergame studies*. 18: 97-122.
- [5] Muñoz, Melina. (2017). “*Las TIC en educación: "kahoot!" como propuesta de gamificación e innovación educativa para Educación Secundaria en Educación Física*”. 10.13140/RG.2.2.15536.35846.
- [6] Morcela, A.; D’Onofrio, M. V. y Nicolao García, I. (2019). “*Estudiantes analógicos en la era digital: características del PLE evidenciado al egreso de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata*”. *Revista e-tramas*. V:3 , pp. 40-64.

## Como establecer competencias de egreso en las Prácticas Profesionales Supervisadas

Gallegos, María Laura\*; Kern, Silvia; Cinalli, Marcelo; Pacini, Carina

*\*Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Nicolás Colón 332 – 2900  
San Nicolás – Buenos Aires mgallegos@frsn.utn.edu.ar*

### RESUMEN

Numerosos estudios revelan la articulación multisectorial entre estado, universidad y empresa como actores clave para impulsar el desarrollo socioeconómico regional y nacional. La universidad, en su función de productora de conocimiento, tiene por misión aportar innovación y desarrollo al medio socio productivo de su influencia, en un marco institucional sustentable. ¿Es posible potenciar las capacidades institucionales universitarias desde las prácticas profesionales fortaleciendo la función de todos los actores? ¿Qué aspectos de la formación universitaria pueden revitalizarse a través de la interacción con el sector de manufactura y servicios? ¿Y con el Estado?

Este trabajo, enmarcado en una investigación más amplia, intenta dar respuesta a estas preguntas a partir de la revisión y síntesis de resultados de prácticas profesionales realizadas, desde el año 2013, en la especialidad de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás, dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional. Se utilizaron para ello, técnicas e instrumentos de recolección de información, tales como entrevistas a los distintos sectores y cuestionarios digitales semi-estructurados dirigidos a estudiantes practicantes.

Las principales conclusiones otorgan relevancia al desarrollo de capacidades institucionales relacionadas con la planificación, la instrumentación y definición de funciones (roles y responsabilidades) en vinculación con los sectores productivo y gubernamental. Por otro lado, indican la necesidad de formación de competencias específicas (propias de la especialidad) y de una serie de competencias genéricas que se describen en el desarrollo del trabajo. Los resultados pueden impactar en distinta medida, puertas afuera de la universidad, en relación con el sector de producción de bienes y servicios (empresas, organismos, instituciones) y luego, con el entorno social regional, y las posibilidades de empleo a los nuevos profesionales, mientras generan un mecanismo de autoevaluación clave para la especialidad.

**Palabras Claves:** prácticas profesionales, evaluación institucional, competencias de egreso.

### ABSTRACT

Numerous studies reveal the multisectorial articulation between state, university and company as key actors to boost regional and national socio-economic development. The university, in its role as a knowledge producer, has the mission of providing innovation and development to the socio-productive environment of its influence, in a sustainable institutional framework. Is it possible to strengthen university institutional capacities from professional practices by strengthening the role of all actors? What aspects of university education can be revitalized through interaction with the manufacturing and services sector? And with the state?

This work, framed in a more extensive investigation, tries to answer these questions from the review and synthesis of the results of professional practices carried out, since 2013, in the specialty of Industrial Engineering of the San Nicolás Regional Faculty, dependent on the National Technological University. Techniques and

instruments for collecting information were used for this purpose, such as interviews with different sectors and semi-structured digital questionnaires aimed at practicing students.

The main conclusions give relevance to the development of institutional capacities related to planning, instrumentation and definition of functions (roles and responsibilities) in connection with the productive and governmental sectors. On the other hand, they indicate the need for the formation of specific competences (specific to the specialty) and a series of generic competences that are described in the development of the work. The results can have a different impact, outside the university, in relation to the sector of production of goods and services (companies, organizations, institutions) and then, with the regional social environment, and employment opportunities for new professionals, while generating a key self-assessment mechanism for the specialty.

## 1. Introducción

Numerosos estudios revelan la articulación multisectorial entre estado, universidad y empresa como actores clave para impulsar el desarrollo socioeconómico regional y nacional. Una casa de altos estudios, en su función de productora de conocimiento, tiene por misión aportar innovación y desarrollo al medio socio productivo de su influencia, en un marco institucional sustentable. ¿Es posible potenciar las capacidades institucionales universitarias desde las prácticas profesionales fortaleciendo la función de todos los actores? ¿Qué aspectos de la formación universitaria pueden revitalizarse a través de la interacción con el sector de manufactura y servicios? ¿Y con el Estado? Este trabajo, enmarcado en una investigación que se viene llevando a cabo desde el año 2013 e que involucra docentes del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás, dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional, intenta dar respuesta a estas preguntas a partir de la revisión y síntesis de resultados de prácticas profesionales realizadas. Para ello se han utilizado técnicas e instrumentos de recolección de información necesarios, tales como entrevistas a los distintos sectores, encuestas y cuestionarios digitales semi-estructurados dirigidos a estudiantes practicantes y docentes.

## 2. Desarrollo del trabajo

### 2. 1. Fundamentación

El modelo de innovación de triple hélice se refiere a un conjunto de interacciones entre la universidad, la industria y los gobiernos, para fomentar el desarrollo económico y social. En este modelo, la universidad es la principal fuente de producción de conocimiento, la industria es la generadora de producción de bienes de manufactura, servicios y su comercialización y el gobierno mantiene su función de regulador, administrador y planificador. [1]

La integración mancomunada de tres sectores bajo un esquema de planificación de largo plazo integra visiones, objetivos y metas de forma precisa y estratégica, promueve el desarrollo de una estructura productiva tendiente a una mayor y mejor inserción internacional, con consecuencias positivas en la socio-economía. El modelo de triple hélice, evoluciona a una hélice cuádruple agregando un cuarto componente al marco de interacciones: la sociedad civil y los medios. [2]

En este marco, el papel de las universidades cobra un rol preponderante en referencia al impacto de la responsabilidad social, intrínseca en su función de formar, investigar y transferir el conocimiento al medio, constituyendo éstas sus funciones sustantivas que atraviesan procesos sociales, culturales y económicos. El diseño, evaluación y desarrollo de políticas, estrategias y acciones públicas son parte de una agenda compartida con el Estado y los diversos actores sociales y productivos. La Universidad debe formar sujetos sensibles a los problemas sociales, que se comprometan con el desarrollo de la sociedad en la que están insertos, que sea creativo en la articulación de su profesión con la promoción del desarrollo social y comprometido con su comunidad. Lograr, a través de la educación universitaria, formación ética y social responsable.

¿Por qué? Porque la Universidad debe dejar huellas en el egresado, las cuales direccionen su accionar sobre las decisiones que tome en su profesión y que impacten favorablemente en la sociedad, en el desarrollo económico, social y político.

En el contexto citado, las universidades se constituyen en protagonistas del desarrollo económico y social promoviendo la innovación a través de procesos sociales. [3]

Las necesidades actuales interpelan a los distintos actores a repensar sus funciones y relaciones. En un mundo tecnológico globalizado, modificado permanentemente y con ciclos de innovación cada más cortos, la universidad comienza a revisar sus procesos formativos, con la mirada en los profesionales que egresa, del perfil formativo que desarrolla.

Las respuestas de la educación superior, en un mundo que se transforma, deben guiarse por tres criterios que determinan su jerarquía y su funcionamiento local, nacional e internacional: pertinencia, calidad e internacionalización. [4]

Hablar de pertinencia es referirse a cuestiones como la democratización del acceso a la educación superior y mayores oportunidades de participación en la misma, incrementar vínculos con el mundo del trabajo y las responsabilidades con respecto al sistema educativo en su conjunto. [4]

En relación a la calidad, se reseña a todas sus funciones y actividades, es decir: calidad de la enseñanza, de la formación y la investigación, lo que significa calidad del personal y de los programas, y calidad del aprendizaje. Como bien se plantea en el documento de la Unesco: “hay que ser consciente de que la búsqueda de la “calidad” tiene muchas facetas y va más allá de una interpretación demasiado estrecha de la función docente de los distintos programas” (p.38). [4]

En cuanto a internacionalización, es el reflejo del carácter mundial del aprendizaje y la investigación que se va fortaleciendo dados los procesos actuales de integración económica y política, por la necesidad de llevar a cabo comprensión intercultural y por la naturaleza mundial de las comunicaciones modernas, los mercados de consumidores actuales, etc. [4]

Algunas de las propuestas sostenidas consisten en: *“Ampliar el acceso y participación en la educación superior, invertir más en educación para asegurar una base más amplia de recursos; mejorar la pertinencia de la educación superior respondiendo a los desafíos de un mundo cambiante en los planos internacional, regional, nacional y comunitario; aumentar la calidad de la educación superior en todas sus funciones y con respecto a todos los que participan en sus actividades; fomentar la función de investigación en la educación superior; fomentar la libertad académica y la autonomía institucional; e intensificar la cooperación internacional en la educación superior y orientarla en un espíritu de solidaridad académica”*. [4]

Respecto de la actualidad en la República Argentina, la educación superior da muestras de la equiparación de la dinámica que representa la hélice cuádruple, a partir del cambio hacia una enseñanza basada en competencias, tal como se expresa en el libro Rojo de CONFEDI, y viene a resumir el conjunto de actividades previas latinoamericanas derivadas de la ASIBEI. [5]

En el año 2017, CONFEDI elaboró la propuesta que fue aprobada por la Asamblea General de ASIBEI realizada en ese mismo año, que contiene acciones en cuatro de los Ejes Temáticos de la CRES 2018 los cuales son: internacionalización e integración regional de América Latina y el Caribe; la Educación Superior como parte del sistema educativo en América Latina y el Caribe; el papel estratégico de la Educación Superior en el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe; La investigación científica y tecnológica y la innovación como motor del desarrollo humano, social y económico para América Latina y el Caribe [5]

De acuerdo con el Libro Rojo de CONFEDI: *“La carrera de ingeniería deberá tener un perfil de egreso explícitamente definido por la institución sobre la base de su Proyecto Institucional y de las actividades reservadas definidas para cada título, con el objetivo que el graduado posea una adecuada formación científica, técnica y profesional que habilite al ingeniero para aprender y desarrollar nuevas tecnologías, con actitud ética, crítica y creativa para la identificación y resolución de problemas en forma sistémica, considerando aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales desde una perspectiva global, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad”*. [6]

La Comisión Nacional de Enseñanza y Acreditación Universitaria (CONEAU) acompaña este enfoque con la fijación de nuevos estándares para la acreditación de carreras, revisando la adecuación de los Planes de Estudio vigentes y la ampliación del campo de actuación de la investigación a las actividades de vinculación y transferencia. En el ámbito de UTN, la modificación reglamento de estudio Ordenanza 1549/16 establece nuevos criterios de evaluación y un replanteo en la planificación

de las cátedras. [7]

Esto lleva a la necesidad de proponer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística, y la definición de competencias presentada en el mismo por CONFEDI. [5]

La instancia curricular denominada Práctica Profesional Supervisada (PPS) (ORD 973 CSU UTN) permite obtener información acerca de los aportes de la carrera al medio y de sus necesidades de intervención, caracterizar a las personas que participan (sus motivaciones e intereses, su formación y preparación), conocer las interacciones que se puede establecer, concretar y sostener la Facultad (convenios, pasantías, proyectos de investigación), e identificar intangibles vinculados a la inserción social del ingeniero industrial. Dicha práctica constituye una exigencia curricular para las carreras de ingeniería en cumplimiento de la Resolución Ministerial que aprueba los estándares para la acreditación de las carreras de ingeniería. [8]

Resulta una instancia valiosa de formación para el ingenio industrial, por cuanto involucra distintas aristas de acción en las que intervienen: el alumno que las ejecuta, las personas que cumplen roles tutores (desde en la universidad y desde la empresa vinculada) para dar seguimiento de su desarrollo, y dichas organizaciones (y su entorno), que determinan la forma y encuadre del escenario en que se llevan a cabo.

## **2. 2. Problemática planteada**

Un caso de planificación local, refiere al trabajo mancomunado realizado con la municipalidad desde el año 2013, en el cual se ven articuladas las capacidades institucionales de instrumentación para un proyecto que congrega estudiantes en PPS, docentes tutores (por Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Nicolás) y supervisores de campo (por la Municipalidad de San Nicolás). Dicho programa se viene desarrollando con un equipo de docentes orientados a la preocupación por dar respuesta a las necesidades de las partes interesadas municipio-universidad, buscando la mejora de estos procesos. Asimismo, promueve la importancia de la ingeniería industrial y su involucramiento en procesos no industrializados, que implican un abordaje diferente, tanto en trabajo de campo, en las relaciones interpersonales, como en el desarrollo de competencias tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales. Su implementación, generó un aporte superador para todos los actores involucrados y para las dos instituciones nucleadas, cuyo fin último es la sociedad. Otros proyectos similares, y a partir de nexos con la industria privada han fortalecido la articulación universidad y medio (proyecto de ahorro energético ligado a una gran industria de la zona).

A partir de las articulaciones mencionadas, la PPS ha sido objeto de estudio y análisis para el desarrollo de mejoras. En trabajos previos, se caracterizó la instrumentación de una PPS en cuatro grandes bloques de actividades: presentación, desarrollo, informe y evaluación, donde se describe a cada etapa como un proceso independiente, pero con resultados sobre la fase siguiente. [9] Estas etapas se analizaron desde la óptica del ciclo PHVA: Planificar, Hacer, Verificar, Actuar. [10] Se definieron los interlocutores válidos para el seguimiento y monitoreo del alumno durante el desarrollo de sus prácticas. Se presentó la propuesta de incorporar PPS en proyectos de investigación como instancia para la formación de investigadores y de transferencia de conocimientos, precisando la metodología de trabajo requerida para alcanzar los resultados esperados. [11] También se aplicaron herramientas de mejora continua en el ámbito de la gestión pública, gobierno electrónico [12] y AVC: Aula Virtual de Capacitación. [13] Luego se realizó la correspondiente revisión y evaluación de los resultados obtenidos optimizando la relación Universidad-Comunidad-Empresa. [14] Finalmente, se vincularon las acciones de las PPS en la gestión pública con la responsabilidad social universitaria, analizando los impactos educativos, organizacionales, sociales y cognitivos identificados por el Banco Iberoamericano de Desarrollo (BID). [15]

Actualmente, el grupo de investigadores analiza la mejora del proceso de PPS y acciones innovadoras para detectar oportunidades, afianzar fortalezas y fidelizar procesos autogestionables vinculados a la misma. [16]

Este trabajo se desarrolla en el marco de una investigación más amplia, el proyecto PID TOIAISNOOO4924TC. [17]

### 2. 3. Competencias en la práctica

CONFEDI define a la **Competencia** como “*la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales*” (CONFEDI, 2014, p.16). Con ello, se puede interpretar que los modelos mentales y valores adquiridos tienen que ponerse a disposición del conocimiento en el contexto de la PPS para que el estudiante pueda resolver el problema planteado en la organización elegida.

El alumno ha desarrollado y lleva consigo, un recorrido de (al menos) cinco años académicos incorporando saberes de diferentes áreas de conocimientos, tanto complejos como integrados, en su mayoría teóricos y algunos con aspectos y estructura más procedimental y relacionados a la parte empírica.

Desde la práctica tradicional desarrollada en clase, debería poder realizarse la transposición eficiente a la resolución de problemáticas reales, desde un marco curricular al campo organizacional en materia de ingeniería. La experiencia de la materia PPS procura reducir esta distancia y a la vez identificar e incorporar soluciones y ajustes a los diseños curriculares universitarios.

Por otra parte, el rol fundamental del docente tutor consiste en orientar al estudiante para que pueda identificar, formular y resolver el o los problemas de ingeniería que se presentan en el marco de su PPS (competencia de egreso). Debe poder explicar los valores éticos del profesional, ya que, hasta el momento el estudiante no ha realizado el juramento profesional. También mantener vigente los valores intrínsecos que promueve la facultad en aquello referente al desempeño profesional técnicamente competente y socialmente comprometido con la organización que se involucra en su práctica.

En el último tiempo se ha estado trabajando desde el equipo de los tutores de PPS de la carrera de Ingeniería Industrial, en una guía básica de trabajo, que orienta al alumno para que, desde las materias cursadas, pueda:

- **comprender** una situación presente en la PPS como una problemática y **elija** el camino a seguir.
- **captar** la situación inicial para **identificar** los datos pertinentes al problema.
- **entender** y evaluar el contexto del problema y como resultado de su análisis proponer **modificaciones**.
- **determinar** el alcance del problema, formularlo de manera clara y precisa, y **reunir** diversas alternativas de solución.
- **distinguir** los criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada al contexto particular de la PPS y en especial desde los **conocimientos** teóricos adquiridos.
- **familizarse** con el medio ambiente y la sociedad que va actuar para **enumerar** los impactos de **aplicar** las diversas alternativas de solución.

Ahora bien, ¿el alumno alcanza las competencias de egreso durante el desarrollo de la PPS? El consenso así lo determina dado que los informes de PPS presentados por los estudiantes lo reflejan en su contenido, como también, los resultados de las presentaciones por los alumnos al Comité Técnico Evaluador. En este trabajo se presentan mediciones empíricas a través de una encuesta para evaluar la perspectiva y percepción del alumno. También un breve resumen de entrevistas a dirección de la carrera y a docentes que han seguido procesos continuados de PPS.

### 3. Resultados

#### 3.1 Diseño de encuestas para estudiantes

Se consensuó que la medición de la respuesta al nivel de aplicabilidad que los alumnos reconocen a las competencias adquiridas, debía replicarse en un cuestionario diseñado específicamente para ellos, a fin de recabar sus opiniones. El diseño se realizó sobre preguntas simples, referidas a la forma de acceso a posibles PPS, las conductas observadas en el desarrollo y el reconocimiento de las fortalezas y dificultades que encontraron en las habilidades que suponemos debían presentar y disponer durante su práctica.

Se utilizó como herramienta, un formulario de google, que permite rápidas respuestas y presenta gráficos muy útiles sistematizando ágilmente los datos cargados por los encuestados. Las preguntas se diseñaron para ser respondidas de manera sencilla (se utilizaron respuestas múltiples y valoraciones), con el solo requerimiento del correo electrónico del participante, y se elaboraron con medidas simples para poder tabularlas con facilidad. En la figura 1 se visualiza el modelo de encuesta desarrollada por el grupo de especialistas.

**Autoevaluación de PPS para la Mejora Continua**  
Este breve cuestionario nos ayuda a mejorar. Completalo según tu experiencia.  
*\*Obligatorio*

**1. Dirección de correo electrónico \***

**DEL PROCESO PREVIO**

**2. 1.- La oportunidad de tu PPS \***  
Marca solo un óvalo.

La buscaste vos  
 Te la ofrecieron desde la Empresa  
 Pediste ayuda en la Facultad/Depto Industrial  
 Te avisó un compañero o docente  
 Otro: \_\_\_\_\_

**3. 2.- La PPS la llevaste a cabo en: \***  
Marca solo un óvalo.

una organización pública /gubernamental  
 una PyME  
 una empresa grande /multinacional  
 la misma Facultad  
 Otro: \_\_\_\_\_

**DEL DESARROLLO Y TU ACTIVIDAD**

**4. 3.- Fue tu primer contacto con una organización laboral? \***  
Selecciona todas las que correspondan.

Si  
 No

**5. 4.- ¿Cómo fue el horario de la experiencia de la PPS? \***  
Marca solo un óvalo.

Flexible  
 Estructurado por la organización

**6. 5.- La integración al grupo organizacional fue: \***  
Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Fácil y rápida      Difícil y controvertida

**7. 6.- ¿Qué beneficios percibiste durante el desarrollo? \***  
Selecciona todas las que correspondan.

Desarrollo de habilidades  
 Networking  
 Aplicación de conocimientos  
 Oportunidad laboral  
 Otro: \_\_\_\_\_

**8. 7.- Valora tu experiencia de PPS \***  
Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Poco Valiosa      Muy Valiosa

**9. 7.- Basado en lo que aprendiste en tu carrera, enumera en una o dos palabras dos (2) temas o conceptos/prácticas que puedas señalar como FORTALEZAS en tu PPS \***

\_\_\_\_\_

**10. 8.- Basado en la PPS que llevaste a cabo, enumera en una o dos palabras dos (2) temas o conceptos que podamos incorporar a la carrera, como OPORTUNIDADES de mejora. \***

\_\_\_\_\_

**11. 9 - Selección a continuación tres (3) materias que hayas utilizado en el desarrollo de tu PPS.**  
Selecciona todas las que correspondan.

Seguridad, Higiene e Ingeniería Ambiental  
 Investigación Operativa  
 Procesos Industriales  
 Mecánica y Mecanismos  
 Evaluación de Proyectos  
 Planificación y Control de la Producción  
 Diseño de Producto  
 Instalaciones Industriales  
 Legislación  
 Mantenimiento  
 Manejo de Materiales y Distribución de Plantas  
 Comercio Exterior  
 Relaciones Industriales  
 Ingeniería en Calidad  
 Control de Gestión  
 Otro: \_\_\_\_\_

**12. 10- ¿Por qué las elegiste? \***

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Se enviará una copia de tus respuestas por correo electrónico a la dirección que has proporcionado

Figura 1 Encuesta - Autoevaluación de PPS para la mejora continua. Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2 Datos primarios

La encuesta se realizó sobre un universo de 80 envíos, de los cuales se recibieron 26 contestaciones, lo que representa un 32% de nivel de respuesta.

A continuación, se presenta el análisis derivado de las mismas en un análisis descriptivo.

El gráfico de la figura 2 - Accesos a la PPS muestra el modo en el que el alumno se pone en contacto con la organización que realizó su PPS, dando como resultado que en el 50% de los casos, su aproximación fue por vínculo de la facultad y casi el 40% por iniciativa propia.

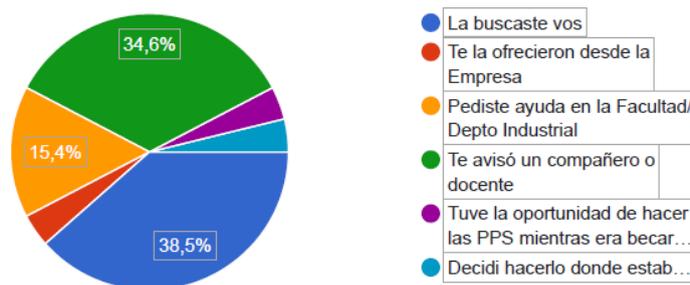


Figura 2 Acceso a la PPS. Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de la Figura 2 – Distribución social de las organizaciones, presenta que la distribución es casi igualitaria entre el ámbito privado como público. Dentro de ellos, la distribución es análoga entre Pymes y empresas grandes, como entre organismo estatal y la UTN–FRSN. Se destaca el resultado de que para el 35 % de los encuestados se trató de su primer contacto con una organización.

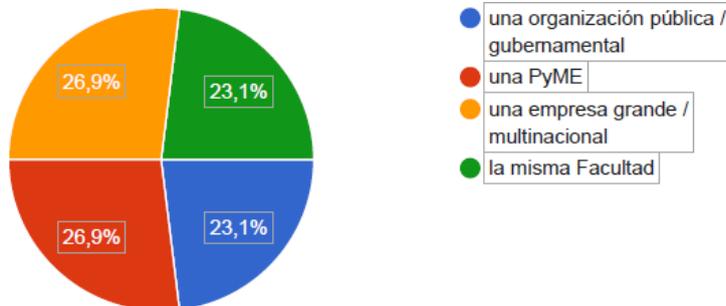


Figura 3 Distribución social de las organizaciones. Fuente: Elaboración propia.

La valoración de la PPS en el rango de 1 a 5 fue considerada por el grupo de estudiantes en un 100% encima de Muy Bueno, y dentro de ese valor el 58% la valorizó como Muy Bueno (4) y un 42% como Excelente (5).

### 3.3 Validación de las competencias de egreso

En el punto 2.3 de este trabajo, se indicó la necesidad de medir las competencias de egreso, el gráfico de la figura 4 presenta información al respecto, indicando que el 58 % de los encuestados reconoce haber aplicado conocimientos y un 61% pudo desarrollar habilidades.

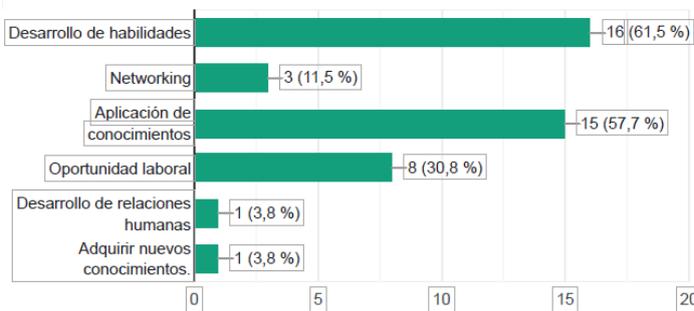


Figura 4 Percepción durante la PPS. Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la integración al grupo organizacional (figura 5) caracterizada en categorías (1) *Fácil y rápida* a (5) *difícil y controvertida*, el 80,8 % de los estudiantes encuestados optó por las opciones

(1) y (2). Dentro de él, el 50% de los casos optó por la máxima puntuación (5).

Esta información es relevante considerando lo indicado también en punto 2, en relación a la formación profesional técnicamente competente y socialmente comprometida.

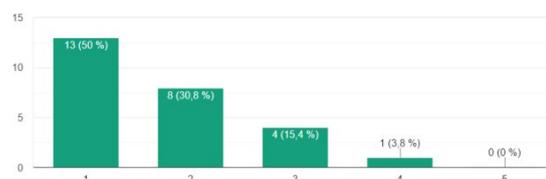


Figura 5 Integración al grupo organizacional. Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de la figura 6 presenta la variedad de materias utilizadas durante las PPS y



el resultado de consultar a cada encuestado sobre (3) tres materias que haya utilizado o puedan destacar durante el desarrollo de su práctica. Las más seleccionadas son las vinculadas a la seguridad, higiene y medio ambiente (13,3%), a la gestión y control (control de gestión, 12% e ingeniería en calidad, 10,7%), a la evaluación de proyectos y planificación y control de la producción (9,3%), procesos industriales y relaciones industriales humanas con la misma valorización (8%). Un conjunto de materias se menciona con menor valorización (1,3%) entre las que se encuentran estudio del trabajo, química, inglés, ingeniería y sociedad, física y diseño de producto.

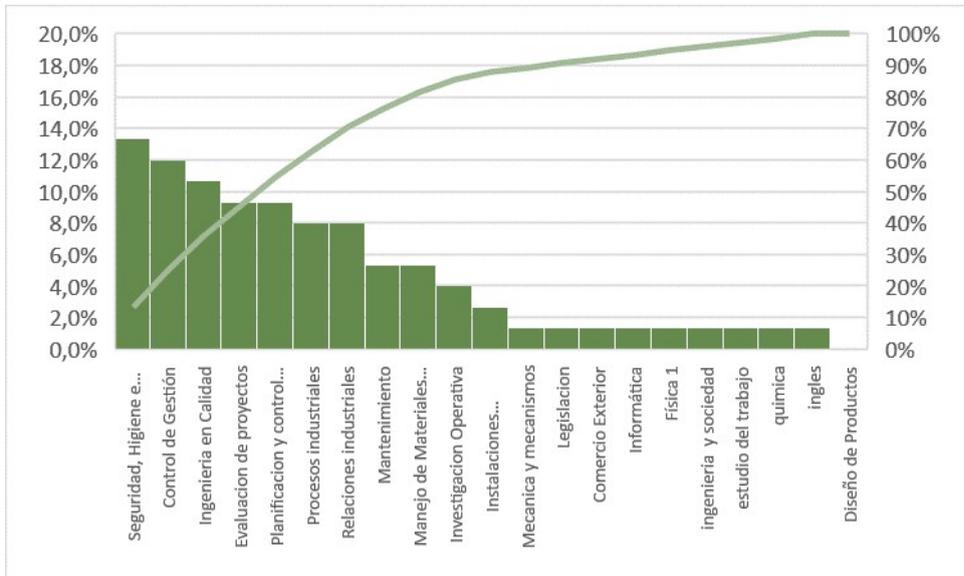


Figura 6 Materias utilizadas durante la PPS. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información relevada a través de encuestas, se puede indicar que los **Resultados de aprendizaje** han sido alcanzados, dado que en términos de asimilación de los conocimientos y de destrezas o habilidades para aplicarlos, las PPS desarrolladas han sido eficaces.

### 3.4. Entrevistas

Se realizó una entrevista al director de la carrera de Ingeniería Industrial. En una de las preguntas, acerca del lugar de realización de la práctica, el entrevistado ha aclarado que el espectro de desarrollo de las PPS es muy amplio, desde las grandes siderúrgicas de la zona, pymes, espacios públicos (como el ámbito municipal) y grupos de investigación. Ha destacado la gran capacidad que tienen los alumnos de adaptación y versatilidad a los distintos entornos y ambientes de trabajo, demostrando muy buenos resultados, tanto en los informes como en las problemáticas resueltas. Como respuesta al trabajo realizado, ocurre en muchos casos, la decisión de las autoridades de incorporar al estudiante a la organización una vez finalizada la práctica.

Cuando se le consulta acerca del tema de realización de prácticas, describe que se concentran en análisis y desarrollos de ingeniería aplicada a la gestión, estudio del trabajo y relevamiento de procesos, como también a la detección de oportunidades de mejoras, con acciones concretas y manifiestas para abordar las problemáticas.

Respecto a las prácticas realizadas en Pymes, la tendencia actual indica que las mismas buscan profesionalizarse con la ayuda de estudiantes avanzados, con lo cual, las disciplinas de control de gestión, calidad y mejora, controles de proceso y evaluación están ligados a sus solicitudes más frecuentes. Respecto al nuevo enfoque de formación por competencias, declara que analizar y proponer mejoras y soluciones industriales, como el conjunto de las acciones necesarias involucradas en su posterior seguimiento, constituyen las principales fuentes de aplicación de conocimientos de PPS. Visualiza habilidad para los manejos de software y

herramientas informáticas, así como para presentaciones eficaces y gestión visual. Considera el perfil del ingeniero industrial como dotado para realizar una conexión entre el mundo físico (de las personas, máquinas, y sistemas) con el mundo de la información (*bigdata* y digital) orientado a la industria 4.0. Por otra parte, se efectuaron entrevistas a docentes tutores que realizaron el seguimiento de las PPS en la Municipalidad como caso de estudio. Se interrogó acerca del número de PPS tuteladas, el modo de actuación de los estudiantes, la evaluación de aportes realizados y conclusiones acerca de necesidades y atributos de la práctica.

Los resultados indican que los estudiantes aplicaron conocimientos de control de gestión y de estandarización y mejora de procesos, diseño y desarrollo de información documentada (en formato impreso y virtual), comunicación formal y contacto permanente con las personas que conforman la organización y aportes de soluciones concretas para resolver problemas y aportar mejoras. Se denotó gran predisposición en particular en las primeras prácticas, las cuales se desarrollaron por estudiantes en simultáneo en distintos sectores y los avances eran compartidos luego en reuniones de trabajo, retroalimentando al equipo organizacional.

Hubo alumnos que pidieron ayuda en situaciones de interrelación con el grupo o sector en el que fueron incluidos. Sin embargo, demostraron solidez y adaptación respecto de las soluciones que plantearon. Al ámbito organizacional aportaron no sólo tabulación de gran cantidad de datos, sino soluciones acerca de los procesos, con una mirada innovadora y encontrando nuevas aristas de acción.

Se encontraron algunas falencias, en particular con herramientas informáticas, que pueden asociarse a la falta de práctica o al tiempo transcurrido desde el aprendizaje (cambios tecnológicos).

En general, no hubo dificultades con la empresa que los recibió ni con el personal vinculado directamente a ellos, sino que fueron bien acogidos y sus aportes fueron aceptados y valorados.

Se propone la necesidad de divulgar la realización de prácticas en organizaciones locales, para encontrar nuevos espacios, así como oportunidades de actuación y aprendizaje de los estudiantes. Alineado a esto, desarrollar mecanismos formales para que los alumnos conozcan oportunidades de seguimiento y tutorial docente, puedan reconocer el proceso completo de la práctica (aprobaciones, seguros, avances parciales y final) y que puedan transmitir su experiencia a sus compañeros. Armar un equipo docente de apoyo que trasmita experiencia y colabore en casos de primera experiencia también puede resultar un gran aporte.

### **3.5. Fortalezas y Oportunidades**

La tabla 1 registra las fortalezas y abren oportunidades de mejorar el desarrollo del conocimiento de distintas áreas en función de los resultados que los alumnos de PPS señalaron en las encuestas.

Tabla 1: Fortalezas y Oportunidades por áreas. Fuente: elaboración propia.

| Area de Gestión  |  |
|--|--|
| <b>Fortalezas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de gestión</li> <li>- Estandarización de procesos</li> <li>- Tablero de control</li> <li>- Herramientas básicas de calidad (Ing. en calidad)</li> <li>- Puesta a mil</li> <li>- Herramientas de gestión</li> <li>- productividad laboral</li> <li>- Aplicaciones técnicas Mejora continua y capacitación</li> <li>- Integración de conocimientos</li> <li>- Responsabilidad social</li> <li>- Amplia visión</li> </ul> | <b>Oportunidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas de gestión</li> <li>- Evaluaciones de riesgos</li> <li>- Guía para la redacción del informe final de las PPS</li> <li>- Industria 4.0</li> <li>- Mejorar la difusión e información.</li> <li>- Difusión de Convenios</li> <li>- Dificultades de las PyMEs Argentinas</li> <li>- Mejorar algunas materias en general</li> <li>- Realidad del entorno y relaciones sociales</li> <li>- contar la experiencia. economía financiera</li> <li>- Enfoque en área compras</li> <li>- Con lo que se daba cuando la curse está muy completo</li> </ul> |
| Area de Recursos Humanos   |  |
| <b>Fortaleza</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relaciones laborales</li> <li>- Integración laboral</li> <li>- Escucha Activa</li> <li>- Capacidad de aprendizaje</li> <li>- Perseverancia - Esfuerzo</li> <li>- Experiencia y proactividad</li> </ul>   | <b>Oportunidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporting / Oratoria</li> <li>- Relaciones humanas</li> <li>- Negociaciones</li> <li>- Práctica</li> <li>- Exposiciones, presentaciones al publico</li> <li>- Presentación abierta a todo el curso del tema desarrollado</li> </ul>  |
| Area de Planificación  |  |
| <b>Fortaleza</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación y evaluación de proyectos</li> <li>- Evaluación de proyectos</li> <li>- Estudio de Factibilidad de Proyectos</li> <li>- Toma de tiempos</li> <li>- Estudio de métodos</li> <li>- Estudio de Tiempos</li> <li>- Lay Out</li> </ul>  | <b>Oportunidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de proyectos</li> <li>- Organización - Optimización del tiempo</li> </ul>  |
| Area del conocimiento  |  |
| <b>Fortaleza</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ciencia de los materiales</li> <li>- Aplicación de conocimientos</li> <li>- Conocimientos técnicos</li> <li>- Investigación</li> <li>- Método científico</li> </ul>  | <b>Oportunidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medio ambiente</li> <li>- Investigación científica</li> <li>- Mantenimiento instalaciones/máquinas</li> </ul>  |
| Area de Informática y Estadística  |  |
| <b>Fortalezas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excel</li> <li>- Informática</li> <li>- Investigación operativa</li> <li>- Análisis Matemático</li> </ul>   | <b>Debilidades y Oportunidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excel avanzado</li> <li>- manejo de herramientas informáticas</li> <li>- Diseño en AutoCAD.</li> <li>- macros en Excel</li> <li>- Lenguaje de programación</li> <li>- Inteligencia artificial (IA), <i>Internet of Things</i> (IoT).</li> <li>- Herramientas estadísticas</li> <li>- Herramientas informáticas, programación</li> </ul>  |

Estos resultados se agruparon a través de un gráfico de afinidad, definiendo ejes o contenidos principales (área de gestión, área de recursos humanos, área de planificación, área de conocimiento, área de informática y estadística) y ordenando la lista según aspectos fuertes y mejoras señaladas por los estudiantes en esos ejes o conceptos.

Las Tablas 2a y 2b muestran la información resumida analizada en base de las fortalezas y oportunidades organizadas por su impacto en las áreas del conocimiento desde el contenido y el relevamiento de uso o necesidad puntual por parte del alumno.



Tabla 2a: Información resumida para el análisis de Fortalezas. Fuente: elaboración propia.

|   | GESTION | PROCESOS | ESTADISTICA | INFORMATICA | CALIDAD Y MEJORA | PRODUCTIVIDAD | RELACIONES LABORALES | TECNICOS/MATERIALES | EVALUACION/PLANIFICACION | INVESTIGACION | INTEGRACION DE CONOCIMIENTOS | RSU | AUTOAPRENDIZAJE | CONDUCTAS LABORALES | MATEMATICA | MANTENIMIENTO |
|---|---------|----------|-------------|-------------|------------------|---------------|----------------------|---------------------|--------------------------|---------------|------------------------------|-----|-----------------|---------------------|------------|---------------|
| Sistemas de gestion, estandarizacion de procesos                                  | 1       | 1        |             |             |                  |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Realidad, Estadísticas  |         |          | 1           |             |                  |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Excel y gestion   | 1       |          |             | 1           |                  |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Puesta a mil  |         | 1        |             |             | 1                |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Herramientas de gestión y productividad laboral                                   | 1       |          |             |             |                  | 1             |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Relaciones laborales. Aplicaciones técnicas.                                      |         |          |             |             |                  |               | 1                    | 1                   |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Planificación y evaluación de proyectos   |         |          |             |             |                  |               |                      |                     | 1                        |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| 1-Herramientas básicas de calidad (Ing. en calidad). 2-Ciencia de los materiales. |         |          |             |             | 1                |               |                      | 1                   |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Evaluación de proyectos, Inv. operativa   |         |          |             |             |                  |               |                      |                     | 1                        | 1             |                              |     |                 |                     |            |               |
| Investigación   |         |          |             |             |                  |               |                      |                     |                          | 1             |                              |     |                 |                     |            |               |
| Mejora continua y capacitación  |         |          |             |             | 1                |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Toma de tiempos   |         | 1        |             |             |                  |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| integración laboral - Aplicación de conocimientos                                 |         |          |             |             |                  |               |                      |                     |                          |               | 1                            |     |                 |                     |            |               |
| Tablero de control  |         | 1        |             |             | 1                |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Integración de conocimientos  |         |          |             |             |                  |               |                      |                     |                          |               | 1                            |     |                 |                     |            |               |
| Evaluación de proyectos   |         |          |             |             |                  |               |                      |                     | 1                        |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Resp. social/Conocimientos técnicos   |         |          |             |             |                  |               |                      | 1                   |                          |               |                              | 1   |                 |                     |            |               |
| Estudio de metodos. Informatica   |         | 1        |             | 1           |                  |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Escucha Activa / Capacidad de aprendizaje   | 1       |          |             |             |                  |               | 1                    |                     |                          |               |                              |     | 1               | 1                   |            |               |
| Estudio de Tiempos - Estudio de Factibilidad de Proyectos                         |         | 1        |             |             |                  |               |                      |                     | 1                        |               |                              |     |                 |                     | 1          |               |
| Perseverancia - Esfuerzo  |         |          |             |             |                  |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            | 1             |
| Evaluación de proyecto y lay out  |         |          |             |             |                  |               | 1                    |                     | 1                        |               |                              |     |                 |                     |            |               |
| Investigación, método científico  |         |          |             |             |                  |               |                      |                     |                          | 1             |                              |     |                 |                     |            |               |
| Experiencia y proactividad  |         |          |             |             |                  |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     | 1          |               |
| Método Científico. Análisis Matemático.   |         |          |             |             |                  |               |                      |                     |                          | 1             |                              |     |                 |                     |            | 1             |
| Amplia visión   |         |          |             |             |                  |               | 1                    |                     |                          |               |                              |     |                 |                     | 1          |               |
| Planificación y mantenimiento   | 1       |          |             |             |                  |               |                      |                     |                          |               |                              |     |                 |                     |            | 1             |
| cantidad casos  | 5       | 6        | 1           | 2           | 4                | 1             | 4                    | 3                   | 5                        | 4             | 2                            | 1   | 1               | 4                   | 1          | 1             |

Tabla 2b: Información resumida para el análisis de Oportunidades Fuente: elaboración propia.

|   | GESTION | PROCESOS | ESTADISTICA | INFORMATICA | CALIDAD Y MEJORA | PRODUCTIVIDAD | RELACIONES | TECNICOS/MATERIAL | EVALUACION/PLANIFICACION | INVESTIGACION | INTEGRACION DE | RSU | AUTOAPRENDIZAJE | CONDUCTAS | MATEMATICA | MANTENIMIENTO | AGIORNAR LA | RIESGOS | PROCESO PPS | INTELIGENCIA | MEDIO AMBIENTE | COMPRA | REPORTING | ORATORIA | FINANZAS |
|---|---------|----------|-------------|-------------|------------------|---------------|------------|-------------------|--------------------------|---------------|----------------|-----|-----------------|-----------|------------|---------------|-------------|---------|-------------|--------------|----------------|--------|-----------|----------|----------|
| OPORTUNIDADES   |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Sin comentarios   |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Práctica, Excel avanzado  |         |          |             | 1           |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Herramientas de gestion y manejo de herramientas informaticas                                 | 1       |          |             | 1           |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Industria 4.0   |         |          |             |             | 1                |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Lenguaje de programación y macros en excel  |         |          |             | 1           |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Diseño en AutoCAD. Evaluaciones de riesgos.   |         |          |             | 1           |                  |               |            | 1                 |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Relaciones humanas y control de proyectos   |         |          |             | 1           |                  |               |            | 1                 | 1                        |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| 1-Guía para la redacción del informe final de las PPS.  |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         | 1           |              |                |        |           |          |          |
| IA, IOT   |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              | 1              |        |           |          |          |
| Mantenimiento instalaciones/máquinas  |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           | 1          |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Mejorar la difusión e información.  |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Herramientas estadísticas   |         |          | 1           |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Difusión de Convenios   |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Herramientas informaticas, programación   |         |          |             | 1           |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Dificultades de las PyMes Argentinas  |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Con lo que se daba cuando la course esta muy completo!  |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Investigación científica/Medio ambiente   |         |          |             |             |                  |               |            |                   | 1                        |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Negociaciones. Enfoque en area compras  |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Reporting / Oratoria  |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| AutoCAD   |         |          |             | 1           |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Organización - Optimización del tiempo  | 1       | 1        |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Mejorar algunas materias en general   |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Exposiciones, presentaciones al publico   |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Realidad del entorno y relaciones sociales  |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                | 1   |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Presentación abierta a todo el curso del tema desarrollado. Está bueno contar la experiencia. |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| economia financiera/ finanzas   |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
| Como tratar con superiores y con pares y como mejorar la habilidades comunicacionales         |         |          |             |             |                  |               |            |                   |                          |               |                |     |                 |           |            |               |             |         |             |              |                |        |           |          |          |
|   | 2       | 1        | 1           | 7           | 0                | 1             | 0          | 0                 | 2                        | 2             | 0              | 1   | 0               | 4         | 0          | 1             | 2           | 1       | 3           | 1            | 1              | 2      | 4         | 1        | 1        |

Desde la tabulación en las tablas anexas, se desprenden algunas observaciones: el amplio reconocimiento como fortaleza de los aprendizajes destinados a gestión y procesos, cobrando relevancia la orientación de ésta rama de la ingeniería. Las asignaturas referidas a control, evaluación y gestión de proyectos adquieren importancia especialmente para recientes graduados que respondieron la encuesta. La misma valoración obtienen las referencias a investigación científica y de procesos, la aplicación de conocimientos sobre calidad y mejoras, y el aprendizaje de conductas laborales tanto propias como del medio.

Acercas del análisis de las mejoras posibles, se reiteran aspectos relacionados con el conocimiento de conductas laborales, las relaciones interpersonales y aparece como pedido, la comunicación oral, los cuales han sido anteriormente mencionados como fortalezas, lo que permite suponer la necesidad de indagar acerca del tipo de oralidad y destrezas comunicacionales requeridas, las cuales pueden estar vinculadas a particularidades culturales y estructurales de las organizaciones en las cuales se han realizado las prácticas.

También se señalan como posibles mejoras, la necesidad de actualización de conocimientos vinculados a industria 4.0, relacionados con agilizar conocimientos informáticos, inteligencia artificial e Internet de las cosas.

Solo en pocas oportunidades, se hace referencia a responsabilidad social universitaria, y en ninguna ocasión a autoaprendizaje (que se enumeró como fortaleza) sin tener en cuenta que la vertiginosidad de la actualización de tecnologías de la comunicación e información, hace que la brecha entre la incorporación de conocimientos, hasta el ingreso al medio laboral socio-productivo, debe hacer prevalecer las competencias de habilidad, adaptabilidad y autoaprendizaje, para las cuales deberán buscarse los mecanismos para que puedan ser fortalecidas y sostenidas.

### **3.5. Debilidades, avances y retos**

Diversas oportunidades de mejora ya se encuentran en proceso de implementación, como la inclusión en el diseño curricular de materias electivas (Inteligencia Artificial, Técnicas de optimización de procesos). Otras se están trabajando alineadas al desarrollo de actividades de investigación y proyectos del departamento de Ingeniería Industrial y algunas, al ser tan puntuales no es posible brindar respuesta dado que la enseñanza de la ingeniería, tanto en tiempo como recursos es finita, pero a pesar de ello, se estimula a los alumnos a buscar temas para su desarrollo a través de estrategias virtualizadas como la clase invertida y otras con rasgo asincrónico, como la plataforma educativa Moodle.

Por otra parte, la gestión de las PPS, se reconoce como un campo de oportunidad de mejora autovalorado por el departamento, en relación a la necesidad de gestionar cantidad y variedad de consultas, a controlar los plazos de realización de la práctica, a la aprobación y seguimiento del plan de trabajo, e incluso a las instancias de presentación final del informe, que puede llegar a realizarse por el estudiante durante períodos de finalización de cursado o cercanos a la presentación del proyecto final. La incorporación de innovaciones al proceso a través de un aula virtual autogestionada y controlada que almacene la información y permita comunicar el inicio del proceso, revisar su funcionamiento y conocer las instancias iniciales y finales. La propuesta implica el diseño y desarrollo de este reservorio realizado a medida con el nombre de PPS (diseñada completamente en Moodle y dependiente de la carrera), sitio que dispone de la documentación actualizada (reglamentos, formularios, informes, etc.) que se encuentran a disposición del alumno y de agentes tutores del departamento de ingeniería industrial, con un formato de flujo de trabajo ordenado (Hoja de Ruta). La carga de información a medida que ocurre, permite un seguimiento sistematizado, continuo y eficiente, donde el estudiante realiza y recibe en el sitio comentarios en foros de consultas, con el cual es guiado en todo momento

durante su práctica, y a través de la autogestión del sitio, puede presentar versiones de avance hasta culminar el informe final.

Esto permite actuar ante la necesidad de alguna oportunidad de mejora **durante** el proceso de realización de la práctica, como también extraer conclusiones, comparar y evaluar mediciones, y resultados de mejora al proceso de gestión y seguimiento, con la incorporación de formularios de recolección de datos, y estadísticas precisas y tabuladas en web. El aula virtual está en su instancia de diseño y pruebas, la validación apunta a que guíe el proceso en forma eficiente y permita extraer información para la toma de decisiones a futuro.

Al comparar las fortalezas con las oportunidades, aparecen las columnas marcadas en gris en la tabla. Es interesante mencionar que la diferencia, que debería minimizar las fortalezas y generar nuevos ítems, refuerza algunas de éstas (ya mencionadas) y reconoce como necesarias las incorporaciones de análisis de mercado (compras y finanzas) y análisis de riesgos, apareciendo el análisis ambiental y las conductas empresariales con el medio.

#### 4. Conclusiones

De los resultados obtenidos de encuestas surgen fortalezas que deberán fidelizarse y sostenerse en el tiempo y oportunidades de mejora que son y serán útiles para el desarrollo de la carrera ingeniería industrial y su aporte en la formación de los nuevos profesionales que demandan los nuevos procesos formativos y el entorno.

La PPS puede ser vista como un proceso que permite mejora y retroalimentación de los distintos actores intervinientes, es decir además del estudiante, de docentes y el medio (a través de supervisores de campo y de las organizaciones vinculadas), encontrando oportunidades de mejora y fortalezas en cada rol, y en el diseño curricular de la carrera.

Se constituye como primera práctica, primer registro académico de articulación de saberes y aplicación de los mismos, para convalidar el perfil con el entorno. Permiten desarrollar habilidades y aplicar conocimientos.

Durante las prácticas, los estudiantes comprenden que deberán gestionar recursos para cumplir con los objetivos (muchos o pocos dependiendo del tipo de organización en la que desarrolle su práctica), generar procesos relacionales con particularidades de desempeño en función de la organización vinculante.

Las PPS constituyen una herramienta útil para establecer competencias de egreso, permitiendo analizar y valorar la relación entre universidad y empresa con la mirada del desarrollo regional, orientando al fin de ambas: la sociedad. El estudiante (en relación al mundo organizacional) deberá disponer de herramientas para enfrentar problemas de ingeniería y resolver situaciones de la vida profesional, y es el punto de referencia para una autoevaluación y mejora de la carrera.

Entre las competencias más destacadas se encuentran aquellas vinculadas con la determinación de problemas y propuestas de soluciones de aplicación industriales.

De los informes de PPS presentados al tutor se observa la aplicación de algunas de las competencias de egreso planteadas al principio tales como:

- que se **comprende** y **capta** la situación a enfrentar y el camino **elegido** para la solución del mismo **identifica** los problemas a resolver;
- que es **entendido** el problema y se proponen **modificaciones** al mismo;
- que se aplican **distintos** criterios profesionales en la evaluación de alternativas usando el **conocimiento** adquirido.

Además, se observa una rápida **adaptación y adecuación** del estudiante con el entorno organizacional, pero sin una **evaluación** si su solución o la **aplicación** de la misma al problema haya contemplado el impacto social, como también que al problema que ha determinado no ofrece diversas alternativas para su solución.

En este proceso es muy importante la figura de los tutores como también los representantes de las instituciones o supervisores como nexos y viabilizadores en el desarrollo de las prácticas y sus competencias.



En retroalimentación al modelo de la triple hélice, es necesario contribuir con aportes auto- evaluativos del proceso, que orienten a la innovación y la mejora continua tanto en la gestión de la PPS como en el proceso de realización de las mismas, ligando competencias de egreso con la responsabilidad social y desarrollo de habilidades. En lo posible, ampliar la posibilidad de convenios que continúen formalizando la práctica técnica y de gestión que profesionalice al futuro graduado en instituciones, en la industria local y en la región.

La divulgación de experiencias y resultados de las prácticas por parte de los estudiantes, en jornadas departamentales como en congresos de la especialidad, constituye un importante insumo para iniciar su práctica, un generador de oportunidades y necesidad de saberes para brindar soluciones al entorno (retroalimentando la carrera con información del mismo) y un catalizador para promover nuevas prácticas, colocando la relación tripartita de la hélice en el centro de la escena para afianzar competencias de egreso.

## 5. Bibliografía

- [1] Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (1998). The Triple Helix a Model for Innovation Studies. *Science & Public Policy*, Vol. 25 (6): 358-36.
- [2] Carayannis, E.; Campbell, D. (2009). Mode 3 and the Quadruple Helix Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem. *International Journal of Technology Management*, Vol. 46 N° 3-4, 201-234
- [3] Dimeglio, F; López Bidone E. (2010). "Universidad-Sector Productivo ¿Una vinculación deseada? Contribuciones al proceso innovativo regional a partir de la Vinculación Universidad-Empresa". Caso de estudio: Polo Informático – UNICEN. En Campos, Piñero, Figueroa (Coordinadores) *Transformaciones recientes de las Universidades Latinoamericanas. Agendas y actores en la producción de conocimiento*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
- [4] UNESCO (1995). Documento de Política para el Cambio y el Desarrollo en la Educación Superior. Compuesto e impreso en los talleres de la UNESCO.
- [5] ASIBEI (2018) El aporte de la Ingeniería a los objetivos del milenio. Conferencia Regional de Educación Superior 2018 América Latina y Caribe. Recuperado el 30/09/2019. Disponible en: <https://www.utn.edu.ar/images/Secretarias/SGral/ReformaAcademica/C8-Propuesta-ASIBEI-a-la-CRES2018.pdf>
- [6] CONFEDI Libro Rojo (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina. Disponible en: [https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf)
- [7] Reglamento de Estudio de Carreras de Grado. (2016) Ordenanza 1546/16 de Consejo Superior Universitario de la Universidad Tecnológica Nacional
- [8] Ordenanza 973 de Consejo Superior Universitario UTN (2003). Incorporación de la Práctica Profesional Supervisada como exigencia curricular en las carreras de ingeniería. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Nicolás. Anexo Único, Resolución Consejo Académico 150/03: reglamento para la Práctica Profesional Supervisada. 4222, Núm 6 p.17-37.
- [9] Gallegos, María L.; Meretta, Javier; Gómez, Leonardo; Cinalli, Marcelo; Abt, Evangelina. (2013). La Práctica Profesional Supervisada en su doble rol: como espacio curricular eficaz y herramienta de interacción con el medio. VI Congreso de Ingeniería Industrial, COINI 2013, San Rafael, Argentina
- [10] Evans, Lindsay. 2009 Administración y control de la calidad, 7ma edición, Editorial Cengage Learning Editores
- [11] Quaranta N., Caligaris M., Gallegos ML, Practica Profesional Supervisada en proyectos de investigación, COINI 2014, Pto. Madryn, Chubut, Argentina.
- [12] Kern S., Gallegos M.L, Cinalli Marcelo, Gobierno electrónico: mejoras en la relación ciudadana en un trabajo mancomunado Universidad - Municipio para mejorar la gestión de trámites. 20o Encuentro Argentino de Mejora Continua SAMECO 2015, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.
- [13] Kern S., Gallegos M.L, Cinalli Marcelo, AVC: Desarrollo del Aula Virtual para Capacitación de agentes municipales (2016) 21 Encuentro Nacional de Mejora Continua - Tenaris University, Campana, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- [14] Kern, Silvia, Gallegos María L., Cinalli Marcelo, Balcof Jorge, Gallegos Héctor. "Innovación y mejoras en el desarrollo de Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS) en la Municipalidad de San Nicolás" (2017). 22° Encuentro Nacional SAMECO, Universidad del Salvador (USAL), Pilar, Buenos Aires, Argentina.
- [15] Gallegos, María L.; Cinalli, Marcelo; Kern, Silvia; Sager, Carolina; Gómez, Carlos. "Acciones de Responsabilidad Social vinculadas a prácticas profesionales en la UTN San Nicolás". (2017) X Congreso de Ingeniería Industrial (COINI), Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, CABA, Buenos Aires, Argentina.
- [16] Bárbaro Laura, Brex Juan Ignacio, Cinalli Marcelo, Gallegos Héctor, Gallegos M. Laura (2019) 24° Encuentro Nacional SAMECO, Centro de la Ciencia, CABA, Buenos Aires, Argentina.
- [17] Institucionalización y monitoreo de la calidad en la producción y los servicios en organizaciones del área económica de San Nicolás" Código PID TOAISNOOO4924TC.

## Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de juegos serios

Cerrano, Marta\*; Gallegos, María Laura<sup>(1)</sup>; Cinalli, Marcelo<sup>(1)</sup>; Feraboli, Luis

*Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura – Universidad nacional de Rosario Pellegrini  
250, Rosario, Santa Fe*

*mcerrano@fceia.unr.edu.ar; feraboli@fceia.unr.edu.ar,*

*(1) Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás Colón 332, San Nicolás, Buenos Aires*

*mgallegos@frsn.utn.edu.ar; mcinalli@frsn.utn.edu.ar*

### RESUMEN

Este trabajo presenta una guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de juegos serios. Tiene como propósito especificar orientaciones que el docente podrá tener en cuenta al momento de elaborar una actividad lúdica adecuada en asignaturas universitarias. La misma es el resultado de la reflexión derivada de estudios de investigación y experimentación por parte del grupo multidisciplinario de integrantes de los proyectos de investigación "Diseño y desarrollo de estrategias didácticas utilizando juegos serios en ingeniería industrial, parte I y parte II", ambos radicados en la Universidad Nacional de Rosario. La finalidad de ambos proyectos es favorecer el proceso de enseñanza–aprendizaje y la integración de los contenidos disciplinares de diversas materias de Ingeniería Industrial.

Utilizar un juego en un contexto de enseñanza puede considerarse como una herramienta complementaria que aporta al aprendizaje activo, enlaza con conocimientos y experiencias previas con nuevos contenidos, promoviendo el aprendizaje significativo. Constituye un excelente medio para articular el saber con el hacer a través de la reflexión en la acción.

Desde el año 2016 el grupo de investigadores avanzó en el diseño y desarrollo de juegos serios en Ingeniería Industrial. Posteriormente, en instrumentos de evaluación. Los resultados obtenidos, indican la necesidad de establecer con claridad un procedimiento del juego, sus instrucciones y reglas, así como la planificación del espacio y tiempo (escenario) para su óptima realización.

El enfoque metodológico empleado fue empírico y exploratorio. Se utilizaron técnicas de recolección de datos primarios mediante entrevistas, encuestas, reuniones de trabajo individual y grupal.

La guía elaborada proporciona los conceptos fundamentales, principios, metodología y vocabulario (estructurado según su normalización) para auxiliar y clarificar la tarea docente en la experimentación de juegos serios aplicados en Ingeniería Industrial.

**Palabras Claves:** juegos serios, ingeniería industrial, competencias, guía para redacción

### ABSTRACT

This work presents a support guide for the writing, implementation and evaluation of serious games. Its purpose is to specify guidelines that the teacher may take into account when preparing an appropriate recreational activity in university subjects. It is the result of the reflection derived from research and experimentation studies by the multidisciplinary group of members of the research projects "Design and development of didactic strategies using serious games in industrial engineering, part I and part II", both based at the National University of Rosario. The purpose of both projects is to favor the teaching-learning process and the integration of the disciplinary contents of various Industrial Engineering subjects. Using a game in a teaching context can be

considered as a complementary tool that contributes to active learning, links with previous knowledge and experiences with new content, promoting meaningful learning. It is an excellent way to articulate knowledge with doing through reflection in action.

Since 2016 the group of researchers advanced in the design and development of serious games in Industrial Engineering. Subsequently, in evaluation instruments. The results obtained indicate the need to clearly establish a game procedure, its instructions and rules, as well as the planning of space and time (scenario) for its optimal performance.

The methodological approach used was empirical and exploratory. Primary data collection techniques were used through interviews, surveys, individual and group work meetings.

The elaborated guide provides the fundamental concepts, principles, methodology and vocabulary (structured according to its normalization) to help and clarify the teaching task in the experimentation of serious games applied in Industrial Engineering.

## .1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Introducción y objetivos.

La actualidad constituye una época de cambios vertiginosos (tecnológicos, sociales, científicos) con un alto grado de incertidumbre. Con transformaciones permanentes en el mundo del trabajo, en los procesos de gestión de la información y del conocimiento, dando pautas de nuevas necesidades formativas en el aula.

Desde el ámbito universitario también se señala la necesidad e importancia de buscar recursos y estrategias didácticas que se adecuen a los cambios existentes.

En este contexto y alineado con estas necesidades, los educadores tienen como desafío buscar alternativas e incorporarlas en las actividades diarias para ponerlas en práctica con las nuevas generaciones.

También es creciente la necesidad de vincular contenidos desarrollados en diversas cátedras con situaciones propias de fenómenos reales que evidencien pragmatismo de lo aprendido en el ámbito que se desempeña el alumno. En los últimos años el uso de actividades lúdicas como herramientas o recursos para favorecer estas incorporaciones parecen ser un campo fértil, potencial favorecedor de la articulación entre el saber con el hacer a través de una estrategia didáctica metodológica que permita la reflexión en la acción.

Con relación al uso en educación se mencionan algunos desarrollos destacados: en el ámbito universitario en España, en el estudio y exposición de resultados del uso didáctico de los juegos serios, señalan el proyecto “Aprende y Juega con EA”, coordinado desde la Universidad de Alcalá y la UNED en colaboración con Electronic Arts; el Máster Universitario en Creación, Diseño e Ingeniería Multimedia de la Universitat Ramon Llull; el grupo F9 de la Universidad de Barcelona; Grupo Joven TIC de la Universitat Oberta de Catalunya. También se destacan instituciones como Futurelab, GaLA (Games and Learning Alliance), SGI (Serious Games Institute), el proyecto Europeo SimAULA, para la creación de escenarios de aprendizaje vía simulaciones; las plataformas Learning Spaces y E-kampus de 3Dsoft, entre otras.

Varios de estos antecedentes se desarrollan en la incorporación de juegos serios, en su forma de video juegos pero como casos particulares trabajados en la Ingeniería Industrial podemos mencionar los antecedentes del grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO) de la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería industrial en Colombia, que cuenta con una Red Nacional de Investigación llamada red IDDEAL (Red de Investigación Desarrollo y Divulgación de los procesos de enseñanza a través de la Lúdica aplicada) , en donde veintitrés grupos de investigación (eslabones) han sido formados con esta metodología y han generado más proyectos de investigación en las áreas correspondientes a la Ingeniería Industrial. Cuenta con desarrollos en las líneas de administración, sistemas dinámicos, *supply chain*, *job-shop*, *flow-shop*, aleatoriedad, producción básica, *lean manufacturing*, optimización, gestión ambiental y finanzas.

La gamificación y aplicación de juegos serios es tendencia mundial y paulatinamente se va incrementando en la Argentina.

El grupo multidisciplinario de integrantes de los proyectos de investigación mencionados anteriormente e integrados por los autores de este trabajo han trabajado desde el año 2016, considerando las necesidades de cambio planteadas y ha propuesto incorporar como actividades el ejercicio de juegos serios para favorecer el proceso de enseñanza–aprendizaje y la integración de los contenidos disciplinares de diversas materias de Ingeniería Industrial.

Los juegos pueden emplearse como herramienta didáctica complementaria en procesos de enseñanza ayudando en las tareas docentes, favoreciendo la motivación y desarrollo de diversos saberes.

Para auxiliar el proceso que deben transitar los educadores en el diseño, implementación y evaluación de actividades lúdicas, este trabajo propone como objetivo:

- presentar una guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de juegos serios.
- especificar una serie de orientaciones a los docentes a tener en cuenta en el momento de elaborar una actividad lúdica.

## 1.2. Marco teórico.

Desde el año 2001 tanto la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU)

[1] como el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) [2] manifiestan la necesaria revisión general de la enseñanza de la Ingeniería para adecuar la misma a los avances científicos, tecnológicos y los cambios en los esquemas económicos, productivos y sociales, ocurridos en los últimos años en nuestro país y en el mundo. Luego de debates e intercambios en el año 2006 CONFEDI [3] aprobó las competencias genéricas para todas las ramas de la ingeniería las que fueron aceptadas por la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería en la Declaración de Valparaíso (ASIBEI) [4] y en 2017 las competencias específicas de cada titulación. Más recientemente, en el año 2018, CONFEDI aprobó el “Libro Rojo” [5], que contiene los nuevos estándares que constituyen un hito de singular trascendencia para la Educación en Ingeniería en Argentina ya que incorpora el enfoque de las competencias profesionales como organizador de la tarea educativa.

En este contexto, se desarrollaron modificaciones en los enfoques curriculares con una perspectiva que acentúa el enfoque en las competencias y el aprendizaje centrado en el estudiante.

Según Mastache las competencias “permiten que las personas resuelvan problemas y realicen actividades propias en su contexto profesional para cumplir con los objetivos o niveles preestablecidos, teniendo en cuenta la complejidad de la situación y los valores y criterios profesionales adecuados, mediante la articulación de todos los saberes requeridos”. [6]

Una propuesta lúdica se adapta integralmente al modelo por competencias. La aplicación de *serious games* combina enseñanza, juego y herramientas de aprendizaje, en un escenario de trabajo que fomenta la reflexión en la acción, con la participación activa del estudiante y el intercambio permanente del equipo docente y/o tutores. Un principio esencial de la educación es que se aprende lo que se practica, siempre acompañado de retroalimentación y reflexión. Según Sánchez Gómez “los juegos serios o *serious games* son objetos y/o herramientas de aprendizaje que poseen en sí mismos, y en su uso, objetivos pedagógicos, didácticos, que posibilitan los participantes o jugadores a obtener un conjunto de conocimientos y competencias predominantemente prácticos”. [7] La gamificación usa mecánicas basadas en juego, su estética y el pensamiento del juego (*game thinking*) para motivar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas. [8]

Según Pérez Fernández de Velasco [9], gestionar es hacer adecuadamente las cosas, previamente planificadas, para conseguir objetivos; comprobando posteriormente el nivel de consecución. Además, la gestión se basa en el uso de herramientas y la idoneidad de las mismas reside en buena medida la eficacia de administración y aplicación.

Para adecuarse a las modificaciones en los enfoques curriculares es necesario que las instituciones pongan en práctica un proceso de mejoramiento permanente.

Los sistemas para la gestión de la calidad proporcionan una infraestructura en la cual se pueden apoyar y de este modo hacer operativos los cambios.

La Mejora de la Calidad constituye un proceso estructurado para mejorar los resultados, ofreciendo de este modo una oportunidad de mejora. El ciclo PDCA (*Plan* = Planificar, *Do* = Hacer, *Check* = Verificar, *Act* = Actuar) o Círculo de Deming), actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua y el logro de manera sistemática y estructurada de la resolución de problemas.

La enseñanza supone la selección o creación de dispositivos pedagógicos. Marta Souto [10] define al dispositivo como un artificio instrumental, compuesto por personas, una institución que convoca, reglas que aseguran y garantizan el funcionamiento, un arreglo de tiempos y espacios, de personas, acuerdos teóricos y técnicos, encuadres, condiciones de funcionamiento y operación, pensado como estrategia cambiante, flexible con relación a la situación en la que se lo pone en práctica [11].

Dado que los juegos serios se consideran dispositivos pedagógicos, los integrantes del proyecto se abocaron a auxiliar la tarea docente con un instrumento que facilite la labor de gestionar el proceso gamificado.

Según un trabajo anterior de Cerrano *et al* [12] el proceso de creación de los serious games se divide en tres etapas: etapa 1) análisis contextual y planificación del juego, etapa 2) Dinámica y etapa 3) evaluación y se reflejan en una primera guía para el diseño de un escenario de aprendizaje basado en juegos, presentada en la tabla 1.

La propuesta del presente trabajo, amplifica la guía inicial y los estudios anteriores, con un enfoque innovador, al presentar a profesores y docentes, los pasos necesarios para desarrollar sus propios juegos de acuerdo con las pruebas y validaciones realizadas.

Un juego puede verse como una innovación educativa pues, se propone como un proceso que implica transformaciones en las prácticas de enseñanza-aprendizaje. Dichas transformaciones se manifiestan tanto en el desarrollo de las actividades primarias como de soporte, actitudes y habilidades del equipo, así como y la efectividad de las acciones.

Entendiendo la innovación educativa como un conjunto de ideas, procesos y estrategias más o menos sistematizados, mediante los cuales se trata de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes. [13]

Tabla 1: *Formulario inicial para el diseño de un escenario de aprendizaje basado en juegos [12]*

| GUIA PARA EL DISEÑO DE JUEGOS SERIOS  |  |
|---|--|
| Título:   |  |
| A quién voy enseñar :   |  |
| ¿Qué quiero enseñar?  |  |
| Indicar Tema y habilidades  |  |
| Objetivos:  |  |
| ¿Cómo quiero enseñar?<br>(Indicar una o varias)<br>Adquisición/Imitación/<br>Descubrimiento/Participación/<br>Experimentación |  |
| Descripción del juego:  |  |
| ¿Cómo lo voy a evaluar?   |  |
| Requisitos previos de los alumnos:  |  |
| ¿Qué se necesita para implementarlo?<br>Recursos/Entorno  |  |

La guía inicial presentaba un primer análisis, por tal motivo la nueva propuesta busca ampliar su visión incorporando los siguientes ítems:

- el impacto de la infraestructura
- el ambiente de trabajo
- el soporte de ejecución
- la tecnología
- las herramientas didácticas
- la necesidad de capacitación a los colaboradores del juego serio
- las corridas de validación.

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto "Diseño y desarrollo de estrategias didácticas utilizando juegos serios en Ingeniería Industrial parte II", actualmente en desarrollo con sede en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, conjuntamente con integrantes de la Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional.

El grupo interdisciplinario de integrantes del proyecto ha avanzado en diseño, prueba, ajustes y puesta en marcha de diversas lúdicas realizadas en las dos universidades considerando las experiencias en el aula, talleres, jornadas, y los resultados de su observación y como así también en la elaboración de distintas herramientas de evaluación. [14] y [15]

## **2. METODOLOGÍA.**

Se ha trabajado utilizando investigación-acción, que entiende a la enseñanza como un proceso de investigación y de continua búsqueda que conlleva entender la tarea docente integrando la reflexión y el trabajo de análisis de las experiencias que se realizan como un elemento esencial de lo que constituye la propia actividad educativa. En general, la investigación – acción constituye una vía de reflexiones sistemáticas sobre la práctica con el fin de optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El enfoque metodológico empleado para lograr la elaboración de la guía fue empírico y exploratorio. Para ello se utilizaron técnicas de recolección de datos primarios, mediante entrevistas, encuestas, reuniones de trabajo individual y grupal.

También se realizaron talleres con la puesta en práctica de diversos diseños de juegos serios. Se utilizaron cuestionarios y guías de relevamiento de los cuales se obtuvo información acerca de la percepción del juego, su utilidad para fines de enseñanza, las características que debería tener para mantener la fidelización de los participantes, entre otros aspectos relevados. Los datos secundarios se obtuvieron de análisis bibliográfico y documental, de estudios semejantes. Para el procesamiento estadístico de la información se utilizaron herramientas de la estadística descriptiva como representación gráfica, medidas de posición, indicadores, identificación de patrones de ocurrencia.

## **3. DESARROLLO.**

### **3.1. Esquema o secuencia modelo**

La información en conjunto relevada, permiten distinguir una serie de fases bien determinadas y controles necesarios para el desarrollo de una lúdica. En la figura 1 se presenta un esquema para representar las distintas fases del procedimiento general del modelo que sintetiza la guía de apoyo y sus interrelaciones.

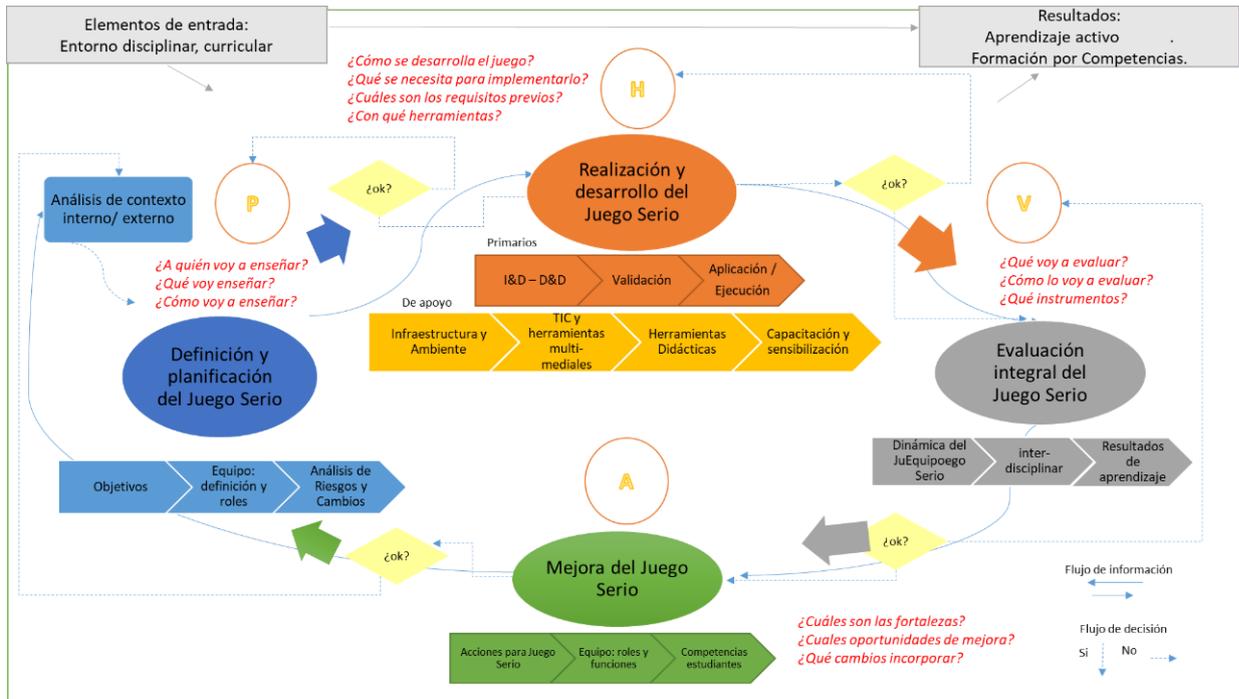


Figura 1: PDCA Gamificado - Fases del procedimiento general del modelo y sus vinculaciones.  
Fuente: Elaboración propia.

Para elaborar una actividad lúdica es necesario cumplir una serie de pasos que permitan su desarrollo, con una dinámica organizada y eficaz que alcance los resultados esperados del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Una guía adecuada permite al docente definir el contexto de actuación primero, para luego pasar a *la definición y planificación del juego serio*, que involucre qué enseñar, el equipo que lo instrumentará y los recursos involucrados

La *realización y desarrollo del juego*, se llevará a cabo con procesos primarios (relacionados con el diseño y desarrollo) y de apoyo (relacionados con los recursos), a través de la búsqueda de mecanismos ágiles e informáticos desarrollando las pruebas primarias de control. Pruebas que luego se aplicarán en el desarrollo y que sustentarán oportunidades de mejora. El juego “probado” deberá ser el resultado de un proceso sistemático de desarrollo y control en las distintas etapas de avance.

Cabe señalar que una guía sólo aporta un camino y acciones secuenciales que deberán adaptarse a cada lúdica, contexto asociado y actores (alumnos, profesores, moderadores). Es durante el proceso gamificado donde ocurren las confluencias entre aquello planificado y la realidad. Allí los educadores van realizando los ajustes necesarios (con la flexibilidad pertinente) para respetar lo que se ha prefijado en la guía con las pruebas piloto, hasta llegar al modelo definitivo.

Para ello es importante realizar la *evaluación integral del juego serio* una vez realizado, tanto sea en la dinámica, como en los roles e interacciones del equipo disciplinar y en los resultados de aprendizaje planificados como meta.

La *mejora del juego serio*, trae aparejada no solo acciones para las instrucciones, su puesta a punto y dinámica, sino también para el equipo y para la enseñanza centrada en el estudiante.

Por ello, a partir del avance del proyecto y su experimentación se propone un modelo o esquema para sistematizar las secuencias necesarias, de modo de cubrir todas las instancias involucradas en una actividad ludificada.

### 3.2. El Ciclo PDCA Gamificado.

Un juego serio deberá ser **planificado** (*definición y planificación del juego serio*) definiendo en primer lugar los objetivos generales y particulares que persigue, identificar las competencias vinculadas, establecer el equipo de integrantes que trabajarán. Así como diseñar cada paso del juego. Una vez planificado y diseñado, así como especificados los procesos intervinientes, debe ser ejecutado e implementado (**hacer**, *realización y desarrollo del juego*) siguiendo los requerimientos. En función de los requisitos y objetivos definidos en la planificación, se deberá realizar el seguimiento y medición del cumplimiento de cada uno de los procesos para realizar la **comprobación** (*evaluación integral del juego serio*) mediante instrumentos como encuestas de satisfacción, test y rúbricas. La información surgida de la comprobación constituirá información relevante para **actuar** (*mejora del juego serio*) a partir de acciones en los casos que sean necesarios y así mejorar continuamente los procesos.

### 3.3. Etapas.

A continuación, se describen cada una de las etapas señaladas en el ciclo PDCA Gamificado: planificación, realización, evaluación y mejora, las cuales son constitutivas de la guía de apoyo. Además, se incluyen principios fundamentales que serán marco de referencia para el desarrollo de juegos serios y su ejecución.

#### 3.3.1. Fase preliminar o generalidades.

Principios fundamentales

Un juego serio orienta su diseño, desarrollo y seguimiento al desarrollo de estrategias de acción que persiguen algunos principios fundamentales, también denominados marco de referencia del modelo. Los mismos son:

- ✓ Enfoque u Orientación en los procesos, siendo necesario observar al juego como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas, en la que ingresan elementos de entrada que son transformados para proporcionar un resultado. Los requisitos de entrada (entorno, programas curriculares, necesidades del medio) se convertirán en los resultados de aprendizajes (competencias) a partir de un proceso de transformación (actividad gamificada).
- ✓ Orientación al usuario: es decir caracterizar al participante (o grupo de participantes), con sus gustos y preferencias, estilos de aprendizaje franja etaria (*millennials, centennials*), y motivaciones a la hora de aprender.
- ✓ La mejora iterativa, como secuencia continua de posibles oportunidades de mejora a la estrategia gamificada para desarrollar versiones cada vez más adecuadas desde lo curricular, estéticas, motivadoras y con mejores resultados.

Términos y definiciones

Deberán definirse los términos y vocabulario específicos para la elaboración de las lúdicas. Esto será útil para incluir en la presentación del juego a los participantes (en el caso que se inicie con una breve introducción o se les brinde material previo).

#### 3.3.2. Planificación.

En esta etapa se definen los alcances que tendrá la actividad lúdica y frente a cada decisión de diseño, preguntarse ¿Qué voy a enseñar? ¿A quién voy a enseñar? ¿Cómo voy a enseñar? Para ello se describen pautas de la guía a continuación.

- ✓ Análisis de contexto interno y externo. En esta etapa se revisan y articulan características internas de la cátedra en donde se desarrollará la lúdica para enseñar un tema y perspectivas externas a la misma.

En el primer caso (análisis interno o puertas adentro), será necesario conocer objetivos de la planificación y programa de la materia, entrevistas a docentes y colaboradores de cátedra (expertos) quienes podrán proporcionar la pericia

necesaria para desarrollar los conocimientos propios de las materias que dictan. En el segundo caso, se trata del diseño curricular disciplinar de la carrera (marco de actuación para el desarrollo del juego), perfil de la carrera, definida en función de la determinación de la Facultad y los requerimientos productivos, tecnológicos, económicos, sociales y ambientales.

✓ Planificación y definición de objetivos del juego.

La planificación implica definir objetivos y competencias que busca desarrollar, el equipo de trabajo involucrado y la determinación de una lista de control con seis (6) preguntas que conforman su definición. A continuación, se describen los mencionados:

*Identificación de Competencias:* en esta etapa se identifican las competencias a lograr por los alumnos durante el desarrollo de la lúdica. La formulación de competencias se analiza en relación a tres contenidos: conceptuales (competencia del dominio lógico disciplinar), procedimentales (competencias como: destrezas, habilidades, estrategias, desempeños), y actitudinales (competencias como: valores, normas y actitudes; vinculadas a las dimensiones éticas y sociales).

*Determinación del equipo:* implica seleccionar el grupo que desarrollará el juego. Se requiere definir los roles de las personas involucradas, es decir, los actores que participan en el juego: los estudiantes, los docentes y los tutores o moderadores. Es fundamental clarificar el número de integrantes, las funciones y responsabilidades de cada uno.

*Definición del Juego:* se detalla a continuación la lista de preguntas ineludibles a la hora de describir el juego serio:

- ✓ ¿Qué?: implica la selección del contenido a trabajar.
- ✓ ¿Dónde?: significa definir el ámbito de aplicación el tema (en qué materia o área disciplinar).
- ✓ ¿Cuándo?: corresponde a determinar y ubicar el espacio temporal en la planificación de la materia en la que se pretenden presentar.
- ✓ ¿Quién?: definir los actores, sus roles y funciones
- ✓ ¿Cómo?: describe la dinámica en la etapa de diseño, corresponde realizar una descripción detallada del juego, los requisitos previos necesarios. Será resultado de esta etapa el reglamento y las instrucciones para los participantes.
- ✓ ¿Con qué? los recursos como ser dispositivos, instrumentos, recompensas y uso de TIC más adecuados a la lúdica ya definida.
- ✓ Análisis de eventualidades y anticipación de cambios: para cada etapa, y en lo posible para el entorno del juego deberán estar previstas irregularidades que pudieran ocurrir, con una opción viable de acción posible para cada caso. De este modo se intenta anticipar problemas para evitar interrupciones durante la dinámica.

### **3.3.3 Realización del juego.**

La realización o aplicación práctica del juego serio debe contemplar dos procesos secuenciales: la ejecución en prueba piloto (corrida previa) y desarrollo propiamente dicho (ejecución). A continuación, se describen cada una de ellas.

- ✓ Prueba piloto: deberán planificarse las pruebas piloto necesarias para la validación del juego, de modo de ajustar los detalles susceptibles de mejora en cuanto a su metodología y dinámica para no ser interrumpido en su desarrollo por cuestiones relacionadas con la operatoria, salvando cualquier dificultad metodológica. Esta prueba piloto comprenderá los procesos de Innovación, Diseño y Desarrollo (I&D&D), validación, revisión y verificación.
- ✓ Desarrollo o ejecución: una vez validado el prototipo del juego, se realiza la corrida o ejecución. Puede iniciarse con una pequeña presentación que explique la metodología de enseñanza y objetivos de la misma. Moderadores, docentes y estudiantes deberán asumir el rol previamente definido en 2.1.1, exponiendo el

tema, las instrucciones e indicando funciones a los participantes.

Se recomienda en ambos procesos sumar a colaboradores que no hayan participado del diseño/instrumentación, en carácter de observadores de las prácticas, como oportunidad para brindar aportes que constituyan elementos de entrada para tomar decisiones en futuros desarrollos. Asimismo se requiere elaborar el instructivo del juego, sus características metodológicas, y se analizan debidamente los tiempos aproximados de realización. Pueden incorporarse esquemas, planos o figuras ilustrativas. En esta etapa es fundamental articular la dinámica de la lúdica con la teoría, para dinamizar el aprendizaje buscando un anclaje del conocimiento en el alumno. El profesor o equipo de docentes tendrán que responderse las preguntas ¿Cómo se desarrolla el juego? ¿Qué se necesita para implementarlo? ¿Cuáles son los requisitos previos? ¿Con qué herramientas?

Por ello se trata de un proceso innovador, pues cada actividad formativa planteada desde esta metodología, modifica la manera de enseñar y aprender, la comunicación y el intercambio durante la clase, los roles entre estudiantes y profesores, las propuestas evaluativas, interpelando al profesor a repensar su rol e intervención. Ejemplificando en el caso del juego serio “*kanban*” el profesor y el equipo de diseñadores deberán realizar un esfuerzo adicional para simular un escenario organizacional, en el área de producción, con líneas de ensamble, e instrumentos que repliquen las rutinas operativas y de gestión de almacenes.

#### **3.3.4 Evaluación.**

En función de la propuesta desarrollada se sugieren los siguientes pasos para elaborar una adecuada evaluación:

- ✓ Establecer los criterios de evaluación o indicadores del logro o desempeño (luego de identificar las competencias asociadas).
- ✓ Seleccionar el tipo de evaluación que se va a aplicar (autoevaluación, coevaluación o hetero- evaluación), y las técnicas e instrumentos de evaluación que se utilizarán para obtener información objetiva sobre el desarrollo y adquisición de la competencia por el estudiante.
- ✓ Efectuar la recolección de evidencias mediante la observación y el uso de instrumentos.

Es conveniente proponer una evaluación desde el punto de vista formativo (que puede consistir en el diseño un test o examen) y un instrumento para la recolección de la opinión de los participantes. La encuesta de opinión se utiliza para conocer cómo es percibido el juego por los participantes de modo que la misma pueda utilizarse como retroalimentación y mejora para futuras réplicas. Finalmente, es necesario realizar la validación de la lúdica, realizando una prueba piloto para poder ajustar los detalles susceptibles de mejora. Esto se denomina comúnmente prueba piloto de diseño (primera corrida). El profesor o equipo de docentes tendrán que responderse las siguientes preguntas, ¿Qué voy a evaluar? ¿Cómo lo voy a evaluar? ¿Qué instrumentos voy a utilizar o desarrollar? Por ejemplo en el caso del juego serio “*Kanban*” se elaboró como instrumentos de evaluación una encuesta de percepción del alumno sobre la lúdica y una rúbrica de evaluación del trabajo en equipo.

#### **3.3.5. Mejora.**

En una dinámica gamificada, la mejora es transversal a los aspectos de enseñanza, al juego en sí mismo y al equipo constituido para llevarlo a la práctica.

- ✓ Con relación a los objetivos de enseñanza y del aprendizaje: se analiza la información recolectada. Valorando el logro de los estudiantes, es decir, elaborando un juicio sobre el grado de competencia que han alcanzado y si se dispone de valores estándares se puede efectuar una comparación. Posteriormente se procederá a la retroalimentación, evidenciando posibles puntos fuertes y débiles para poder transmitir a los estudiantes.
- ✓ Con relación al juego: en función de los resultados de encuestas se podrá

observar puntos críticos destacados a mejorar de la mecánica del juego, para sugerir cambios en próximas corridas.

- ✓ Con relación al equipo: se deberá revisar el intercambio de aportes interdisciplinarios entre los miembros, la efectividad del equipo para transmitir las reglas e instrucciones como así también las devoluciones realizadas en función de las preguntas que surgieran durante la corrida. La interacción del equipo y su trabajo colaborativo podrá valorizarse, a través de rúbricas.

El profesor o equipo de docentes tendrán que considerar las respuestas a las preguntas *¿Cuáles son las fortalezas? ¿Cuáles oportunidades de mejora? ¿Qué cambios incorporar y cómo?*

El ciclo descrito nunca termina, recomienza a partir de la planificación de los cambios y la implementación de oportunidades, analizando nuevamente nuevo contexto curricular, y el particular de la temática. Tampoco finaliza la tarea de la búsqueda docente por incorporar nuevas estrategias a la enseñanza universitaria.

#### 4. CONCLUSIONES

Utilizar un juego serio en un contexto de enseñanza puede considerarse como una herramienta complementaria que aporta al aprendizaje activo, enlaza con conocimientos y experiencias previas con nuevos contenidos, promoviendo el aprendizaje significativo. Se pueden mencionar los siguientes beneficios potenciales de su aplicación:

- El desarrollo de competencias instrumentales y procedimentales.
- La reflexión basada en la acción.
- El aprendizaje a partir de la experiencia.
- La simulación de la realidad.
- El desarrollo de habilidades sociales y relacionales.

Este trabajo presenta el desarrollo de una guía, un protocolo pautado que auxilia y clarifica la tarea docente para el diseño, desarrollo y experimentación de Juegos Serios aplicados en la Ingeniería Industrial.

De estudios y trabajos anteriores, se destaca que este tipo de estrategias de enseñanza requiere de una planificación estructurada, un esfuerzo creativo adicional por parte de los educadores y un equipo de trabajo que interactúe continuamente. Éste, deberá estar actualizado de las necesidades de formación curricular, de las potencialidades que brinda el entorno educativo y de herramientas de modalidades innovadoras para la formación. Por ello resulta necesario para orientar e involucrar a los distintos actores participantes (estudiantes, moderadores, profesores) definir las reglas de juego, mostrar claramente procesos iniciales y secundarios de diseño y desarrollo, así como demostrar las ventajas de su aplicación como instrumento de enseñanza centrada en el estudiante. El presente protocolo es versátil y flexible para ser aplicado en distintas materias de ingeniería industrial como en otras ingenierías. El uso de una metodología apropiada, estandarizada y flexible como la planteada en este trabajo, favorecen la articulación entre el saber con el hacer a través de una estrategia didáctica que permite la reflexión en la acción.

El esquema correspondiente al PCDA gamificado conduce a una evaluación continua y ágil de actualización, para que planes y resultados finalmente confluyan en un análisis profundo para la mejora permanente. Considerando en la planificación no solo objetivos curriculares de la Institución/asignatura, sino también necesidades del contexto. Siendo vital en el ámbito educativo sumar herramientas didácticas que contribuyan las prácticas docentes con una perspectiva que acentúa el enfoque en las competencias y el aprendizaje centrado en el estudiante.

La guía de apoyo indica la secuencia de pasos y una estructura replicable; la innovación resulta de la interacción del equipo con el proceso o actividad gamificada, para que los usuarios (alumnos y docentes) puedan interactuar en un escenario activo en donde el protagonista es el aprendizaje.

## 5. REFERENCIAS.

- [1] CONEAU (2001), *Aportes para la reformulación de la propuesta del CONFEDI documento de Trabajo*.
- [2] CONFEDI (2005) *Proyecto estratégico para la reforma curricular de las Ingenierías Santa Fe*.
- [3] CONFEDI (2006). *Competencias Genéricas. Desarrollo de competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina*. San Juan, Facultad de Ingeniería-UNSJ.
- [4] ASIBEI (2013) *Declaración de VALPARAISO sobre competencias genéricas de egreso del Ingeniero Iberoamericano*. Valparaíso.
- [5] CONFEDI (2018) *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería de la República Argentina "Libro Rojo del CONFEDI"*. Rosario.
- [6] Mastache, A. (2007). *Formar personas competentes*, Ediciones de novedades educativas de México s.a. Buenos Aires.
- [7] Sánchez Gómez M. (2007) Buenas Prácticas en la Creación de Serious Games (Objetos de Aprendizaje Reutilizables) en *Actas del V Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Reutilizables*, Bilbao.
- [8] Kapp Karl M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons.
- [9] Pérez Fernández de Velasco, J., (2007), "Gestión por procesos", 2º Edición. ESIC Editorial
- [10] Souto Marta y otros, 1989 *Grupos y dispositivos de formación* Buenos Aires- Editorial Facultad de Filosofía y Letras Novedades Educativas
- [11] Marchisio Susana, 2003. *Tecnología Educación y nuevos ambientes de aprendizaje una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente* Revista RUEDA 5 pag 10- 19.
- [12] Cerrano, M; Feraboli,L; Gallegos M. (2017) *Diseño y desarrollo de un dispositivo lúdico de aprendizaje* Publicado en los Anales del X Congreso de Ingeniería Industrial (X COINI).
- [13] Carbonell Jaume (2001) *La aventura de innovar.El cambio en la escuela*. Madrid, Morata
- [14] PROYECTO IING522 *Diseño y desarrollo de estrategias didácticas utilizando juegos serios en ingeniería industria- parte I* FCEIA-UNR, Directora: Marta Cerrano, desde 1/1/2016 al 31/12/2017.
- [15] PROYECTO IING628 *Diseño y desarrollo de estrategias didácticas utilizando juegos serios en ingeniería industria- parte II* FCEIA-UNR, Directora: Marta Cerrano, desde 1/1/2018 al 31/12/2021

## Aplicación de Flipped Learning y su influencia en el rendimiento académico en Métodos Numéricos, en los estudiantes de Ingeniería

Pantoja Carhuavilca, Hermes Yesser\*; Suarez Fuentes, Juan Cancio\*\*

\*Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC). [hpantoja@utec.edu.pe](mailto:hpantoja@utec.edu.pe).

\*\* Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)  
[juan.suarez7@unmsm.edu.pe](mailto:juan.suarez7@unmsm.edu.pe)

### RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito determinar los efectos de la metodología activa Flipped Learning, en el rendimiento académico del curso de Métodos Numéricos en una muestra de estudiantes de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC). Es de diseño cuantitativo experimental, de tipo cuasiexperimental. Con una estrategia de muestreo no probabilístico, la selección de los 60 estudiantes no depende de la probabilidad es a conveniencia del investigador, divididos en dos grupos: experimental y de control, cada uno compuesto por 30 estudiantes, a quienes se les aplicó dos pruebas de conocimiento (Pre test y Post test), elaborados por el autor de la presente investigación. Estos instrumentos fueron sometidos a diferentes análisis estadísticos que determinaron que las pruebas eran válidas y confiables, luego se efectuaron las comparaciones respectivas utilizando la prueba estadística Z. Los resultados estadísticos nos indican que en el Post-test aplicado al grupo experimental se ha obtenido un mayor desempeño que en el grupo control, lo que significa que la aplicación de la metodología activa Flipped Learning ha influido significativa y positivamente en el rendimiento académico de Métodos Numéricos.

**Palabras Claves:** Aprendizaje, flipped learning, rendimiento académico, experimento.

### ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the effects of the active Flipped Learning methodology on the academic performance of the Numerical Methods course in a sample of students at the University of Engineering and Technology (UTEC). It is of experimental quantitative design, quasi- experimental type. With a non-probabilistic sampling strategy, the selection of the 60 students does not depend on the probability is at the convenience of the researcher, divided into two groups: experimental and control, each consisting of 30 students, to whom two tests of knowledge (Pre test and Post test), prepared by the author of this research. These instruments were subjected to different statistical analyzes that determined that the tests were valid and reliable, then the respective comparisons were made using the statistical test Z. The statistical results indicate that in the Post-test applied to the experimental group a greater performance than in the control group, which means that the application of the Flipped Learning active methodology has significantly and positively influenced the academic performance of Numerical Methods.

## 1. INTRODUCCIÓN

Todo comenzó cuando dos maestros de química de secundaria, Jonathan Bergmaan y Aaron Sams, se dieron cuenta de que ambos percibían su actividad como demasiado mecánica y seca. Día tras día, los ciclos continuos de lecciones y pruebas de verificación limitaron el tiempo necesario para conocer a sus alumnos en profundidad y comprender sus necesidades, tanto en términos de aprendizaje como de relaciones. En 2007 pensaron que encontrarían este tiempo perdido al trasladar el momento de adquisición de los conocimientos básicos, esa es la lección tradicional, más allá del aula y optaron por capacitar a los estudiantes al proponer el uso de materiales digitales como una "tarea" autoformación

Las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTIC) enfocadas en la educación generan escenarios propicios para potencializar el proceso de enseñanza aprendizaje y es allí donde surgen los cursos virtuales y es por ello por lo que es tan importante contar con los recursos y herramientas necesarias para poder organizar, diseñar e implementarlos.

El rol del profesor está sufriendo una transformación a la hora de aplicar las nuevas tecnologías, pues en los profesores recae la responsabilidad de aplicar estas nuevas metodologías y tareas, vinculadas asimismo con el cambio y la innovación educativa. Los profesores, por tanto, deben contar con una formación adecuada, lo que supone un esfuerzo y un requisito complicado en muchos contextos, no obstante, se debe tener muy presente estos aspectos en relación con el complejo desarrollo profesional del profesor, el ámbito de la formación inicial del profesorado y la formación permanente del mismo.

En este camino, la enseñanza de métodos numéricos debe necesariamente incorporar la utilización de nuevas metodologías de aprendizaje activa como el Flipped Learning que permitan al alumno aprender mejor esta área del conocimiento humano.

El aula invertida también implica una transformación del papel del maestro. El profesor deja ser el centro de la clase, convirtiendo al alumno en el actor principal, el maestro asume el rol de facilitador que trabaja con los estudiantes para guiarlos a través de experiencias individuales. El papel de "guía" puede ilustrarse utilizando la idea de Paulo Freire esa educación "no debe involucrar a una persona que actúa sobre otra, sino a personas trabajando juntas" (Smith, 2012, p. 1).

## 2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Lo que sucede en un aula tradicional en la universidad es que la clase desarrollada se convierte en una transferencia de conocimiento, a menudo como una conferencia, posteriormente los estudiantes desarrollan las tareas fuera de clase para procesar los conocimientos explicados en clase por el profesor, a esta parte Mazur (2001) lo denominó asimilación del conocimiento. Los estudiantes no comprendían los principios básicos de la teoría de Métodos Numéricos que eran esencial para posteriormente aplicarlos en casos y proyectos del curso. Lo que se propone es que se cubra la etapa de transferencia de conocimiento antes de asistir a clase, para que el tiempo de clase se pueda utilizar para ayudar a los estudiantes a asimilar lo que han leído, visto o intentado comprender antes de venir a clase. El cambio que se plantea con la metodología activa Flipped Learning es simplemente que la

transferencia de conocimiento ahora ocurre fuera y antes de la clase, y La asimilación del conocimiento ahora comienza en clase. Flipped Learning tiene como objetivo hacer que el estudiante trabaje principalmente en casa de forma independiente, aprendiendo a través de videos y podcasts o leyendo los textos propuestos por los maestros o compartidos por otros maestros. En el aula, el alumno intenta aplicar lo que ha aprendido para resolver problemas y realizar ejercicios prácticos propuestos por el profesor. El papel del profesor se transforma: su tarea se convierte en la de guiar al alumno en la elaboración activa y el desarrollo de tareas complejas. Dado que el uso de conceptos se traslada al tiempo que se pasa en casa, el tiempo que se pasa en clase con el profesor se puede utilizar para otras actividades basadas en el aprendizaje, con miras a la pedagogía diferenciada y el aprendizaje de proyectos.

El aula se convierte en un lugar donde se aliente a los estudiantes a centrarse en la experimentación directa, como el desarrollo de proyectos, aprender de manera crítica y conectar conceptos potencialmente abstractos con experiencias concretas y cotidianas. La idea es que la percepción que tienen los estudiantes sobre el valor del tiempo que pasan en la universidad debe cambiar.

### **2.1 Formulación del problema**

¿Qué influencia tiene Flipped Learning, en el rendimiento académico del curso de Métodos Numéricos, en los estudiantes de la Universidad de Ingeniería y Tecnología?

### **2.2 Objetivos**

Determinar la influencia que tiene tiene Flipped Learning, en el rendimiento académico del curso de Métodos Numéricos, en los estudiantes de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC).

### **2.3 Importancia y alcance de la investigación**

El estudio asumido como una modalidad educativa es muy importante porque permite el proceso enseñanza (docente) y aprendizaje (alumnos) mediante diferentes métodos, técnicas, estrategias y medios, en una situación en que el estudiante y profesor se encuentran separados, permitiendo propiciar el uso del recurso virtual en función de un mayor compromiso educativo que ayuda a consolidar la "Sociedad del conocimiento" y en la misma, la educación y la formación serán más que nunca, los principales vectores de identificación, pertenencia y promoción social. A través de la educación y la formación, adquiridas en el sistema universitario, los individuos serán dueños de su destino y garantizarán su desarrollo.

## **3. MARCO TEÓRICO.**

Bergmaan y Sams (2014), destacan cómo "anular la enseñanza" puede proporcionar un marco operativo para alinear los conocimientos y habilidades de los estudiantes y mejorar la relación educativa a través de la tecnología y la optimización cuidadosa del tiempo.

Rodríguez (2010), sustenta la tesis: Concepción didáctica del Software Educativo como instrumento mediador para un aprendizaje desarrollador, para optar el Grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, en la Universidad de Ciencias Pedagógicas Félix Varela Morales. Dirección de Tecnología Educativa de Cuba; de su resumen



**Beneficios:**

- Permite el aprendizaje a su propio ritmo: Los estudiantes pueden prepararse para la clase cuando lo deseen.
- Tiempo académico totalmente utilizado para la aplicación de casos y proyectos.
- Estimula la independencia y creatividad de los estudiantes.
- Posibilidad de dedicar más tiempo a los estudiantes en dificultades mientras el resto de la clase trabaja en problemas y proyectos más complejos.
- Satisfacción de los profesores cuando se dan cuenta de que pueden trabajar con resultados de aprendizaje que son mucho más altos que la norma.

**Desventajas:**

- Necesidad de revolucionar completamente el método de trabajo (abolición de conferencias e interrogatorios).
- Necesidad del profesor de una larga formación pedagógica y didáctica y habilidades informáticas discretas.
- Necesidad de aumentar el trabajo preparatorio para las lecciones y los tiempos de corrección para las pruebas escritas.

**4. HIPÓTESIS.**

La aplicación del Flipped Learning influye significativamente en el rendimiento académico del curso de Métodos Numéricos, en los estudiantes de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC).

**4.1. Variables**

- Variable independiente: Flipped Learning
- Variable dependiente: Rendimiento académico
- Variables Controladas: Edad, Sexo, Nivel Académico

**4.2 Operacionalización de las variables**

**De la variable independiente: Flipped Learning.** La variable Flipped Learning, ha sido dimensionada en la forma siguiente

Tabla 1: *Variable Independiente: Flipped Learning*

| VARIABLE         | DIMENSIONES   | INDICADORES  |
|------------------|---|--|
| INDEPENDIENTE    |   |  |
| Flipped Learning | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiente flexible.</li> <li>• Cultura de aprendizaje.</li> <li>• Diseño instruccional.</li> <li>• Instructor capacitado</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo a través del proyecto del curso.</li> <li>• Motivación a través de la participación de los alumnos en clase.</li> <li>• Reflexión y valoración del aprendizaje a través de las diferentes evaluaciones formativas.</li> <li>• Ejecuta y desarrolla las actividades a través de las evaluaciones continuas.</li> </ul> |

*Fuente:* Elaborado por el autor en base al marco teórico



**De la variable dependiente: Rendimiento académico.** Podemos concebirlo como los logros alcanzados por el educando en el proceso de aprendizaje, relativos a las competencias que se espera alcanzar en el diseño curricular de la institución. Para su aplicación se ha elaborado para la presente investigación, las pruebas de entrada y salida (Pre test y Post test). La aplicación fue llevada a cabo en el primer semestre del Ciclo 2019-I. Operacionalmente se define a partir de las siguientes dimensiones e indicadores:

Tabla 2

*Dimensión e indicadores del rendimiento académico*

| DIMENSIONES      | INDICADORES   | INSTRUMENTOS   |
|------------------|---|--|
| 1. Conceptual    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtiene conceptos fundamentales en el área del Análisis Numérico</li> <li>- Identifica y describe los modelos matemáticos.</li> <li>- Explica las aproximaciones de las soluciones de los problemas utilizando métodos numéricos.</li> </ul>   | Operacionalmente se define a partir de las siguientes dimensiones e indicadores: (00-20) |
| 2. Procedimental | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aproxima soluciones a sistema de ecuaciones lineales y no lineales.</li> <li>- Aproxima funciones desconocidas o difíciles de trabajar.</li> <li>- Aproxima soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias.</li> <li>- Reconoce a través del dibujo los métodos de solución.</li> <li>- Resolución del problema.</li> <li>- Manejo de métodos de solución.</li> </ul> |  |
| 3. Actitudinal.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hábito para la Investigación.</li> <li>- Hábito para el trabajo en equipo.</li> <li>- Colaboración y participación.</li> </ul>   | Test de Actitudes Escala Likert (1-5)  |

*Fuente:* Elaborado por el autor en base al marco teórico

## 5. METODOLOGÍA.

Para la selección del diseño de investigación se utilizó como base el libro de Hernández, Fernández y Baptista (2012) titulado "Metodología de la investigación". Según estos autores el diseño adecuado para esta investigación es de tipo cuasi experimental, dejando claramente establecido que este diseño es parte del grupo de diseños experimentales compuestos por tres tipos de diseños: Pre experimental, experimental verdadero y cuasi experimental.

Para el caso de nuestra investigación el diseño que le corresponde es el: Diseño cuasi experimental con pre-prueba y post-prueba y grupos intactos (Uno de ellos de control), cuyo diagrama es el siguiente:

G1 O1 X O2  
 G2 O3 - O4

De donde:

G1 Es el grupo experimental G2 Es el grupo de control O1, O3 Pretest

X1 Tratamiento experimental O2, O4 Post Test

Metodología en el curso de Métodos Numéricos – 2019-I

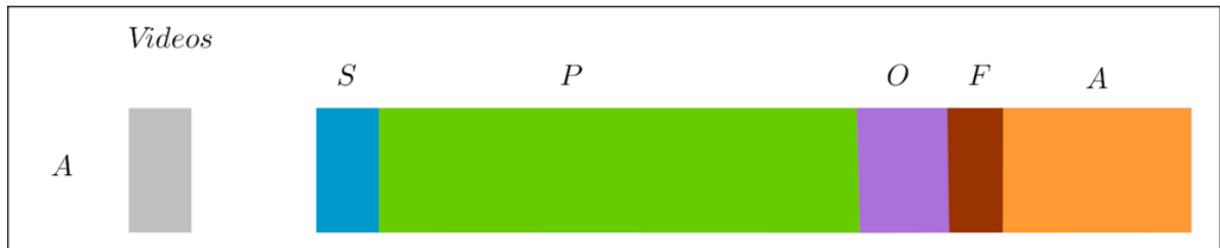
S: Plantear una situación para centrar la atención en lo que vamos a trabajar mediante un audiovisual, presentación de una situación contextualizada de donde emerge el concepto a aprender.

P Procesamiento de la información recibida por grupos de trabajo bajo monitoreo activo y formativo del docente.

O: Una discusión plenaria donde presenten el objeto matemático creado por los grupos

F Formalización del concepto trabajado por parte del docente.

A Trabajo en grupo de actividades adicionales propuestas por el docente. Exposición de los estudiantes de las soluciones de las situaciones Evaluación del aprendizaje adquirido.



Dubinsky, E. & McDonald, M. (2002). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research.



Actividades en clase



## 6. RESULTADOS.

Tabla 3

Rendimiento académico del curso de Métodos Numéricos, en los estudiantes del III Ciclo de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTECH), del grupo de control y experimental según pretest y postest.

| Estadístico    | Grupo          |                     | Test U de Mann-Whitney <sup>a</sup> |
|----------------|----------------|---------------------|-------------------------------------|
|                | Control (n=30) | Experimental (n=30) |                                     |
| <b>Pretest</b> |                |                     |                                     |
| Media          | 4,35           | 4,82                | U=,000                              |
| Desv. típ.     | 1,30           | 1,13                | Z = -1.399<br>p = 0.162             |
| <b>Postest</b> |                |                     |                                     |
| Media          | 8.35           | 10,4                | U= 314,00                           |
| Desv. típ.     | 2,39           | 1,31                | Z=- 2,875<br>p = .004               |

*Fuente:* : Elaboración propia en base a pre y post test aplicado a los grupos experimental y de control del estudio

En cuanto al rendimiento académico de los estudiantes en el curso de Métodos Numéricos de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTECH), se aprecian los estadísticos del pre test de los grupos de estudio, los estudiantes al inicio presentan resultados similares en cuanto al nivel de conocimiento del curso de Métodos Numéricos, A continuación, se realizará la prueba estadística U Mann Whitney para comprobar que la diferencia de puntuaciones no es significativa. Contrastación:

- Hipótesis: H0 = No existe diferencia significativa entre el grupo control (C) y grupo experimental (A) H1 = Existe diferencia significativa entre el grupo control (C) y el grupo experimental (A)
- Margen de error: 5 %
- Prueba de U Mann whitney
- P-valor=0.162 > 0.05 entonces se acepta H0
- Conclusion: No existe una diferencia significativa entre los grupos de estudio (C y A). Por lo tanto, los grupos de estudio C y A parten de similares condiciones.

Para el caso del post test se observa que el promedio de puntajes de aprendizaje del grupo experimental (A) es mayor que del grupo control (C). Se podría afirmar que la aplicación del Flipped Learning a los estudiantes tuvo un efecto en la mejora del aprendizaje de la asignatura mencionada en los estudiantes del grupo experimental (A). A continuación, se realizará la prueba estadística U Mann Whitney para demostrar que la diferencia entre los promedios de los grupos de estudio es significativa. Contrastación:

- Hipótesis: H0 = No existe diferencia significativa entre el grupo control (C) y grupo experimental (A) H1 = Existe diferencia significativa entre el grupo control (C) y el grupo experimental (A)
- Margen de error: 5 %
- Prueba U Mann Whitney
- P-valor=0.00 < 0.05 entonces se rechaza H0
- Conclusion: Existe una diferencia significativa entre el grupo control (C) y grupo experimental (A).

## 7. CONCLUSIONES.

PRIMERA Los resultados estadísticos nos muestran que no existen diferencias significativas entre los grupos de investigación, respecto del pretest, lo que indica que ambos grupos son homogéneos.

SEGUNDA Los resultados estadísticos alcanzados nos muestran que existen diferencias significativas entre los grupos de investigación, respecto del postest notándose que los alumnos del grupo experimental con el Flipped Learning, alcanzan puntajes más elevados, grupo experimental con una media de 8.35 mientras que el grupo control con una media de 10,4, obteniendo un incremento en las puntuaciones de un 25% , respecto a los alumnos del grupo de control, logrando además obtener un 20% de aprobados más respecto al grupo de control, lo cual demuestra la utilidad e importancia de Flipped Learning y por tanto la necesidad de utilizarlo regularmente en este curso.

## 8. REFERENCIAS.

- [1] Baker, J. W. (2000). The “Classroom Flip”, Using web course management tools to become the guide by the side. In J. A. Chambers (Ed.), Selected Papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning (pp. 9-17). Jacksonville, Florida Community College
- [2] Bergmann, J., Sams, A. & cols. (2014) What Is Flipped Learning? Flipped Learning Network (FLN).
- [3] Boland, A. (2013) McGraw Hill Education. Flipping the Classroom Panel Discussion, moderado por Kelly Walsh. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=3T8jfcJza0>.
- [4] Bloom, B.S., Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H. y Krathwohl, D.R. (Eds.). (1956). Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain. New York: David McKay Company, Inc.
- [5] Calvillo Castro, Antonio Jesus (2014). El modelo flipped learning aplicado a la materia de música en el cuarto curso de educación obligatoria: Una investigación - acción para la mejora de la práctica docente y del rendimiento académico del alumnado. Universidad de Valladolid: Tesis doctoral.
- [6] Crouch CH. Y Mazur E., (2001). Peer instruction: “Ten years of experience and results”, American Journal of Physics, 69, 970-977.
- [7] Dávila, G.; García, M. y García, F. (2012). Memorias. XXII Semana de Investigación y Docencia en Matemáticas. México: Universidad de Sonora. Departamento de Matemáticas.
- [8] Fulton, K. (2012). The Flipped Classroom: Transforming Education at Byron High School: A Minnesota High School with Severe Budget Constraints Enlisted YouTube in Its Successful Effort to Boost Math Competency Scores. THE Journal (Technological Horizons in Education), 39(3), 18
- [9] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2012). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill. 108, 173, 203, 108, .238.
- [10] Johnson, L., Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). Horizon Report: 2014 Higher Education
- [11] Libio Rvelo Solarte (2014). La metodología del aprendizaje entre pares aplicada en la enseñanza de la física en educación básica. (Tesis de Maestría en Enseñanza en Ciencias Exactas )
- [12] Mazur (2001), Peer Instruction: A User's Manual, Prentice Hall.
- [13] Ortiz, L.F. (2007). «Campus Virtual: la educación más allá del LMS». Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), 4, (1) UOC. ISSN 1698- 580X.
- [14] Rodríguez, L. (2010). Concepción didáctica del Software Educativo como instrumento mediador para un aprendizaje desarrollador. (Tesis de Doctor en Ciencias Pedagógicas).

# COINI 2019

## XII° Congreso de Ingeniería Industrial

*Este libro “Memorias del XII COINI 2019” reúne los trabajos presentados los días 31° de octubre y 1° de noviembre de 2019, en el Congreso Argentino / Internacional de Ingeniería Industrial. Estos 83 trabajos fueron sometidos a doble evaluación ciega, tienen el más alto rigor científico y se publican como es habitual, con Registro ISBN.*

*Encontrarán aquí escritos de gestión, de innovación, técnicos y de economía, de emprendedorismo, de educación, y otros. Como puede verse, el amplio campo de la Ingeniería Industrial permite además que otras especialidades se presenten en el COINI, haciendo a este libro muy variado y también muy interesante.*

*En tal sentido, podemos decir con gran satisfacción y orgullo que gracias a nuestros COINI –que organizamos hace 14 años- y sus publicaciones, dimos ya respuesta a más de 1200 trabajos y a 4000 autores. Así, hemos podido concretar tanto la necesaria transferencia de las investigaciones como el éxito de los procesos de Acreditación de las carreras donde participan.*

*En otro orden de cosas, debo destacar como novedades del COINI 2019, el acuerdo entre la AACINI y la Red REDICECIA de investigadores Latinoamericanos, que permitirá la edición de la Revista AACINI de Ingeniería Industrial Indexada.*

*Esta nueva Revista incluirá los mejores trabajos de este los futuros Congresos que organicemos.*

*Vemos así como la AACINI, la Red Argentina de la especialidad, reconocida por el CONFEDI, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, e integrada por más de 60 Directores de Carrera, contribuye con la producción científica y la educación en Ingeniería, tanto de la República Argentina como de América Latina y del Caribe.*

*Para concluir, es mi ferviente deseo que continuemos trabajando juntos -con el espíritu de cordialidad que siempre prima en nuestros COINI y en nuestra AACINI- para aportar no solo a la calidad y mejora de la carrera de Ingeniería Industrial, sino también a la producción, difusión y transferencia de conocimientos, indispensables para el desarrollo y bienestar de nuestra querida República Argentina y de América toda.*

*Espero entonces que disfruten de este libro y que también les sea de utilidad.*

