

## **EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS GENÉRICAS PARA LA MEJORA DE LA ENSEÑANZA Y DEL PLAN DE ESTUDIOS**

**María V. D’Onofrio**, Universidad Nacional de Mar del Plata, fi.vicky@gmail.com

**Mariela A. González**, Universidad Nacional de Mar del Plata,  
marielaazulgonzalez@gmail.com

**Resumen**— En el universo de competencias genéricas que el estudiante de Ingeniería Industrial debe desarrollar o adquirir a lo largo de su carrera se encuentran aquellas que se denominan Competencias Interpersonales. Dentro de este conjunto se incluyen la “capacidad para desempeñarse en forma efectiva en equipos de trabajo” y la “capacidad para liderar equipos de trabajo”. A través del uso de una herramienta informática basada en Lógica Difusa, elaborada para la evaluar diferentes competencias desarrolladas en los alumnos que cursan una asignatura perteneciente al último año de una carrera de Ingeniería Industrial, se obtiene como resultado el porcentaje adquirido de las mismas, por año de cursada, sobre el total de alumnos aprobados. Los resultados obtenidos son utilizados no sólo para mejorar el régimen de enseñanza y aprendizaje en la asignatura seleccionada, sino que se puede obtener una segmentación más específica que permite implementar estrategias particulares para el desarrollo de un área concreta de la competencia y a partir de ello realizar propuestas de cambios en otros puntos del plan de estudios donde esas capacidades deberían comenzar a desarrollarse o consolidarse.

**Palabras clave**— *lógica difusa, evaluación de competencias, competencias interpersonales.*

### **1. Introducción**

La evaluación por competencias genéricas en algunos casos produce una sensación subjetiva sobre el proceso evaluador, tanto en el profesorado así como también en los alumnos. Lo anterior se debe a que le resulta al docente muy difícil fijar los mismos criterios personales y aplicarlos del mismo modo para todos.

El presente trabajo consiste en un estudio sistemático a lo largo de siete años que tiene como objetivo cuantificar la “Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo” establecida por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería para la carrera Ingeniería Industrial [1]. Esta competencia depende de la adquisición de dos capacidades esenciales: “Capacidad para participar en equipos de trabajo” y “Capacidad para liderar equipos de trabajo”. Para ello se utilizó una herramienta informática de

inteligencia computacional basada en Matlab para definir y ajustar los parámetros de la Lógica Difusa Proposicional propuesta. Con asistencia de un experto, profesor de una asignatura de quinto año donde se requiere que el alumno cuente con dichas capacidades, se elaboró una encuesta que evalúa diferentes aspectos específicos que deben ser tenidos en cuenta en la valoración de la competencia. En una etapa posterior el experto colabora en la definición de predicados que son valuados a través de Lógica Difusa [2]. Esta técnica de modelado ha sido seleccionada frente a otras posibles dentro de la inteligencia computacional, dada su interpretabilidad y facilidad en la modelización del razonamiento del profesor mediante el desarrollo de una herramienta automática. La aplicación de las técnicas de modelado difuso adecuadas permite obtener un sistema evaluador basado en las inferencias realizadas por los profesores durante el proceso evaluador. Además los resultados de esta técnica son fácilmente interpretables [3].

## **2. Materiales y Métodos**

### **2.1 Materiales**

Las competencias genéricas utilizadas para el presente trabajo (capacidad para desempeñarse en forma efectiva en equipos de trabajo y capacidad para liderar equipos de trabajo) y las capacidades específicas que requieren las mismas fueron extraídas de la publicación sobre competencias de la carrera Ingeniería Industrial, realizada por el CONFEDI en el año 2006, teniendo en cuenta las aptitudes que debe adquirir el alumno en una asignatura en particular.

La asignatura seleccionada para la realización de este análisis es Mecanismos de Integración Económica, correspondiente al quinto año de la carrera Ingeniería Industrial, que se dicta en la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Los datos utilizados para la validación de la herramienta informática desarrollada corresponden a la evaluación de los alumnos de siete años consecutivos que cursaron y aprobaron la asignatura.

### **2.2 Lógica difusa compensatoria**

La Lógica Difusa Compensatoria (LDC) ha demostrado ser adecuada para la modelización del conocimiento subjetivo. Presenta la propiedad de que su conjunción e implicación compensan bajos grados de verdad resultado, de algunos conjuntos difusos, con valores altos de otros, pertenecientes a distintas variables [4].

La conjunción en la LDC se define utilizando la media geométrica. La siguiente ecuación muestra su definición formal. Dados  $n$  valores de verdad  $x_i$ , su conjunción se determina como:

$$c(x_1, x_2, \dots, x_n) = (x_1 x_2 \dots x_n)^{1/n} \quad (1)$$

La disyunción se determina como 1 menos la media geométrica de las negaciones de los valores de verdad:

$$d(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1 - [(1 - x_1)(1 - x_2) \dots (1 - x_n)]^{1/n} \quad (2)$$

La implicación de dos valores de verdad  $x$  e  $y$  se define formalmente como:

$$i(x,y) = d(n(x),c(x,y)) \quad (3)$$

### **2.3 Metodología propuesta**

En primer lugar el docente experto seleccionó las competencias genéricas para Ingeniería Industrial incluidas en las Competencias Interpersonales, basándose en su importancia y en la dificultad de evaluación para la asignatura de la cual es responsable. Posteriormente se consultó bibliografía que contribuyó a definir las capacidades específicas que debe adquirir el alumno para el logro de dichas competencias, las cuales se utilizaron en la elaboración de una encuesta que el docente completará para cada alumno en particular [5]. Esta encuesta está constituida por preguntas simples y de fácil interpretación, que se completa indicando si la capacidad ha sido “no adquirida” (NA), “en desarrollo” (ED), “adquirida” (A) o “destacada” (D). A estas etiquetas se le asigna un valor de verdad que permite indicar la medida en que alguno posee estas aptitudes.

Con la asistencia del experto se definieron los predicados difusos que relacionan las capacidades del alumno anteriormente definidas. El valor de verdad de cada predicado fue calculado mediante operadores de la Lógica Difusa Compensatoria (LDC). Esta lógica ha sido utilizada satisfactoriamente en otros trabajos, demostrando su poder para compensar bajos valores de verdad con altos valores de verdad correspondientes a cada una de las proposiciones que conforman los predicados. Finalmente los resultados obtenidos son validados por el experto, quien corroboró si se condicen con la calificación otorgada a cada alumno. Se ajustaron los parámetros de la herramienta hasta que se asemejen a los del proveniente del conocimiento y experiencia del experto.

A continuación, a modo de ejemplo, se muestra la estructura jerárquica de los predicados propuestos en la “capacidad para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo”, seguidos de sus correspondientes expresiones lógicas.

$TE(x)$  = “Un alumno adquiere la competencia de trabajo en equipo si posee una buena comunicación, se relaciona apropiadamente con su entorno, cumple su rol y diseña y desarrolla el trabajo correctamente”

$$TE(x)=C(x)^{\wedge}RI(x)^{\wedge}R(x)^{\wedge}DyD(x) \quad (4)$$

$C(x)$  = “Un alumno posee una buena comunicación si expresa sus ideas claramente frente a sus compañeros y hacia otros profesionales y utiliza el vocabulario necesario para su correcta comprensión”

$RI(x)$  = “Un alumno posee una buena aptitud para las relaciones interpersonales si es capaz de incorporar sugerencias externas, se adecua a la dinámica del debate, acepta las críticas y las utiliza constructivamente, sugiere mejoras a otros equipos de trabajo, se relaciona de manera conveniente con sus pares y profesionales de otras área y motiva a sus compañeros ante dificultades en busca de consenso”

$R(x)$  = “Un alumno cumple con su rol si realiza las tareas que le fueron asignadas, las cumple de manera activa, se adapta a estas tareas en tiempo y forma, sigue el orden establecido, es honesto y demuestra sentido ético, posee una buena predisposición para el trabajo grupal y desarrolla lazos de compañerismo en el grupo”

DyD(x)= "Un alumno diseña y desarrolla el trabajo en equipo correctamente si planifica las tareas en tiempo y forma, propone ideas innovadoras y creativas para la resolución del trabajo y presenta predisposición para seguir un orden establecido dentro del grupo"

L(x)= "Un alumno posee la capacidad de liderazgo si adquirió la capacidad para el trabajo en equipo, se comunica eficientemente con su entorno, ejerce la dirección del grupo y colabora activamente para el cumplimiento de los objetivos planteados y promueve el desarrollo de los demás integrantes de su grupo"

$$L(x)=TE(x)^{CL(x)^D(x)^CI(x)} \quad (5)$$

### **3. Resultados y Discusión**

El experto completó una grilla en cada cursada y para cada alumno en particular, la cual es procesada mediante la herramienta informática diseñada obteniendo como resultado un valor que indica la medida en que el alumno cumple con las capacidades analizadas para el desarrollo de la competencia. En la Tablas 1 y 2 se presentan a modo de ejemplo las grillas utilizadas para las capacidades "desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo" y "liderar equipos de trabajo". La evaluación del predicado final se realiza utilizando los valores indicados por el experto y evaluados con operadores de la lógica difusa compensatoria teniendo en cuenta los predicados propuestos por el mismo.

La primera vez que se aplicó la herramienta fue en el año 2011 y los resultados obtenidos no fueron satisfactorios (Figuras 1 y 2). En consecuencia se realizaron modificaciones prácticas en el dictado de la asignatura para el 2012 y se mantuvieron en el 2013 a los efectos de poder mejorar la adquisición de las capacidades por parte de los alumnos. Las mejoras consistieron en:

- Con respecto a la capacidad para "desempeñarse en forma efectiva en equipos de trabajo", cuando se plantea durante la cursada el primer trabajo práctico bajo esta modalidad, se les explica a los alumnos cuál es la metodología que pueden emplear para facilitar su manejo y desempeño dentro del mismo.
- En la misma línea para la capacidad para "liderar equipos de trabajo", se les aconseja que cada equipo tenga un conductor, que organice las tareas, guíe el trabajo propuesto, seleccione la metodología a seguir y controle la duración de cada actividad.

Posteriormente, en 2014 se observa una marcada disminución en el porcentaje adquirido en ambas capacidades, y en los años subsiguientes, nuevamente los resultados son satisfactorios. Se considera que la disminución en las capacidades en el 2014 está relacionada con el reemplazo un trabajo práctico que involucraba el trabajo en equipo de modo presencial, con su correspondiente entrega y exposición, por otro en el cual el grupo de estudiantes debe confeccionar una wiki, sobre el mismo tema que el anterior.

Tabla 1. Grilla de valoración de la “capacidad para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo” de cada alumno (ejemplo).

Capacidad para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	Valoración
Planificó las tareas previamente.	ED
Demostró predisposición a seguir un orden establecido dentro del grupo.	ED
Propone ideas creativas e innovadoras para la resolución del trabajo.	A
Cumplió su rol activamente.	A
Cumplió su rol correctamente.	A
Se adaptó rápidamente al trabajo de equipo en función de los objetivos del trabajo.	A
Expresa sus ideas claramente a terceros (fuera del equipo).	A
Se expresa con claridad frente a sus compañeros de equipo.	A
Utilizó el vocabulario adecuado.	ED
Es capaz de incorporar sugerencias externas.	A
Se adecuó a la dinámica del debate.	A
Las críticas fueron recibidas constructivamente.	ED
Formuló sugerencias congruentes para mejorar otros trabajos.	ED
Es honesto y demuestra un sentido ético.	A
Se relacionó correctamente con personas externas al grupo.	ED
Se relacionó adecuadamente con estudiantes de otras disciplinas.	ED
Se relaciona con profesionales de distintas áreas adecuadamente.	A
Posee una buena predisposición para el trabajo grupal.	D
Desarrolló lazos de compañerismo dentro de grupo.	D
Se relacionó adecuadamente con sus pares.	A
Manejó adecuadamente las situaciones de conflicto.	A
Motivó a los demás ante las dificultades en busca de consenso para lograr superarlas.	A
<b>Resultado</b>	
Comunicación	60%
Diseño y desarrollo	55%
Relaciones interpersonales	60%
Rol	73%
<b>Porcentaje adquirido de la capacidad (entre 0 y 100%)</b>	<b>67%</b>

Fuente: elaboración propia

En un trabajo específico presentado a un congreso y realizado por los docentes de la asignatura, relacionado con la utilización de wikis para promover la participación de los alumnos en el trabajo en equipo, los mismos concluyen que: “A partir del resultado de las rúbricas con las que se evalúan las wikis, se evidenciaron valores críticos en el indicador ‘Participación’, ya que todos los grupos obtuvieron un nivel de desempeño ‘En desarrollo’. A partir del objetivo principal de la implementación de la wiki en el Trabajo Práctico (mejorar el trabajo colaborativo en equipos de trabajo) en el análisis de los resultados se hace hincapié en este indicador”[6].

Tabla 2. Grilla de valoración de la “capacidad para liderar equipos de trabajo” de cada alumno (ejemplo).

Capacidad liderar equipos de trabajo	Valoración
Posee capacidad para trabajar en equipo (resultado que se determina a través del predicado anterior).	A
Propuso un orden de trabajo dentro del grupo.	A
Transmite claramente a sus compañeros la metodología de trabajo a seguir.	ED
Demuestra capacidad de interactuar con sus compañeros, asistirlos motivarlos y fomentar su crecimiento.	A
Evaluó los resultados de su trabajo.	ED
Evaluó los resultados del trabajo grupal.	ED
Se comunica con otras personas, demostrando las ideas de su grupo y las defiende como propias.	A
Lidera y/o dirige el equipo.	A
Se adaptó a la aparición de otros de otros líderes dentro del grupo.	A
Insistió en la necesidad de colaborar entre todos para alcanzar el objetivo.	A
<b>Resultado</b>	
Comunicación	59%
Dirección	59%
Colaboración interpersonal	70%
<b>Porcentaje adquirido de la capacidad (entre 0 y 100%)</b>	<b>60%</b>

Fuente: elaboración propia

Es por ello que los docentes se plantearon diferentes escenarios posibles causales de dicho resultado, observando tanto acciones de los estudiantes así como también de los docentes:

- En cuanto a los estudiantes, puede no haber existido el trabajo colaborativo o que hayan interactuado en otros soportes (cara a cara, mensajes, e-mails)

incorporándolos posteriormente a la wiki, o falta de práctica en el uso de la herramienta, o una combinación de estos elementos.

- Desde el punto de vista de los docentes, puede que la consigna del trabajo práctico no haya sido comprensible en cuanto a la importancia del registro de la participación o falta de práctica en el uso de la herramienta, o una combinación de ambas. Las observaciones anteriores constituyeron el punto de partida en el diseño de mejoras para que el trabajo práctico cumpla con el objetivo propuesto.

En base a lo anterior los docentes se propusieron realizar como mejora la visualización y el seguimiento del proceso durante la elaboración de las wikis, generando interacciones entre docentes y estudiantes, introduciendo comentarios en el texto o en el foro interno del grupo. Dicha comunicación permitió conseguir un mejor rendimiento a lo largo del proceso y la participación de los integrantes del equipo a través de la motivación, lo cual se evidencia en los resultados posteriores a 2014, en la evaluación de ambas capacidades.

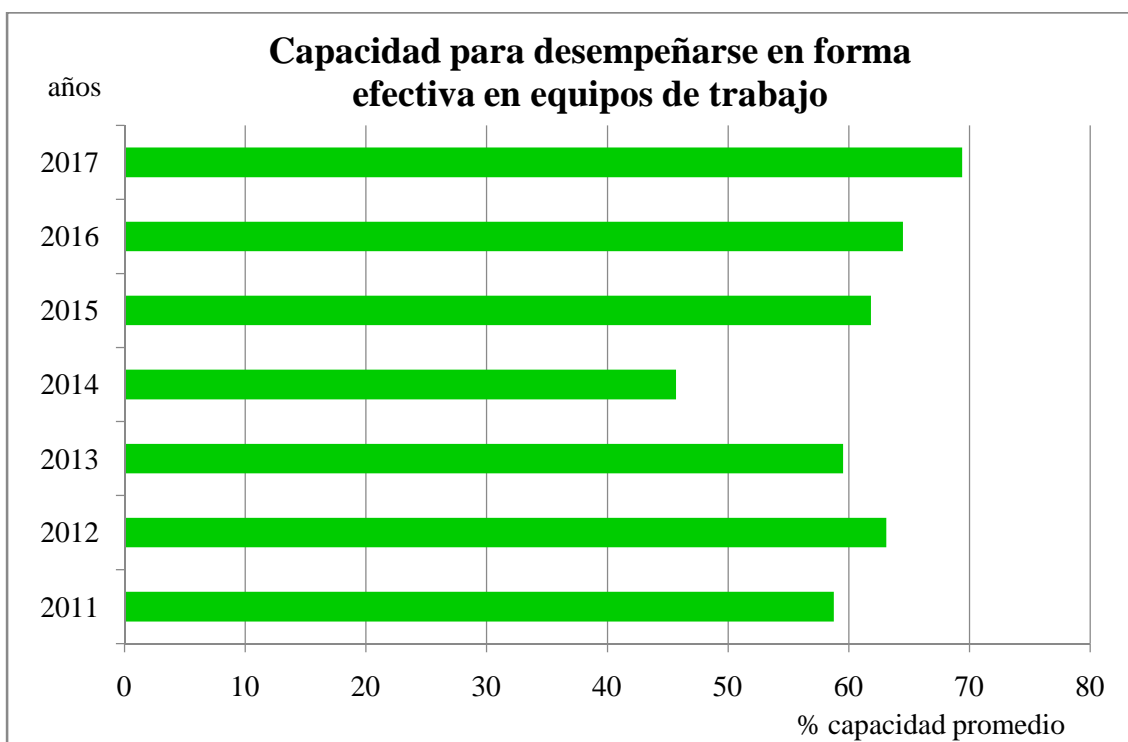


Figura 1. Promedio del porcentaje adquirido de la “Capacidad para desempeñarse de manera efectiva e equipos de trabajo” sobre el total de alumnos por cursada.

Fuente: elaboración propia

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

Los resultados derivados a través del uso de la herramienta informática desarrollada son consistentes con las hipótesis establecidas por expertos empleando otras metodologías de trabajo.

La herramienta constituye un enfoque innovador que tiene la potencialidad de ser aplicada en el resto de las competencias que deban ser adquiridas en cualquier carrera que presente la modalidad de planes de estudio por competencias.

En el mismo sentido es importante destacar que del contraste de los resultados obtenidos con la herramienta y el objetivo de lograr una formación competente en adquisición de capacidades del estudiante de Ingeniería Industrial, se podrán hacer futuras correcciones en la currícula o planificar cambios para superar las falencias detectadas, proponiendo otras estrategias pedagógicas y seminarios que contribuyan a lograr la adquisición de las competencias requeridas.

En cuanto a la asignatura en estudio, se puede detectar deficiencias, incorporar mejoras y también realizar el seguimiento de las estrategias educativas implementadas.

La futura línea de trabajo comprende la modificación de la grilla de evaluación y aplicación del software desarrollado para evaluar la adquisición, por parte de los estudiantes, de otras competencias genéricas de la Ingeniería Industrial en la misma asignatura y en función del criterio específico de los docentes responsables.

Con el uso de la herramienta hubo una primera evaluación entre los años 2011 y 2013, y posteriormente se realizó para los años siguientes, concluyendo en 2017. El experto considera necesaria una mejora tanto en la grilla de evaluación como en los predicados para hacer un uso más efectivo de la herramienta en el futuro.

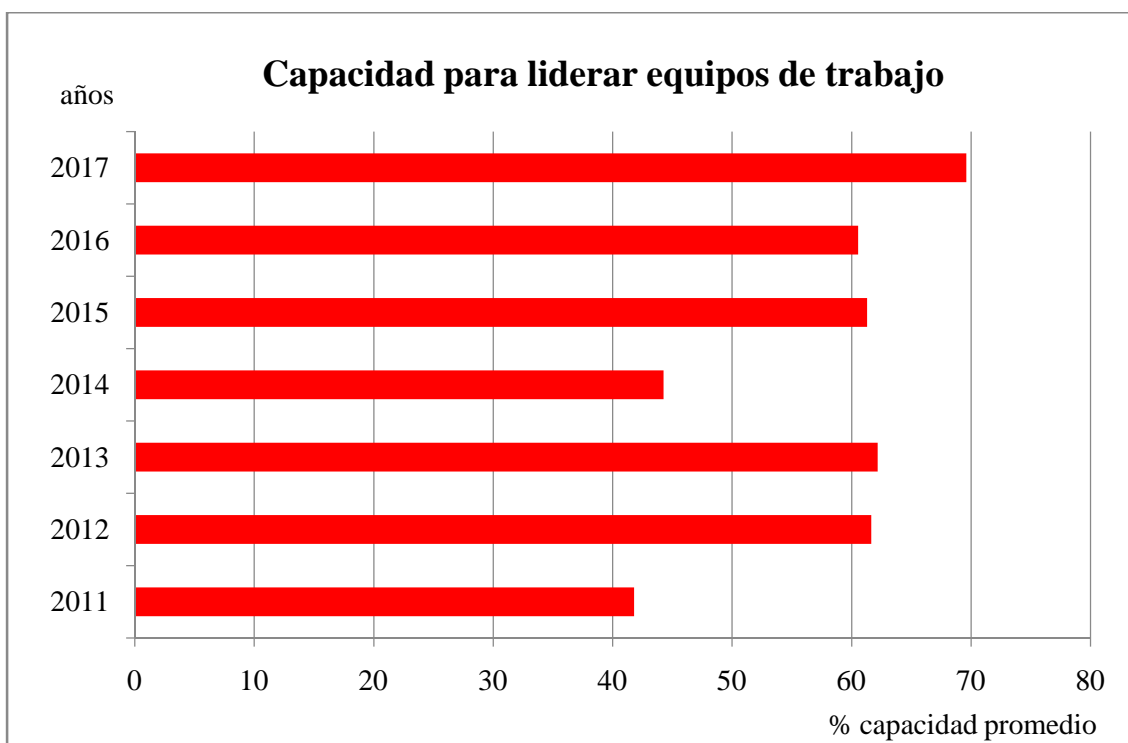


Figura 1. Promedio del porcentaje adquirido de la "Capacidad para liderar equipos de trabajo" sobre el total de alumnos por cursada.

Fuente: elaboración propia

## 5. Referencias

- [1] GRUPO CONFEDI (2006). *Competencias Ingeniería Industrial*. Buenos Aires, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería.
- [2] ESPIN ANDRADE, R.A. (2004). *El paradigma de la lógica difusa: Oportunidades para la ciencia*. Doctorado en Ciencias Técnicas, Escuela Politécnica José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.



- [3] MONTERO MORALES, J.A., GÓMEZ URGELLÈS, J., ALÍAS PUJOL, F., GARRIGA BERGA, C., VICENT SAFONT, LLUÍS, BADÍA FOLGUERA, D. (2008). “*Evaluación de Competencias Subjetivas. Experiencia en la Evaluación del Rendimiento del Trabajo en Grupo de los Estudiantes*”. 8ª Jornada sobre aprendizaje cooperativo y JID-01, 1ª Jornada sobre Innovación Docente organizada por los grupos RIMA de la UPC y GREIDI de la UVA. Universidad de Almería, Almería, España.
- [4] MESCHINO G.J., ESPIN ANDRADE R.A., BALLARIN V.L. (2008). A framework for tissue discrimination in magnetic resonance brain images based on predicates analysis and compensatory fuzzy logic. *International Journal of Intelligent Computing in Medical Sciences and Image Processing, online, v2 2, p.1-16.*
- [5] DE MIGUEL DÍAZ, M. (2005). *Modalidades de Enseñanza Centradas en el Desarrollo de Competencias: Orientaciones para Promover el Cambio Metodológico en el Marco del EEES*. Oviedo, Ediciones Universidad de Oviedo.
- [6] D’ONOFRIO, M.V.; MACKENZIE, M.J. (2017). Experiencia del uso de wikis para promover la participación de los alumnos en el trabajo en equipo. X Congreso de Ingeniería Industrial y Carreras Afines (COINI), Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina.