

Mejoras en el régimen de enseñanza aprendizaje de una asignatura para el desarrollo de competencias genéricas en estudiantes de Ingeniería Industrial

González, Mariela Azul y D'Onofrio, María Victoria

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata
Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Argentina
fi.vickyf@gmail.com*

RESUMEN.

El estudiante de Ingeniería Industrial debe desarrollar o adquirir a lo largo de su carrera un conjunto de competencias genéricas entre las que se encuentran las Competencias Interpersonales, que incluyen la capacidad para “desempeñarse en forma efectiva en equipos de trabajo”, “liderar equipos de trabajo” y “comunicarse”. En este artículo se presenta el uso de una herramienta informática que asiste al profesorado en el proceso evaluador por competencias genéricas. Esta herramienta relaciona diferentes características o criterios vinculados con capacidades que el estudiante de Ingeniería Industrial debe adquirir a lo largo de su carrera, proporcionando un índice que las cuantifica. Para ello se propone como técnica de modelado la aplicación de la lógica difusa, ya que posibilita la incorporación del conocimiento del profesor con el objetivo de simular su propio razonamiento mediante una herramienta automática. 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 que deben ser tenidos en cuenta. Posteriormente se aplican predicados valuados a través de Lógica Difusa Compensatoria, la cual relaciona las habilidades más específicas, ponderadas a través de una encuesta previa, y genera un valor final que indica la medida en que el alumno ha desarrollado cada una de las competencias genéricas. A partir de los resultados insatisfactorios obtenidos en el primer grupo de alumnos evaluados, cursada 2011, se implementaron en la asignatura simples estrategias pedagógicas para favorecer el desarrollo de las mismas. Posterior a su aplicación, evaluados los alumnos de las cursadas 2012 y 2013, la performance mejoró considerablemente aproximándose a los valores esperados por los docentes, por lo que se consideran efectivos los cambios realizados.

Palabras Claves: competencias genéricas, evaluación por competencias, lógica difusa

ABSTRACT

During the courses of the career, Industrial Engineering students must develop or acquire generic skills, in particular Interpersonal Skills which include effective team working, leadership and communication abilities. We present the use of a software tool that assists teachers in the evaluation process for generic skills. Different characteristics or criteria which belong to skills that students must acquire Industrial Engineering throughout his career are first related and then they are quantified. We proposed this technique for modeling the application of fuzzy logic because it enables the incorporation of teacher knowledge in order to simulate his own reasoning with an automatic tool. Specific abilities are previously define and evaluate by the expert, a professor in the fifth year course in which the student must possess these skills throughout a survey that measures each of them. Subsequently, we related and valued these aspects through Compensatory Fuzzy Logic and obtained numeric values indicating the degree to which the student has developed each skill. From unsatisfactory results obtained in the first group analyzed in 2011, simple pedagogical strategies were implemented in order to promote the development of these abilities. After implementation, we evaluated students' performance during 2012 and 2013 and showed a considerably improvement, reaching the values that professors expected. This allow us to conclude that changes were effective.

1. INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo consiste en un estudio que tiene como objetivo desarrollar una herramienta informática que permita cuantificar las Competencias Interpersonales establecidas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería para la carrera Ingeniería Industrial [1]. Este conjunto incluye las siguientes competencias genéricas: capacidad para desempeñarse en forma efectiva en equipos de trabajo, capacidad para liderar equipos de trabajo y capacidad para comunicarse.

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 las competencias. 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 de valoración 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, capacidad para liderar equipos de trabajo y capacidad para comunicarse) 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 tres años consecutivos (38 en 2011, 45 en 2012 y 21 en 2013) que cursaron y aprobaron dicha 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:

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

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.

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 conciben 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”

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

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 áreas 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 CONCLUSIONES.

3.1. Resultados.

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 Tabla 1 se presenta a modo de ejemplo la grilla utilizada para la capacidad para “desempeñarse de manera efectiva en 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.

Al analizar los resultados obtenidos en el año 2011, los cuales no fueron satisfactorios, 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:

1. 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.

2. 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.

3. En la capacidad “para comunicarse”, en el caso de los trabajos prácticos de los que resultaron documentos escritos, se les detalla cómo debe ser el formato del documento (contenido, estructura y normas de estilo). Para las exposiciones orales, se les especifican pautas para utilizar los medios audiovisuales, para la oratoria y para la administración efectiva del tiempo disponible.

Tabla 1 Grilla de valoración de la capacidad “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
Resultado	
Comunicación	60%
Diseño y desarrollo	55%
Relaciones interpersonales	60%
Rol	73%
Porcentaje adquirido de la capacidad (entre 0 y 100%)	67%

Se utilizaron histogramas, dónde para cada capacidad (desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, liderar equipos de trabajo y comunicarse) se comparan los resultados obtenidos cada año (Figuras 1 a 3) para cada cursada.

El eje “x” representa cantidades de alumnos agrupadas de a 10, el eje “y” representa el porcentaje de adquisición de cada competencia. Cada histograma contiene el análisis de los tres años evaluados, donde su color indica el año de pertenencia. Por lo tanto cada barra de la figura representa la cantidad de alumnos que adquieren cada competencia en la medida indicada por cada uno de los porcentajes indicados en el eje. El año está indicado por el color de la barra.

Se puede observar que en los años 2012 y 2013 se produce un aumento de alumnos con porcentajes de adquisición mayores al 30%, llegando a superar el 50% de cada competencia. Estos porcentajes son superiores a los observados en el 2011, año previo a las mejoras pedagógicas implementadas. Por otro lado, además de observarse una mejora en la adquisición de las competencias en el 2012, los histogramas muestran que se mantienen en el año 2013

3.2. Conclusiones.

Los resultados derivados a través del uso de la herramienta informática desarrollada, para 2012 y de 2013 presentaron una progresiva mejora de la performance, por lo que se infiere que los cambios realizados han sido efectivos. Además estos son consistentes con las hipótesis establecidas por expertos empleando otras metodologías de trabajo.

En consecuencia podemos concluir que 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.

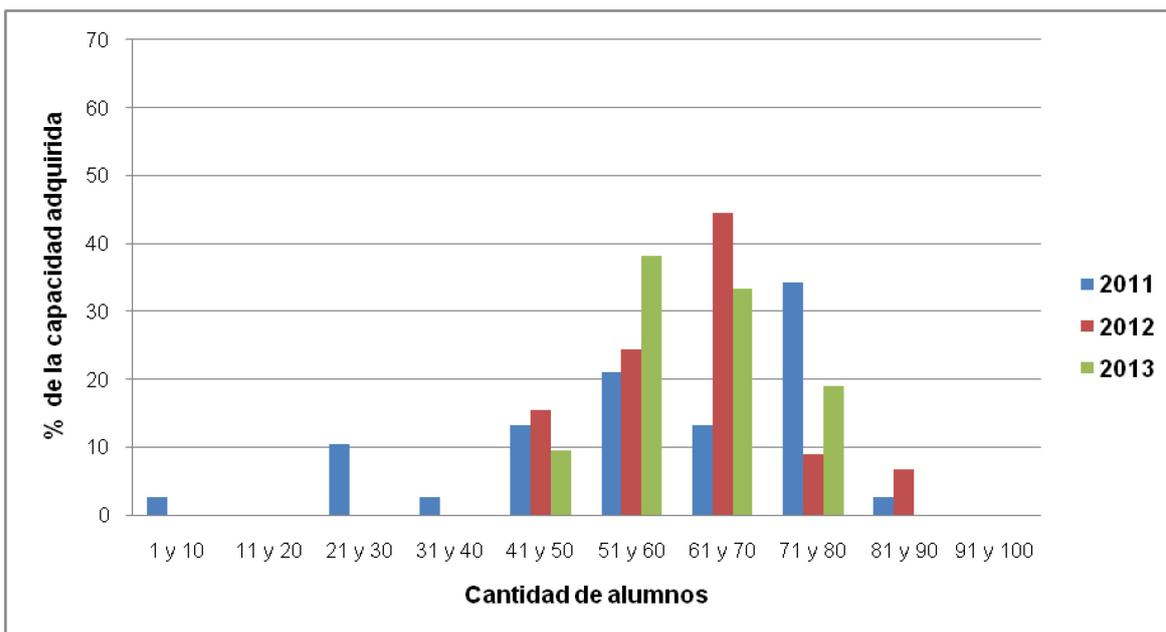


Figura 1 Capacidad para "desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo".

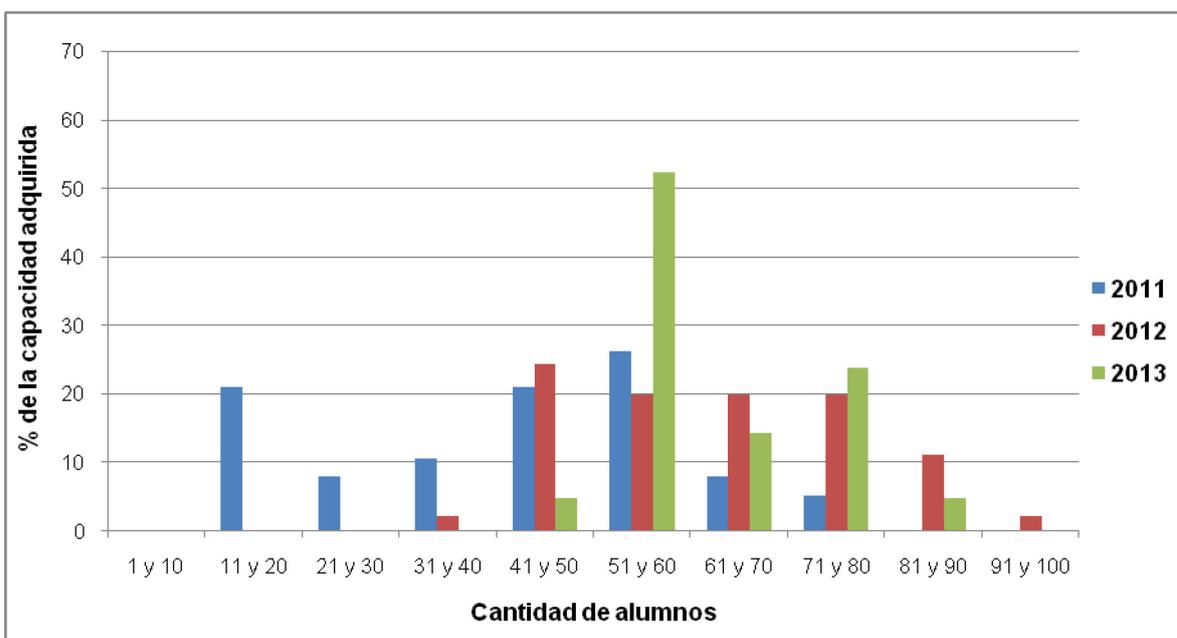


Figura 2 Capacidad para "liderar equipos de trabajo".

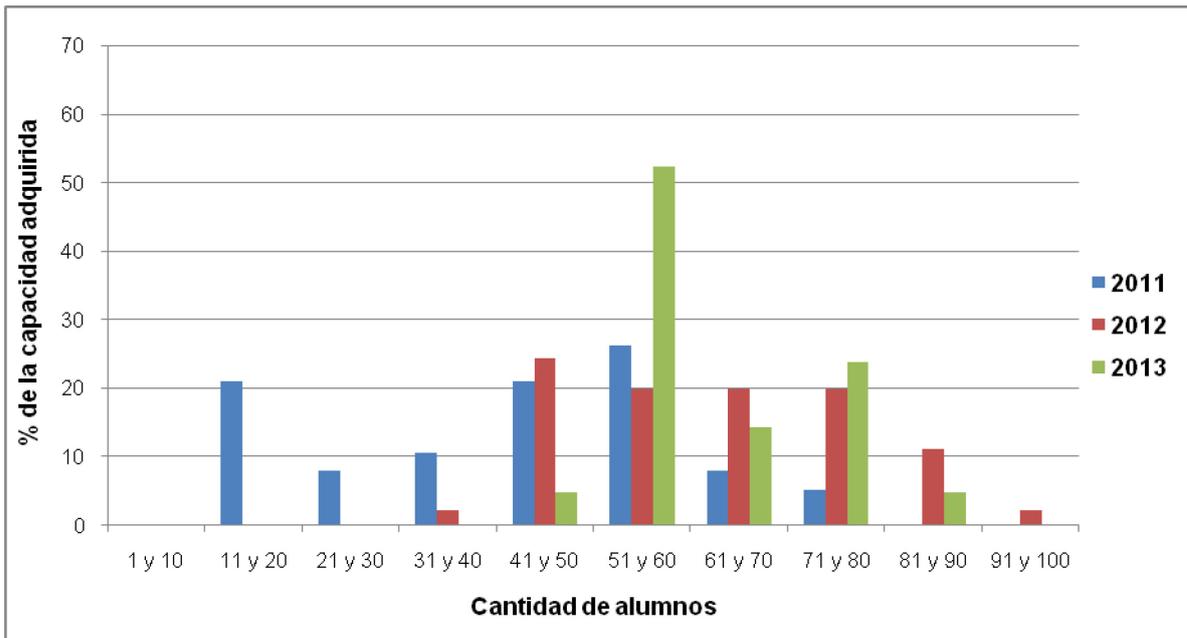


Figura 3 Capacidad para “comunicarse”.

4. 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*. Volumen 2, pp. 1-16 (online).
- [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.