

# PROCEDIMIENTOS PREDICTIVOS PARA LA EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS PROYECTOS REALIZADOS POR GRUPOS DE ALUMNOS

Rubén Rebollar

*Universidad de Zaragoza*

Iván Lidón

*Universidad de Zaragoza*

Manuel Castejón

*Universidad de León*

Javier Martín

*Universidad de Salamanca*

## Abstract

This paper presents two procedures for assessing, on a predictive way, the quality of a project. These procedures have been used, as training tools to detect, on time, if a project does not meet the minimum requirements to be accepted, and thus take steps to solve the problem.

It will explain the methodology for the design of both procedures and discuss the validity and usefulness of both methods.

**Keywords:** *training; project management; assessment; project quality*

## Resumen

El artículo presenta dos procedimientos para evaluar, de forma predictiva, la calidad de un proyecto. Dichos procedimientos han sido utilizados como herramientas docentes para poder detectar a tiempo, si un proyecto no reúne los requisitos mínimos para ser aceptado, y de esta forma tomar medidas para solucionarlo.

Se explicará la metodología seguida para el diseño de ambos procedimientos y se discutirá la validez y utilidad de ambos métodos.

**Palabras clave:** *educación, dirección de proyecto, evaluación, calidad del proyecto*

## 1. Introducción

El proceso de convergencia al EEES trae consigo por un lado, la necesidad de abordar una formación del estudiante basada en la adquisición de competencias profesionales, y por otro, la utilización de metodologías docentes centradas en la actividad del alumno.

Referencias fundamentales de este tipo de metodologías son: cooperative learning, project based learning o experiential learning (Felder et al, 2000), (Graff & Kolmos, 2003), (Kolb,

1984), que poco a poco están sustituyendo a los planteamientos docentes más tradicionales como las clases magistrales.

En el contexto de formación en ingeniería, se ha probado que estas metodologías activas de enseñanza-aprendizaje facilitan la que los estudiantes desarrollen una serie de competencias que les preparen para el futuro desempeño de su profesión. Competencias entre las que se encuentran: el trabajo en equipo, la resolución de problemas o la comunicación, por citar algunos ejemplos.

Uno de los enfoques de aprendizaje en ingeniería que mejor encaja con este rol activo del alumno y con la adquisición de las competencias mencionadas anteriormente es la realización de proyectos reales en grupo.

Si bien está claro el beneficio que supone para un alumno sin experiencia el poder participar en un proyecto real. La utilización de este tipo de planteamientos suponen un reto muy importante para los alumnos, que en ocasiones no son capaces de superar (Cano et al., 2006), (Cano, Lidón & Rebollar, 2008), y como resultado, el proyecto no alcanza los resultados esperados. Sin embargo, aunque se puede aprender de las situaciones negativas, siempre resulta más eficaz, efectivo y enriquecedor haber vivido una situación positiva.

De acuerdo con Prince, Feldon y Brent (2007), podemos apoyarnos en la investigación educativa para proponer nuevas herramientas y acciones que nos permitan mejorar la formación y el aprendizaje de nuestros alumnos. Por ejemplo, disponer de una herramienta que pudiera anticipar, con suficiente antelación, si un determinado grupo de estudiantes no va alcanzar los resultados esperados con su proyecto. De esta forma, podríamos tomar medidas formativas encaminadas a reorientar la realización del proyecto y que éste alcance sus objetivos.

Los autores de esta comunicación ya habían desarrollado una investigación previa que dio como resultado una herramienta predictiva que anticipaba la baja calidad del trabajo que se estaba realizando basándose en la opinión de los componentes del equipo sobre su forma de trabajar (Rebollar et al., 2010).

Como continuación de este trabajo, el objetivo de la investigación que aquí se presenta, es obtener herramientas docentes predictivas, que de forma rápida y sencilla permitan anticipar la calidad del proyecto (tanto la alta como la baja). Para ello, estas herramientas se basarán en la opinión que los alumnos tienen acerca de las características de su proyecto.

## **2. El Contexto Docente**

El contexto de la investigación corresponde a un curso de gestión de proyectos del último año de Ingeniería Industrial de la Universidad de Zaragoza en el que cada año participan unos 100 alumnos y 5 profesores.

El esquema formativo seguido simula el funcionamiento de una empresa de consultoría donde los alumnos, en grupos de 5 ó 6 personas, gestionan un proyecto para un cliente que ellos mismos tienen que buscar. Ejemplos típicos de clientes son: pequeñas y medianas empresas, organizaciones no gubernamentales, asociaciones culturales, clubes deportivos o ayuntamientos de pequeños municipios.

El alcance de los proyectos que realizan los alumnos (alrededor de 600h. de trabajo por grupo), se centra generalmente en la preparación de un Plan del Proyecto que es presentado al cliente y que contiene toda la información necesaria para que éste lo lleve

adelante. No obstante, en ocasiones el grupo de alumnos es el encargado de desarrollar el proyecto en su totalidad.

Los alumnos participantes en el curso, no tienen ninguna experiencia previa en el trabajo en equipo o en la gestión de un proyecto. Desde un punto de vista docente, se busca que los alumnos experimenten en primera persona lo que supone la realidad profesional de la gestión de proyectos preparándolos así para el desempeño de su profesión en un futuro.

La evaluación de cada trabajo es realizada por un tribunal formado por tres profesores del curso y el cliente. Todos los miembros del grupo obtienen la misma calificación. La nota final de cada miembro se completa con la obtenida en un examen tipo test de conceptos básicos de gestión de proyectos, que se realiza individualmente.

### 3. Antecedentes

En ocasiones ha ocurrido que el trabajo desarrollado por alguno de los grupos de alumnos no ha alcanzado los resultados esperados. En esos casos, con el objetivo de mejorar el funcionamiento del curso y la formación de sus alumnos, los profesores responsables del mismo han analizado dichos trabajos para tratar de comprender las causas de fallo aparecidas (Cano et al., 2006), (Cano, Lidón & Rebollar, 2008). Así, se detectó como una de las principales causas de fallo, la existencia problemas de funcionamiento de grupo, situación que no difiere mucho de lo que sucede en el ámbito profesional de la dirección de proyectos.

Por ello, los responsables del curso iniciaron una investigación para estudiar la relación entre la calidad del trabajo realizado y la calidad de funcionamiento como grupo. A tal efecto, se elaboró el "Teamwork Questionnaire" (TQ) (Cano et al., 2009) para recoger la opinión de los alumnos acerca de diferentes aspectos del trabajo en grupo. Dicho cuestionario estaba compuesto de 10 variables:

- TQ1. Calidad percibida del trabajo realizado.
- TQ2. Calidad percibida del funcionamiento como grupo de proyecto.
- TQ3. Calidad de mi contribución técnica individual al grupo de proyecto.
- TQ4. Calidad de mi contribución como miembro del grupo al funcionamiento del mismo.
- TQ5. Mi competencia mis habilidades para el trabajo en equipo.
- TQ6. Mi motivación, mi implicación durante todo el período de realización del proyecto.
- TQ7. La satisfacción (frente al malestar o estrés)
- TQ8. Consejos para mejorar la calidad del trabajo realizado.
- TQ9. Consejos para mejorar el trabajo en equipo.
- TQ10. Propuestas para mejorar mi aportación personal al grupo de proyecto.

El cuestionario se desarrolló en dos fases. En la primera (curso 05/06), 21 alumnos, seleccionados al azar de un total de 149, cumplieron el cuestionario una vez que habían completado sus proyectos. Se les pedía que evaluaran numéricamente cada variable del cuestionario utilizando una escala subjetiva de 0 (muy negativo, muy deficiente) a 10 (muy positivo, excelente), argumentando la razón o razones de dicha valoración numérica expresándolo con sus propias palabras.

El análisis de contenido de la información de las preguntas de carácter "abierto" aportada por este grupo de alumnos se realizó por el método de "consenso inter-jueces" (Glaser &

Strauss, 1967). El resultado de este análisis dio como resultado la identificación de las categorías de contenido (ítems) de las diferentes variables, que permitieron la elaboración de un nuevo instrumento, en esta ocasión de preguntas de carácter cerrado.

En la segunda fase curso (06/07), 92 alumnos cumplimentaron este segundo cuestionario, respondiendo en esta ocasión tanto a las variables de forma global, como a cada uno de los ítems de dichas variables mediante la escala ordinal de 10 intervalos descrita anteriormente.

Previamente al análisis de los resultados obtenidos con este cuestionario se estudiaron las propiedades psicométricas del mismo, en particular su validez y fiabilidad.

Las conclusiones más interesantes desprendidas del análisis de los resultados de este cuestionario fueron las siguientes:

- Existía una correlación positiva estadísticamente significativa entre la “calificación obtenida en el trabajo”, y la “calidad percibida del trabajo realizado” (TQ1) que es la valoración que los alumnos hacen sobre la calidad de su proyecto.
- Los alumnos que obtuvieron una mejor calificación (8 ó más sobre 10) percibieron una mejor calidad de funcionamiento como grupo en comparación con aquellos que obtuvieron una calificación más baja.

Los resultados obtenidos con este cuestionario, dieron pie a tratar de desarrollar una herramienta que permitiera evaluar cómo estaban funcionando los grupos de alumnos, para prevenir que la existencia de problemas de funcionamiento ocasionara una mala calidad en el trabajo, lo que supuso el desarrollo del “Preventive Teamwork Faillure Questionnaire” (PTFQ).

Al realizar el análisis de los resultados del “Teamwork Questionnaire” los profesores observaron que seis ítems de la variable “calidad percibida del funcionamiento como grupo de proyecto” (TQ2), tenían que ver, a su juicio, con la coordinación interna del mismo.

Se comprobó que estos ítems, formaban una variable de una única dimensión, con una alta consistencia interna (Coeficiente Alfa de Cronbach= 0,804) y al estudiar individualmente la asociación de cada uno de los ítems con dicha variable, se observaron correlaciones estadísticamente significativas en 5 de los 6 ítems.

Con esas cinco variables más la valoración de la calidad de funcionamiento de grupo (TQ2) se construyó el PTFQ, al que los alumnos debían responder a través de una escala ordinal de clasificación continua de 10 intervalos, entre 0 (muy negativo, totalmente en desacuerdo) y 10 (muy positivo, totalmente de acuerdo). Finalmente el PTFQ quedó con las siguientes preguntas:

PTF1. Valoro el funcionamiento del grupo hasta ahora como...

PTF2. Todos los miembros del grupo tienen claro que tienen que hacer

PTF3. Se ha trabajado como un equipo

PTF4. La incompatibilidad de horarios ha sido resuelta

PTF5. Cada miembro del grupo tiene su función

PTF6. La distribución del trabajo ha sido equilibrada

A partir de las valoraciones que los alumnos dan a las preguntas de este cuestionario, más o menos a mitad del desarrollo del trabajo, se puede determinar si un grupo percibe problemas de funcionamiento interno que pueden acabar en problemas de calidad del proyecto realizado. Las pruebas realizadas con este cuestionario tanto en Zaragoza como en otras universidades han dado resultados satisfactorios (Rebollar et al., 2010).

Se disponía ya de una herramienta docente que permitía tomar acciones correctoras sobre aquellos grupos que percibían que tenían problemas de funcionamiento. Teniendo en cuenta que el cuestionario inicial TQ prestaba atención a otros aspectos aparte del funcionamiento de grupo, se decidieron investigar otras posibilidades de herramientas de predicción. Dos de ellas se explican en el siguiente apartado.

## 4.- Descripción de las Herramientas

### 4.1.- Modelo de Predicción Basado en la Regresión Logística

Se decidió investigar la posibilidad de predecir la calidad del trabajo de los alumnos a partir de sus opiniones acerca de la calidad del proyecto que estaban desarrollando.

Las opiniones de los alumnos sobre la calidad de su proyecto corresponden a la pregunta TQ1 y todos sus ítems. Adicionalmente se decidieron incluir las preguntas TQ6 y TQ7, ya que a juicio de los profesores podrían complementar las variables anteriores.

En esta investigación a la calidad del trabajo de los alumnos se le asignó un valor dicotómico; **satisfactorio** (lo que equivaldría a un trabajo con una puntuación de 8 o más en una escala de 10) o **no satisfactorio** (puntuación inferior a 8), por lo que se decidió que la herramienta estadística más adecuada para este estudio era la regresión logística.

#### 4.1.1. Concepto de Regresión Logística

Los modelos de regresión se han empleado generalmente para la descripción de las relaciones entre una variable dependiente y una o varias variables independientes. En los métodos de regresión lineal ambos tipos de variables son cuantitativas y consideran que los errores siguen distribuciones normales. La regresión logística (Hosmer & Lemeshow, 2000) (Kleinbaum & Klein, 2002) es un modelo de regresión donde la variable dependiente es una variable dicotómica y por lo tanto, los errores siguen una distribución binomial. En este modelo los valores de la variable dependiente sólo pueden tomar dos posibles valores (0=ausente, 1=presente, en nuestro caso satisfactorio o no satisfactorio).

Todos los modelos posibles que pueden resolver este problema expresan el resultado en términos de probabilidad de presentar la característica de interés. De forma que valores altos de probabilidad indica la presencia del rasgo y los bajos la ausencia. La utilización de la regresión lineal nos podría dar estimaciones por encima del valor 1 o por debajo del valor 0 y por lo tanto no sería el modelo más adecuado.

La razón de porqué la regresión logística es el modelo más utilizado de los posibles es debido a que matemáticamente es un modelo muy flexible y sencillo, y la forma de la curva describe el comportamiento de la variable dependiente.

La forma del modelo para varias variables independientes es (1):

$$\pi(y) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p}} \quad (1)$$

La transformación logit de  $\pi$  es importante porque el modelo se convierte en lineal, compartiendo muchas de sus propiedades (2).

$$\log it(\pi) = \ln \left[ \frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p \quad (2)$$

Para analizar si el modelo ajustado es estadísticamente significativo en relación con el modelo nulo (aquel donde no se incluye ninguna variable de las variables independientes) se utilizará el test de verosimilitud. También se calculará la bondad de ajuste mediante el test de Hosmer y Lemeshow (Hosmer & Lemeshow, 2000), si el test es no significativo, es decir, las frecuencias esperadas son similares a las observadas, se considera que el ajuste es bueno.

Mediante el modelo se podrá calcular el porcentaje de alumnos bien clasificados, así como, la sensibilidad y especificidad del modelo. Definimos sensibilidad como la probabilidad de que el modelo prediga resultados satisfactorios en los grupos cuando realmente son satisfactorios. Al valor de probabilidad complementario de la sensibilidad del test lo denominaremos falsos positivos. Definimos especificidad como la probabilidad de que el modelo prediga resultados no satisfactorios cuando realmente no lo son. Nos referiremos al complementario de esta probabilidad como falsos negativos.

#### 4.1.2. Modelo Propuesto

Se realizó la selección de ítems, mediante el procedimiento descrito en Collet (2002). El objetivo es obtener el modelo que mejor pueda explicar el resultado satisfactorio de los alumnos y a la vez que sea lo más simple posible en términos de número de ítems. Se parte del modelo con los ítems generales TQ1, TQ6 y TQ7 debido a que se consideran importantes a la hora de explicar la calificación dicotómica del alumno. El resto de ítems relacionados con la pregunta TQ1 se van introduciendo uno a uno y se valora el cambio que se produce en la verosimilitud del modelo. Aquel ítem que mayor cambio produce en la verosimilitud se añade al modelo original. Este procedimiento se repite hasta que la inclusión de nuevas variables no produce ningún cambio significativo en la verosimilitud.

Finalmente el modelo contiene los siguientes ítems, y la estructura de la Tabla 3:

TQ1. Calidad percibida del trabajo realizado

TQ1-1. Se han abordado todos los aspectos del proyecto con mucho detalle.

TQ1-8. Se ha sacado el máximo partido posible del proyecto.

TQ1-21. Reúne lo necesario para desarrollar el proyecto sin dificultades.

TQ6. Mi motivación, mi implicación durante todo el período de realización del proyecto la valoraría como...

TQ7. La satisfacción (frente al malestar o estrés) la valoraría como...

**Tabla 1. Coeficientes del modelo, errores estándar y odds-ratios.**

	B	E.T.	Exp(B)	p-valor
<b>TQ1</b>	1,06	,493	2,886	0,03
<b>TQ6</b>	,170	,233	1,186	0,46
<b>TQ7</b>	,268	,196	1,307	0,17
<b>TQ1-8</b>	,777	,292	2,176	0,01
<b>TQ1-11</b>	0,282	,274	1,326	0,30
<b>TQ1-21</b>	-0,841*	,339	,431	0,01
<b>Constante</b>	-12,891			

El modelo final obtenido ha sido altamente significativo con respecto al modelo nulo ( $\chi^2=37,37$ ;  $p\text{-valor}<0,0001$ ). El test de Hosmer y Lemeshow es no significativo ( $\chi^2=7,41$ ;  $p\text{-valor}=0,493$ ) lo que indica que la bondad de ajuste del modelo es bueno.

Los coeficientes que son estadísticamente significativos en el modelo son los correspondientes a los ítems TQ1, TQ1-8 y TQ1-21. El ítem TQ7 está próximo a la significación. Teóricamente los coeficientes del modelo deberían ser todos positivos de manera que a mayor puntuación en el ítem más probable es obtener una puntuación de 1 en la variable dependiente. Esto se cumple en todos los coeficientes excepto en el ítem TQ1-21. Esta incongruencia con lo esperado podría deberse al efecto de la multicolinealidad del modelo ya que las variables independientes están relacionadas. Este efecto produce inestabilidad de los coeficientes (Silva & Barroso, 2004). Sin embargo, el objetivo principal de nuestro trabajo no es la interpretación de los coeficientes, sino la estimación de la calificación del grupo. Esta estimación no queda afectada por efecto de la colinealidad.

#### 4.1.3. Discusión del modelo

Con los datos disponibles de cuando se pasó el cuestionario TQ en el curso 06-07, el porcentaje de bien clasificados del modelo con un punto de corte de probabilidad de 0,5 es del 81,3%. La sensibilidad del modelo es de 0,854. La especificidad del modelo es de 0,75. Por lo tanto, el modelo estimado clasifica mejor a los grupos que van a tener buenos resultados que a los que no los van a tener. El % de falso positivos es del 14,6% mientras que en el caso de mal clasificados en el grupo de calificaciones no satisfactorias es del 25%. (Tabla 2).

**Tabla 2. Porcentajes de bien clasificados del modelo**

		Pronosticado por el modelo		
		No Satisfactorio.	Satisfactorio	% Correcto
Obtenido realmente	No Satisfactorio	24	8	75,0
	Satisfactorio	7	41	85,4
<b>Porcentaje global:</b>				81,3

El modelo tiene un buen porcentaje alto de bien clasificados. Pero sería interesante validar dicho modelos con datos externos de otros años y otras universidades. Actualmente se ha está realizando la validación del modelo mediante el análisis de los resultados en los estudiantes de este año en Zaragoza, León, Huelva y la Universidad de Aalborg en Dinamarca.

#### 4.2. Modelo de Predicción Basado en el Análisis Discriminante Lineal

En el afán de poder disponer de otras herramientas docentes, se decidió ver si era posible obtener otro tipo de información a través de las respuestas dadas a las preguntas principales TQ1-TQ7 del cuestionario original TQ.

Para ello se pasó dicho cuestionario a los alumnos del curso 09-10 de la asignatura gestión de proyectos en la Universidad de Zaragoza. Mediante un análisis estadístico se va a calcular cuantas agrupaciones de alumnos diferentes se encuentran en función de las respuestas dadas y posteriormente se buscará un modelo que permita asignar a un individuo en uno de los grupos. Para calcular el número de grupos se utilizará un análisis de clúster, y para la asignación el análisis discriminante lineal.

#### 4.2.1. Concepto de análisis clúster y análisis discriminante lineal

El análisis clúster, busca identificar subgrupos homogéneos de clasificación dentro de una población. Este tipo de análisis se utiliza cuando el investigador no conoce a priori el número de subgrupos diferentes que pueden existir, pero necesita establecer subgrupos y analizar la pertenencia a alguno de ellos. El análisis de clúster busca identificar un conjunto de grupos con la mínima variación dentro del grupo y la máxima variación entre grupos diferentes. Posteriormente las identificaciones de las diferentes categorías establecidas son utilizadas como valores de una variable para otros procedimientos, como por ejemplo el análisis discriminante lineal.

El análisis discriminante es un método de clasificación que busca un conjunto de variables o factores ( $K-1$ ,  $K$  número de grupos) combinación lineal de las variables observadas que muestra las mayores diferencias entre las medias de los  $K$  grupos. Esta técnica nos permite asignar un objeto nuevo, que no sabemos clasificar previamente, a uno de los grupos prefijados.

#### 4.2.2. Modelo propuesto

Con los datos obtenidos inicialmente en el curso 09-10 en Zaragoza, es decir los datos de las preguntas TQ1, TQ2, TQ3, TQ4, TQ5, TQ6 y TQ7 pasado a las pocas semanas de empezar el trabajo práctico en equipo, se realizó un análisis de clúster teniendo en cuenta el criterio de información bayesiano (BIC) que dio como resultado la existencia de tres grupos diferentes (1, 2 y 3).

Los resultados de este análisis de clasificación son utilizados como entrada en el análisis discriminante. De esta forma, a partir de los valores de las variables originales TQ1-TQ7 se calculan las dos variables de discriminación LD1 y LD2 que son las que dividen el plano y separan los tres grupos encontrados (Figura 1).

En el caso de las muestras estudiadas, se observó (Tabla 3) que las preguntas con mayor impacto en la separación entre clases son, por orden, TQ3, TQ7, TQ5, TQ1 y TQ2. Es notable el poco peso que en este aspecto tiene la pregunta TQ6.

**Figura 1: Separación de los grupos mediante las variables discriminantes**

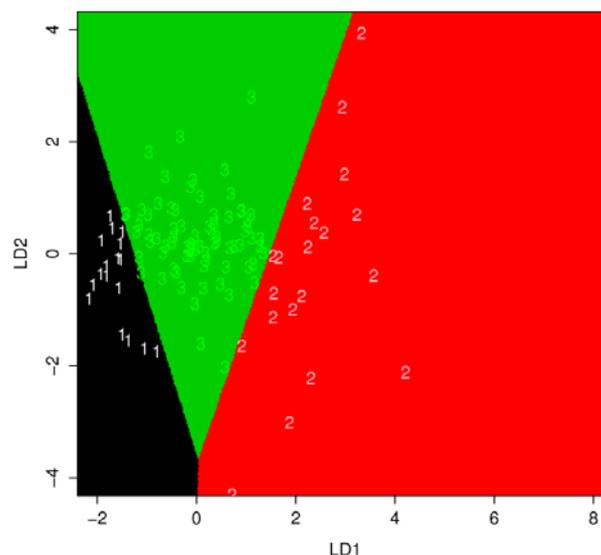


Tabla 3: Peso de las variables TQ1-TQ7 en las variables de discriminación

	LD1	LD2
P1	11.8	32.7
P2	8.9	16.0
P3	32.0	7.4
P4	11.4	21.7
P5	12.2	18.2
P6	2.3	6.5
P7	14.1	8.2

Los tres grupos identificados se caracterizan por los siguientes perfiles de medias (Tabla 4).

Tabla 4: Perfiles de medias de los diferentes grupos

Grupo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	8.6	8.7	8.6	8.8	8.6	8.9	7.9
2	7.7	6.0	6.2	6.8	6.5	7.1	5.3
3	7.6	7.6	7.3	7.6	7.6	8.0	7.0

Tal y como muestra la tabla anterior, el grupo con código '1' es el que ostenta mayores valores en las respuestas a las preguntas clave; seguido por el grupo '3' y el grupo '2'. Estos perfiles, unidos a la interpretación del mapa territorial resultante del análisis de los datos, muestran (Figura 1) cómo el espacio dividido en tres regiones por esta técnica posee una primera región (de color negro en la figura) donde se agrupan los datos del grupo '1' y que se caracteriza por los mayores valores de las preguntas; una región con código '3' (de color verde en la figura), al lado de la anterior, con valores intermedios; y una región con código '2' (de fondo rojo en la figura) que ostenta los menores valores en las respuestas obtenidas.

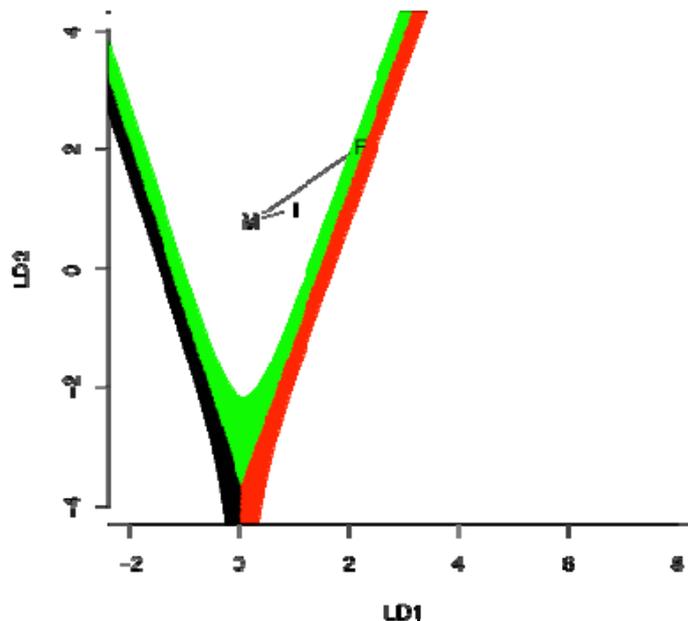
Para clasificar a un alumno, a partir de las respuestas dadas a las preguntas TQ1-TQ7, las variables LD1 y LD2 nos dirán a qué grupo está más próximo y lo clasificarán en el mismo.

#### 4.2.3. Discusión del modelo

Con vistas a convertir este conocimiento en una herramienta que permita realizar el seguimiento de los participantes en el desarrollo de los proyectos encomendados, se puede plantear el análisis de la trayectoria de cada alumno concreto y la evolución de la misma. Así, recogiendo datos al inicio (en la Figura 2 "I"), en un momento intermedio (en la Figura 2 "M"), y al finalizar (en la Figura 2 "F"), podemos trazar en el mapa territorial la trayectoria seguida por dicho alumno.

De este modo, por ejemplo, en el caso del alumno siguiente, se observa cómo las valoraciones primera e intermedia se ubican en la región verde de valores intermedios, si bien en la valoración final la percepción del alumno ha empeorado notablemente y está al borde de cruzar la frontera e introducirse en el territorio propio de las valoraciones más bajas.

Figura 2: Ejemplo de trayectoria



De esta manera se puede hacer un seguimiento de los alumnos y se pueden empezar a tomar acciones correctoras cuando comprobemos que su percepción es cada vez más pesimista.

Sería interesante para el futuro, poder obtener una valoración por grupo y no por alumno.

## 5. Conclusiones

El objetivo que se pretendía con la investigación ha sido cumplido. Se dispone a, partir de este momento, de dos herramientas docentes predictivas de la calidad de los trabajos de grupos de alumnos. El carácter docente proviene del hecho de poder, a la vista de resultados obtenidos, prevenir el fallo y tomar medidas correctoras que faciliten el aprendizaje del alumno.

El trabajo que queda pendiente es la validación de los dos modelos presentados, a través de su utilización tanto en la Universidad de Zaragoza, como en otras universidades que posean formas similares de trabajar con los alumnos.

## Referencias

- Cano, J.L., Lidón, I., Rebollar, R., Román, P. & Sáenz, M.J. (2006). Student groups solving real-life projects. A case study of experiential learning. *International Journal of Engineering Education*, 22 (6), pp. 1252–1260.
- Cano, J.L., Lidón, I. & Rebollar, R. (2008). Learning Project Management through working for real clients. *International Journal of Engineering Education*, 24 (6), pp. 1199–1209.
- Cano, J.L., Lidón, I., Rebollar, R. & Gimeno, F. (2009). An assessment of behavioral variables implied in teamwork: an experience with engineering students of Zaragoza University. *European Journal of Engineering Education*, 34(2), pp. 113–122.
- Collet, D. (2002). *Modelling binary data*. Chapman & Hall/CRC. 2nd.ed.

- Felder, R.M., Woods, D., Stice, J. & Rugarcía, A. (2000). The future of engineering education II. Teaching methods that work. *Chemical Engineering Education*, 34(1), pp. 26–39.
- Glaser, B.G. & Strauss, A.L. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Aldine, Chicago
- Graaff, E. & Kolmos, A. (2003). Characteristics of Problem – Based Learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), pp. 657 – 662.
- Hosmer, D.W. & Lemeshow, S (2000). *Applied logistic Regression*. John Wiley & Sons. Second Edition.
- Kleinbaum, D. G. & Klein, M. (2002). *Logistic Regression. A Self-Learning Text*. Springer-Verlag. New York.
- Kolb, D.A. (1984). *Experiential Learning*. Prentice Hall. England.
- Prince, M.J., Felder, R.M. & Brent, R. (2007). Does faculty research improve undergraduate teaching? An analysis of existing and potential synergies. *Journal of Engineering Education*, 96 (4), pp. 283–294.
- Rebollar, R., Lidón, I., Cano, J.L., Gimeno, F. & Qvist, P. (2010). A tool for preventing teamwork failure. *International Journal of Engineering Education*. Pendiente de publicación
- Silva Ayçaguer, L.C. & Barroso, I.M. (2004). *Regresión Logística*. Ed. La Muralla. Hesperides.

**Correspondencia** (Para más información contacte con):

Rubén Rebollar Rubio – Centro Politécnico Superior – Universidad de Zaragoza.

Phone: +34 976 76 19 10

Fax: + 34 976 76 22 35

E-mail: [rebollar@unizar.es](mailto:rebollar@unizar.es)

URL: [www.didyf.unizar.es/pi](http://www.didyf.unizar.es/pi)