



## APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS UN ENFOQUE DE EVALUACIÓN PARA LA FORMACIÓN DE LÍDERES

**JESÚS ESCALANTE EUÁN**  
**GUILLERMO CONDE MEDINA**  
**MIRIAM CHAN PAVÓN**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

**TEMÁTICA GENERAL:** PROCESOS DE FORMACIÓN

### RESUMEN

Este trabajo describe las mejores prácticas documentadas durante las tres fases de evaluación del aprendizaje mediante el enfoque PBL (Project Based Learning) para una muestra de estudiantes del programa de licenciatura en ingeniería industrial logística. Quiénes a través de una situación problema diseñaron e implementaron un programa de mejora continua durante el ciclo académico agosto-diciembre de 2016. En el marco de este proyecto diseñamos un modelo que nos permitiera sistematizar la evaluación del aprendizaje y valorar en qué medida contribuye en el fortalecimiento de las competencias genéricas y disciplinares.

Como insumos al proceso de estudio incorporamos: la planeación didáctica, el calendario de actividades, rúbricas de evaluación por fases, la plataforma en línea para el acceso a los contenidos del curso, encuestas de entrada y salida, así como tres enfoques de evaluación.

Los resultados sugieren hallazgos importantes producto de un conjunto análisis mediante métodos multivariantes para establecer a partir de un conjunto de datos y variables, ciertas relaciones. El propósito de la investigación fue valorar el impacto de un proyecto integrador como un agente catalizador de líderes para gestar e implementar programas de mejora continua. Para este propósito configuramos una herramienta de acopio de información que, mediante constructos teóricos nos permitieron analizar variables correlacionadas, así como observaciones independientes. Futuras investigaciones nos orientan a explorar nuevos hallazgos incorporando al estudio factores alternos como: el compromiso, la responsabilidad e iniciativa, así como extender este estudio hacia los impactos de estos mismos factores en las prácticas profesionales.

**Palabras clave:** Aprendizaje, proyectos, evaluación, instrumento, líderes.

## Introducción

El PBL es una metodología en la cual los estudiantes tienen que desarrollar diferentes estrategias para desarrollar un proyecto real. Para ello tienen que detectar necesidades de aprendizaje y desarrollar las competencias necesarias para llevar a cabo el proyecto de una forma autónoma pero guiada por el profesor.

Esta metodología implica formar equipos integrados por personas con perfiles diferentes que trabajan juntos para realizar proyectos para solucionar problemas reales. Las diferencias ofrecen oportunidades clave para el aprendizaje y preparan al estudiante para trabajar en un ambiente diverso y global, pero para que todas estas bondades enunciadas se den, el PBL debe comprender un diseño instruccional definido, definición de roles y fundamentos de diseño de proyectos (Galeana, 2004).

Particularmente de un ingeniero se espera que posea la competencia que conlleva saber cómo concebir, diseñar, implementar y operar procesos, sistemas complejos de valor agregado con una amplia habilidad para trabajar en equipo de acuerdo con (Robledo, Fidalgo, Arias, & Álvarez, 2015).

El trabajo en equipo es una característica presente al trabajar en cualquier tipo de proyecto, lo cual es de esperarse sea una variable que propicie el escenario para que el aprendizaje se enriquezca a partir de los diferentes individuos que participen. Dicha interacción entre los estudiantes como partes relevantes del proyecto motiva y vuelve holístico e integral el proceso en el cual se da el aprendizaje.

El trabajo en equipo se justifica porque se reúnen habilidades más allá de las que un individuo puede adquirir, se crea sinergia, se da mayor compromiso y desarrollo de los empleados, se incrementa la eficiencia en la toma de decisiones, se da mayor flexibilidad para asumir cambios, se da aprendizaje de la organización y se incrementa la creatividad véase (González, 2015).

Dos razones definitivas por las que los estudiantes son evaluados son la parte formativa y la parte sumativa de cualquier modelo de evaluación. Mientras que la primera busca retroalimentar, tanto a profesores como al alumnado, sobre cómo se desarrolla el aprendizaje, la segunda califica a los evaluados para la acreditación de la respectiva asignatura de acuerdo con (Brown & Pickford, 2013) y (Gessa Perera & Ana, 2011).

Por otra parte, el propósito de la sistematización del proceso de evaluación del aprendizaje es documentar y aportar información que contribuya a la continuidad, la mejora, la consolidación del PBL.

Las experiencias de aprendizaje derivadas de la gestión de proyectos pueden ser sistematizarse para los siguientes beneficios según (Saenz de Arteaga, 2012).

- Permitir la recolección, la organización, la síntesis, la utilización y el compartir el conocimiento local y científico presentes en un proyecto.
- Desarrollar la capacidad de aprendizaje de las organizaciones.
- Promover la participación y empoderamiento de los actores que intervienen en el proyecto.

De acuerdo con (Gessa Perera & Ana, 2011) mediante un adecuado sistema de aprendizaje, los estudiantes aprenden a asumir la función formativa, supervisando ellos mismos lo que aprenden. Sin embargo, la función sumativa no puede desligarse porque de alguna forma se debe comprobar hasta qué punto los evaluados han aprendido lo que se supone debe aprender

Los modelos utilizados tradicionalmente centran la evaluación en cogniciones aisladas sin considerar su conexión con el marco de conocimientos general y personal del alumno, esta tendencia no favorece la construcción del conocimiento y se vuelve obsoleto para las tendencias y necesidades actuales en la educación.

Un modelo de evaluación que encaja con el PBL es aquel por competencias. Éste se orienta a evaluar las competencias en los estudiantes teniendo como referencia el desempeño de estos ante las actividades y problemas del contexto profesional, social, disciplinar e investigativo. Esto privilegia el desempeño del estudiante ante actividades reales o simuladas propias del contexto. De igual manera ofrece resultados de retroalimentación cuantitativa, así como cualitativa según (Brown & Pickford, 2013). A continuación, se formulan algunas preguntas que enmarcaron el trabajo de investigación:

1. ¿Cómo propiciar un escenario a partir de un proyecto integrador que contribuya en la formación de líderes?
2. ¿El juego de roles es una dinámica significativa para la formación del liderazgo?

Partiendo de estas reflexiones declaramos como objetivo de investigación evaluar el alcance y los resultados del modelo propuesto para la sistematización del proceso de evaluación del Aprendizaje Basado en Proyectos como instrumento para la formación de líderes.

## Desarrollo

Diseñamos una encuesta estructurada con una sección con preguntas que administramos mediante la plataforma en línea. La herramienta se diseñó en tres dimensiones, la primera responde al acopio de datos cuantitativos para estudiar la estructura, organización y el alcance del proyecto integrador, como agente catalizador para la formación del liderazgo ante situaciones que impliquen toma de decisiones y que impulsen cambios sustanciales tales como la implementación de un programa de mejora continua. La segunda, específicamente fue útil para determinar en qué medida el

proyecto fortaleció el perfil de liderazgo, en contraste con los indicadores de desempeño declarados en el objetivo marco del proyecto (véase la Figura 1). La tercera dimensión valora el compromiso, la responsabilidad e iniciativa del estudiante ante los retos que demanda un proyecto con estas características.

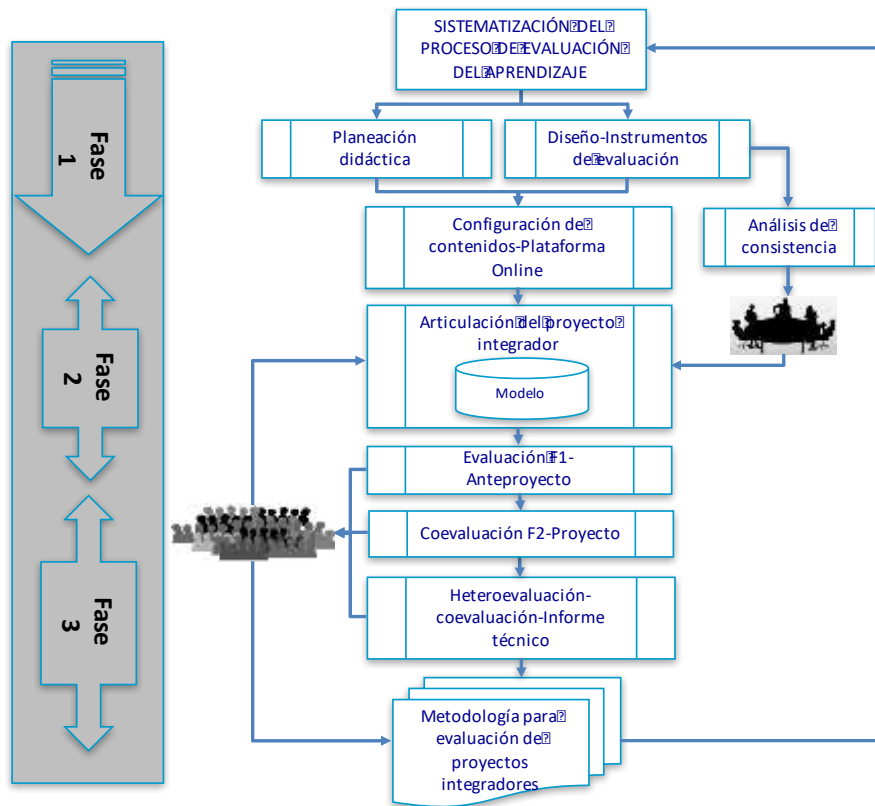


Figura 1. Modelo de tres fases para la evaluación del aprendizaje

## Análisis factorial múltiple (AFM)

Es un método factorial que permite el análisis simultáneo de varios grupos de variables dado un conjunto de individuos véase (Abdi, Williams, & Valentin, 2013) y (Escofier, 2003). El AFM es considerado como un Análisis de Componentes Principales ACP, dada la influencia y equilibrio entre los grupos y las variables, éstas últimas pueden ser diferentes incluso en naturaleza y número. La única restricción es que las variables que integran un grupo sean de la misma naturaleza, cuantitativa o cualitativa. El AFM tiene como objetivo comparar las tipologías de los individuos a nivel global y grupal. El objetivo del análisis es valorar la estabilidad de los resultados obtenidos en un ACP. La estructura de los datos parte de una tabla X compuesta de I filas y K columnas que proporcionan cada uno de los i individuos de una población de las medidas de K variables. Los pasos para este análisis son los siguientes:

1. Análisis parcial. Efectúa un ACP normado de cada tabla de datos ( $k=1, \dots, K$ ) y retiene el primer valor propio de cada una de ellas.
2. Análisis global. Realiza un ACP de la tabla global que resulta de yuxtaponer todas las tablas, a las que previamente a cada una se las ponderó por el inverso del primer valor propio obtenido en la primera etapa. Mediante esta ponderación es posible mantener la estructura de cada tabla, ya que todas las variables han recibido la misma ponderación, pero consigue equilibrar la influencia de los grupos, ya que la inercia máxima de cada una de las nubes de individuos definida por los distintos grupos, con valor de 1 en cualquier dirección.

El objetivo principal de este método es analizar la estructura común de las distintas tablas de datos, poniendo de manifiesto cuáles son los elementos heterogéneos, es decir diferentes al resto. El AFM proporciona, además de los resultados clásicos del ACP, medidas globales de relación entre los grupos, basados en los coeficientes RV y Lg, que permiten cuantificar la semejanza global existente entre grupos de indicadores parciales de acuerdo con la metodología de (Bécue-Bertaut & Pagès, 2008).

El coeficiente RV puede ser utilizado como medida de similitud entre dos configuraciones; se define como el producto escalar entre pares de matrices (el producto de Hilbert-Schmidt), véase también (Bécue-Bertaut & Pagès, 2008); este producto escalar induce una norma y, por lo tanto, una distancia. Si la correlación vectorial entre dos matrices es igual a la unidad, eso significa que ambas matrices son equivalentes en el sentido de que ambas estructuras son congruentes, es decir cuanto más próximo a uno, más similares serán las estructuras. En contraste, si los resultados son iguales a cero significa que no existe relación entre las variables de los dos grupos considerados. Esta medida es completada con los coeficientes Lg que pueden ordenarse en una matriz de orden  $K \times K$  y que miden la dimensionalidad (número de factores de inercia considerable) de cada grupo.

## **Diseño y estructura de la herramienta para el acopio de información**

Los instrumentos de evaluación antes de ser empleados fueron valorados por profesionales expertos del área mediante la plataforma en línea durante el mes de octubre del 2016 justo al inicio del curso.

A través de los pre test se verificaron la coherencia semántica y discriminación de aquellos reactivos que resultaron confusos o inconsistentes. La encuesta de salida incluyó el perfil del participante, 6 reactivos relacionados al liderazgo (véase la Tabla 1) y a una escala de Likert. También se incorporó una sección relacionada con la experiencia previa del participante en proyectos afines, el cumplimiento de sus expectativas al finalizar el proyecto, entre otros aspectos vinculados con la dinámica del proyecto.

Tabla 1. Perfil de liderazgo

Factor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liderazgo: Dirigir e implicar a las personas, tomando decisiones responsables, para conseguir los objetivos comunes de la organización y asumiendo las responsabilidades y los riesgos.</li> </ul>
Ítems	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fui un ejemplo de motivación para mis compañeros.</li> <li>Participé activamente en las diferentes fases del proyecto.</li> <li>Presenté ideas de forma clara y articulada.</li> <li>Demosté excelentes destrezas de liderazgo ante situaciones difíciles.</li> <li>Tuve la capacidad de planificar y dirigir reuniones efectivamente.</li> <li>Cuento con excelentes destrezas organizativas.</li> </ul>

## Resultados

La población la conformaron 65 estudiantes de las asignaturas Ingeniería de Métodos y Mediciones en Ingeniería. La dinámica de roles se caracterizó por actividades orientadas hacia dirección y supervisión. La Tabla 2 describe otros rasgos relevantes respecto al perfil de los participantes, grupos, y semestres equivalentes, ambos pertenecientes al modelo educativo para la formación integral (MEFI) consulte el modelo en (FIQ, 2016).

Tabla 2. Estadística descriptiva del perfil de la muestra

Género		Roles		Edad		Semestre	
Mujeres:	16	Dirección:	30	Min.:	18	Min.:	4
Hombres:	33	Supervisión:	19	Media:	22	Mediana:	4
				Max.:	25	Max. :	7

De acuerdo a la encuesta de inicio del curso el 58% de los participantes refirió no haber tenido experiencia previa participando en proyectos integradores relacionados con la implementación de programas de mejora continua. Respecto a si la configuración del proyecto les permitió cumplir sus expectativas (CE), así como si la configuración y estructura del proyecto integrador les resultó estimulante (E), ambos rubros se valoraron positivamente con un 92%. La Figura 2 describe otros aspectos importantes relacionados con la estructura del proyecto integrador.

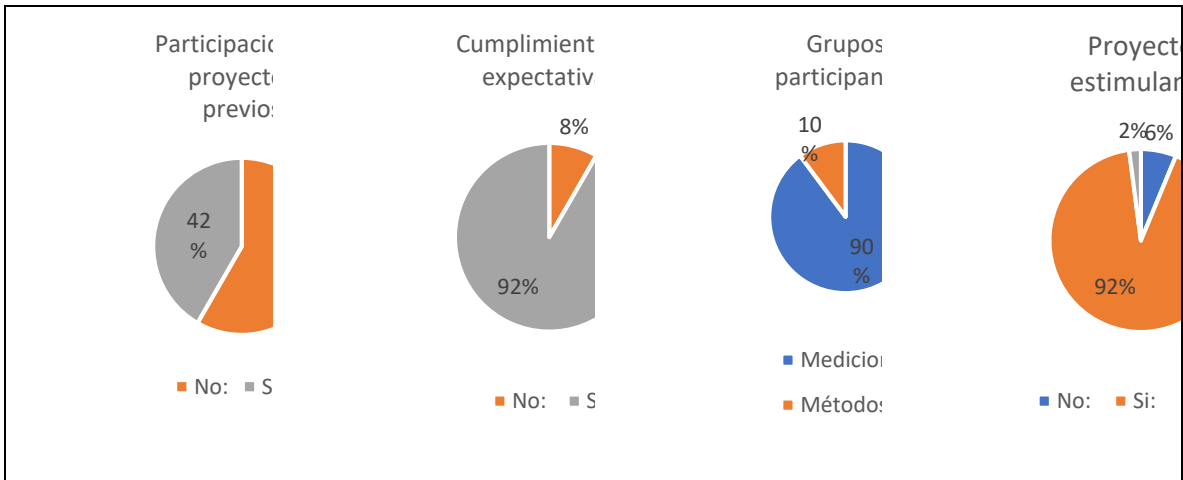


Figura 2. Resultados del proyecto integrador

Para el análisis de los resultados utilizamos el software RStudio (versión 0.99.491). El acopio de los datos analizados corresponde a un conjunto de variables que se obtuvieron durante la evaluación de salida al finalizar la implementación del proyecto. El instrumento recoge las variables de Liderazgo (L), Edad (E), Rol (R) y el Semestre (S), este último denota el grado equivalente de los participantes que se matricularon al curso. Cada grupo de análisis se caracterizó y a su vez responde a un rol que desempeñó durante todo el proyecto, por lo que los modos de la matriz de datos resultante fueron: Supervisión y Dirección que se ilustra en la Figura 3.

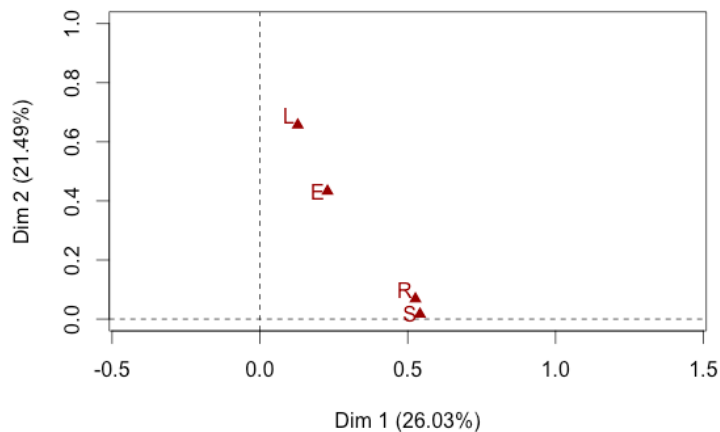


Figura 3. Grupos de variables de análisis

La figura 4 describe la representación de la nube de puntos para cada grupo de análisis y la similitud entre internas de una de las sus estructuras acuerdo a cada dimensiones.

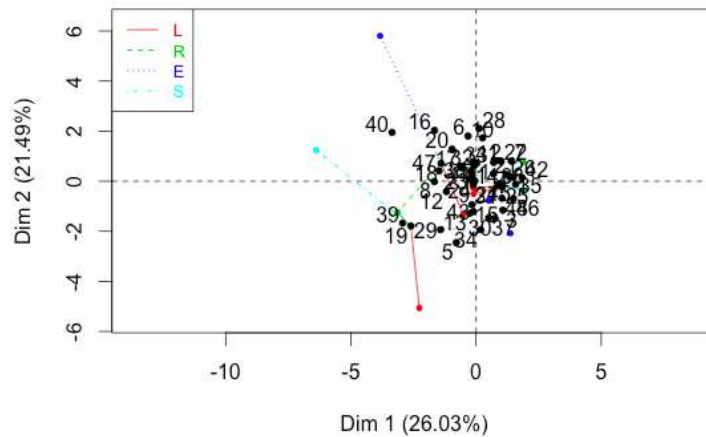
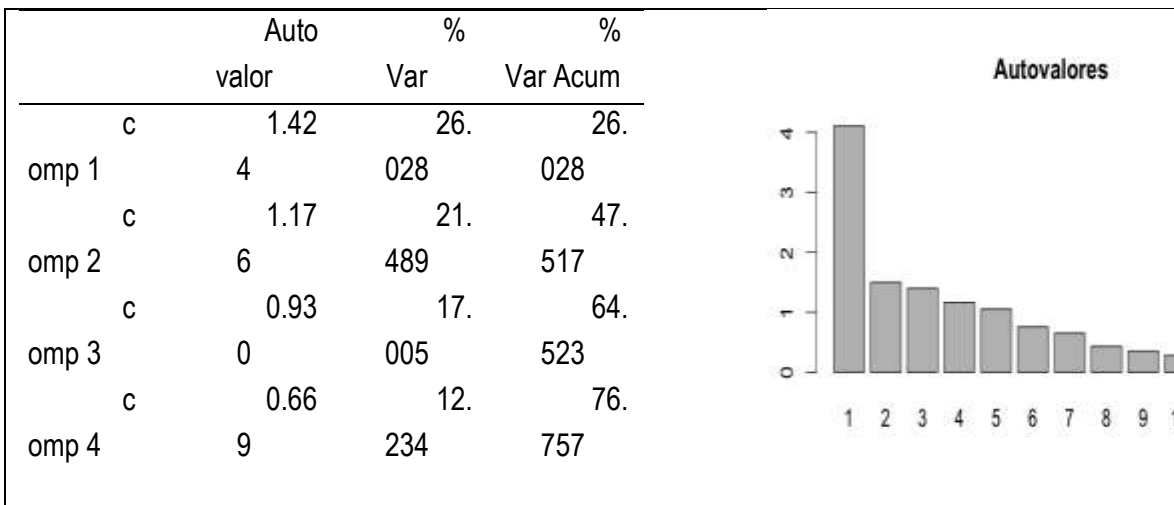


Figura 4. Nube de puntos

De acuerdo a la etapa 1 descrita en la sección de metodología realizamos un ACP normado sobre cada tabla de datos. En la figura 5 se describen los doce autovalores siendo el primero el más importante y de mayor representatividad. Por lo cual los primeros resultados de salida nos permitieron concluir que el 85% de las variables se explican y corresponden a los primeros cinco componentes. Esta característica es relevante para el estudio ya que nos permite discriminar los primeros ejes factoriales, seguidamente analizar su impacto y su correlación.





c	0.47	8.7	85.
omp 5	7	12	470
c	0.29	5.4	90.
omp 6	9	71	940
c	0.22	4.1	95.
omp 7	7	53	093
c	0.15	2.8	97.
omp 8	8	80	973
c	0.11	2.0	100
omp 9	1	27	.000
c	0.00	0.0	100
omp 10	0	00	.000

Figura 5. Autovalores globales

Para analizar la correlación entre los factores parciales de cada una de las variables y las componentes principales donde los resultados de salida los resumimos en la Tabla 4. En ella se observa que en el primer eje están representadas las principales características, semejanzas y diferencias de las variables: Liderazgo (0.621), Rol (0.652) y el Semestre (0.890). En el segundo eje lo conforman la Edad (0.874) como la predominante, en el eje 3 nuevamente el Liderazgo (0.877) y el Rol (0.576) entre los más importantes.

Para este trabajo de investigación hemos discriminado los últimos tres componentes, ya que las variables están representadas particularmente en los primeros dos componentes.

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre los factores parciales

	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
L	0.621	0.594	0.877	0.433	0.735
R	0.652	0.421	0.576	0.777	0.713
E	0.173	0.874	0.244	0.320	0.059
S	0.890	0.186	0.008	0.343	0.111

El coeficiente RV resultó ser igual a 0.618, por lo que inferimos que los roles Dirección y Supervisión presentan una estructura con más similitudes que diferencias. Los resultados de la matriz de coeficientes Lg indican que las variables están relacionadas, por lo que el análisis de los vectores-variables están fuertemente referenciados en el primer eje global.

Tabla 4. Coeficientes de correlación entre los factores parciales

L	R	E	S
1.367	1.128	0.850	0.904

En la figura 6 se observa que la mayoría de los vectores que representan la variable de estudio (L) ilustran un ángulo con un comportamiento estable en los dos entornos. En relación al plano de los individuos, la figura 7 describe la trayectoria de cada una de las dimensiones vinculadas al factor de liderazgo respecto a cada enfoque de dirección, mismos que se encuentran proyectados en los dos primeros ejes factoriales. A este respecto se infiere que las dimensiones (1, 2, 4 y 5) describen los siguientes rasgos: los participantes argumentan de que el proyecto les permitió ser un referente de motivación para sus compañeros, consolidar su participación activa en las diferentes fases, presentar ideas de forma clara y articulada, finalmente es posible deducir que la estructura del proyecto les permitió demostrar sus destrezas de liderazgo ante situaciones difíciles.

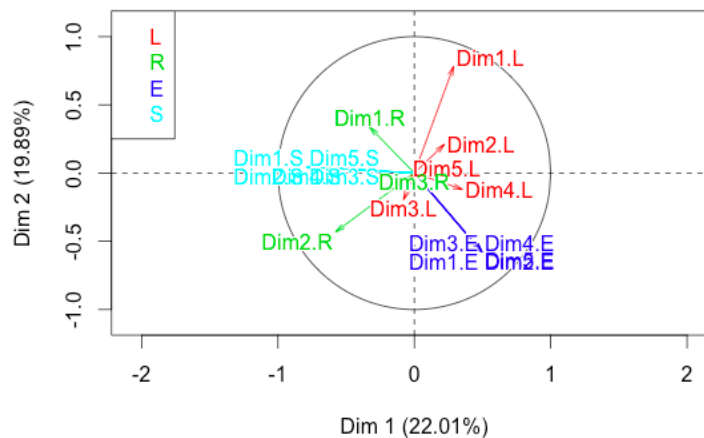


Figura 6. Proyección de las variables sobre los dos primeros ejes factoriales

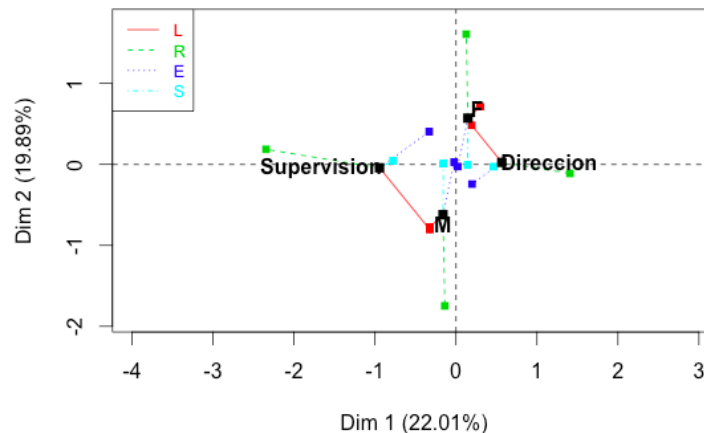


Figura 7. Grupos de variables de análisis

En síntesis, podemos concluir que las representaciones de los dos grupos de análisis sobre los dos primeros ejes globales recogen una realidad común para las variables de estudio. Los dos factores globales que fueron extraídos para el análisis están igualmente afectados por los dos enfoques vinculados al Rol durante las etapas de implementación del programa de mejora continua (véase Figura 7). Además, los valores próximos a la unidad explican una dirección de inercia importante para cada uno de los roles y su impacto en las actividades de Dirección y Supervisión. También es posible explicar la trascendencia del segundo eje global, pero su relación es en menor proporción.

Finalmente, los comportamientos de las variables latentes se explican en la proyección global de los planos principales. Hemos incorporado y desagregado al estudio las variables respuesta tales como el cumplimiento de expectativas (CE) y la edad (E), y la relación por ejemplo con la experiencia de los participantes en proyectos previos. A partir de los resultados representados en la Figura 8 se desprende de que tan sólo para el 8% de los participantes la actividad no les resultó estimulante y tampoco cumplieron sus expectativas, se deduce que hasta el momento del estudio no habían tenido experiencia en actividades similares o en su caso prefieren otra dinámica de proyectos. En contraste, con aquellos que cumplieron sus objetivos (92%) y el proyecto les resultó estimulante.

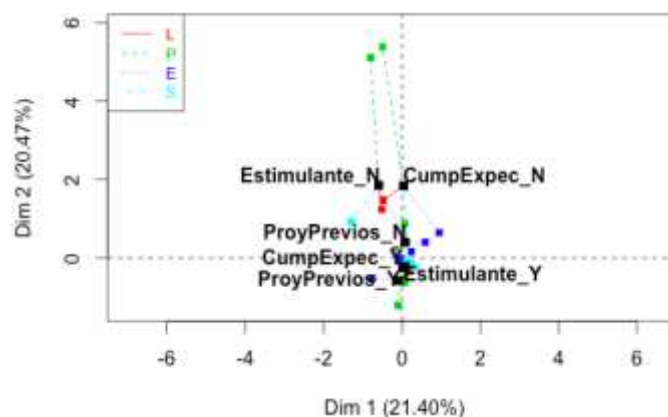


Figura 8. Proyección de las variables sobre los planos principales

Este procedimiento de combinación de técnicas factoriales facilitó el tratamiento simultáneo de variables desde un punto de vista descriptivo y comparativo donde se ha medido la misma información a través de variables nominales. La naturaleza exploratoria de la técnica tuvo la ventaja de que los datos expresan factorialmente la relevancia para cada grupo de individuos, dotando al estudio importancia relativa y global. La metodología ha proporcionado indicadores y gráficos que

midieron la similaridad entre los perfiles de los grupos de estudio respecto a las variables dependientes e independientes vinculadas al perfil de los encuestados. Futuras investigaciones nos orientan a explorar nuevos hallazgos incorporando al estudio factores alternos como: el compromiso, la responsabilidad e iniciativa, así como extender los análisis hacia los impactos de estos mismos factores en las prácticas profesionales.

## Agradecimientos

A todos quienes participaron en las diferentes etapas del proyecto, de manera muy especial a los estudiantes de los Grupos A y B, de los cursos Ingeniería de Métodos y Mediciones en Ingeniería, por todo su esfuerzo durante el ciclo académico agosto-diciembre de 2016, un cúmulo importante de experiencias y aprendizajes como equipo se encuentran plasmados en esta memoria.

## Referencias

- Abdi, H., Williams, L. J., & Valentin, D. (2013). Multiple factor analysis: Principal component analysis for multitable and multiblock data sets. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5, 149–179.
- Bécue-Bertaut, M., & Pagès, J. (2008). Multiple factor analysis and clustering of a mixture of quantitative, categorical and frequency data. *Computational Statistics and Data Analysis*, 52, 3255–3268.
- Brown, S., & Pickford, R. (2013). Evaluación de habilidades y competencias en educación superior. Narcea.
- Escofier, B. (2003). *Analyse des correspondances*. (P. Dunod, Ed.).
- FIQ. (2016). Facultad de Ingeniería Química-UADY. Retrieved March 18, 2016, from <http://www.ingquimica.uady.mx>
- Galeana, L. (2004). Aprendizaje basado en proyectos. *Universidad de Colima*, 17.
- Gessa Perera, A., & Ana. (2011). La coevaluación como metodología complementaria de la evaluación del aprendizaje : análisis y reflexión en las aulas universitarias.
- González, C. S. (2015). *Revista de educación a distancia*. *Revista de Educación a Distancia* (Vol. 0). Universidad de Murcia.
- Robledo, P., Fidalgo, R., Arias, O., & Álvarez, L. (2015). Percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de competencias a través de diferentes metodologías activas Students ' perceptions



of developing of competences through different innovative methodologies. Revista de Investigación Educativa, 33(2), 369–383.

Saenz de Arteaga, A. R. (2012). El Éxito de la Gestión de Proyectos. Tesis, 242.