

09-001

## **Project-based learning as a methodological tool for acquiring skills in project management**

Dante A. M. Guerrero Chanduví; Catherin Z. Girón Escobar

Universidad de Piura;

Professionals must face great changes and challenges therefore higher education schools always seek to develop skills that allow students meet the real needs of businesses today and be prepared for future needs. To do this, new mechanisms must be applied to generate applicable knowledge in the labor field and that facilitate the development of these skills.

This research aims to analyze a methodological strategy with new learning-teaching methods, mainly project-based learning, used in industrial and systems engineering students of the last year of the University of Piura for the acquisition of skills in direction of projects.

The research uses a mixed analysis that allows evaluating the last 5 years, where it has been applied this methodological strategy. It show results when evaluating the impact of the strategy on the development of skills, when checking if there is a relation between the academic level of the student and the level reached after the implementation of the strategy and when evaluating the differences between the student's perception of knowledge in skills and the real knowledge they possess.

**Keywords:** skills; PBL; Learning-teaching

## **El aprendizaje basado en proyectos como herramienta metodológica para la adquisición de competencias en dirección de proyectos**

Los profesionales constantemente deben afrontar grandes cambios y desafíos, ante lo cual las escuelas de educación superior siempre buscan desarrollar competencias en los alumnos que les permitan cumplir con las necesidades reales de las empresas el día de hoy y estén preparados para las necesidades del futuro. Para ello se deben aplicar nuevos mecanismos que generen conocimiento que sea aplicable en el campo laboral y faciliten el desarrollo de estas competencias.

La presente investigación tiene como objetivo, analizar una estrategia metodológica con nuevos métodos de aprendizaje-enseñanza, principalmente el aprendizaje basado en proyectos, utilizada en estudiantes de ingeniería industrial y de sistemas del último año de la Universidad de Piura para la adquisición de competencias en dirección de proyectos.

La investigación se apoya de un análisis mixto que permita evaluar los últimos 5 años, donde se ha aplicado esta estrategia metodológica, mostrando resultados al evaluar el impacto de la estrategia en el desarrollo de competencias, al comprobar si existe relación entre el nivel académico del estudiante y el nivel alcanzado después de la aplicación de la estrategia y al evaluar las diferencias entre la percepción del alumno respecto al conocimiento en competencias y el conocimiento real que posee.

**Palabras clave:** competencias; PBL; aprendizaje-enseñanza

Correspondencia: Dante Guerrero Chanduví dante.guerrero@udep.pe



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## 1. Introducción

Al Siglo XXI las nuevas metodologías de enseñanza han cambiado los entornos educativos en el mundo, impulsando a los estudiantes a alcanzar mejores resultados académicos y a los docentes estar en una constante capacitación. A lo largo de los últimos años se ha podido comprobar que los métodos de enseñanza-aprendizaje son sumamente efectivos si son diseñados como parte de una estrategia pedagógica y no aplicados sin una buena planificación.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PBL por sus siglas en inglés) permite al alumno adquirir conocimientos y competencias claves a través de la elaboración de proyectos para dar respuesta a problemas de la vida real. Es de gran utilidad puesto que aún a los docentes más experimentados les supone un reto muy grande mantener a los estudiantes comprometidos y motivados y es a través de esta metodología que se motiva a los jóvenes a aprender, seleccionando temas que les interesan y que son importantes para sus vidas (Katz & Chard, 1989).

El presente artículo muestra los resultados de los últimos cinco años donde se ha aplicado el aprendizaje basado en proyectos como herramienta metodológica dentro de una asignatura de último año de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas para la adquisición de competencias en dirección de proyectos. En primer lugar, se desarrolla el marco conceptual respecto al PBL y sus principales componentes, para luego explicar la aplicación de esta metodología como parte de una estrategia metodológica que impulsa la adquisición y desarrollo de competencias en dirección de proyectos. En tercer lugar, se detalla la metodología de la investigación con la que se llega a los resultados exhibidos en la cuarta sección, los cuáles presentan el impacto de la metodología en los resultados del estudiante a través de la comparación año a año y de las competencias con mayor desarrollo significativos además se plasma la relación entre el rendimiento académico con el que viene el estudiante y su rendimiento final en la asignatura, y por último se investiga si existe diferencia significativa entre la percepción del estudiante y el conocimiento real al que llegan.

## 2. Marco conceptual: definición y características del PBL

El Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) es un método didáctico de enseñanza-aprendizaje que permite al estudiante trabajar de manera activa, planeando, implementando y evaluando proyectos que tienen aplicación en un mundo real que va más allá del aula de clase, con el fin de adquirir conocimientos y competencias clave. Esta metodología implica formar equipos integrados por personas con perfiles diferentes para que trabajen juntos en la realización de un proyecto que solucione un problema real a través de la planificación, diseño e implementación de una serie de actividades, desde el desarrollo y aplicación de lo aprendido previamente adquirido y el uso eficaz de los recursos (Blank, 1997; Galeana, 2006; Harwell, 1997; Thomas, 2000).

El PBL ha ido madurando y consolidándose, y actualmente es uno de los métodos de enseñanza-aprendizaje que ha tenido mayor aceptación entre las instituciones de educación superior. Es utilizado como una estrategia general a lo largo del plan de estudios de una carrera profesional, implementado como estrategia de trabajo a lo largo de asignaturas específicas o como método de instrucción para abordar retos específicos de la formación superior (Martí, Heydrich, Rojas, & Hernández, 2010; Rosado, Bataller, & Guerrero, 2008; Vallero & Braiser, 2008). Sin importar el enfoque bajo el cual se aplica se caracteriza porque se trabaja en grupo sobre temas reales, y son los propios estudiantes junto a su docente los que seleccionan el tema de acuerdo a sus intereses y establecen una meta determinada como

producto final, desarrollando el proyecto en un entorno con restricciones y condicionantes (Aliane & Bemposta, 2008).

El objetivo de esta metodología es triple: que los estudiantes construyan su conocimiento, desarrollen competencias y trabajen de forma colaborativa. Es por ello que el PBL sitúa a los alumnos en el centro del aprendizaje, entregándoles el control sobre qué conocimientos y competencias van a adquirir al tiempo que dan solución a problemas reales, diseñando sus propias investigaciones, planificando su aprendizaje y organizando su investigación (Bell, 2010). El estudiante trabaja de manera relativamente autónoma durante largos períodos de tiempo, sin embargo, es importante el rol del tutor, quien debe garantizar la dotación de herramientas necesarias para que el aprendizaje se produzca, modelando y guiando el proceso. Es decir, los docentes deben actuar como orientadores del aprendizaje y dejar que los estudiantes adquieran autonomía y responsabilidad de su aprendizaje (Johari & Bradshaw, 2008). Sus actividades también deben incluir la facilitación de recursos, la capacitación adicional sobre habilidades claves, la retroalimentación de los avances del proyecto, la realización de talleres en clase y la evaluación de los resultados.

En base al trabajo de investigadores a nivel mundial, se han identificado las siguientes características principales del método de Aprendizaje Basado en Proyectos (Aliane & Bemposta, 2008; Harwell, 1997; Katz & Chard, 1989; Larmer & Merfendoller, 2010; Thomas, 2000):

- Comienza con la visión del producto final que se espera construir. Esto crea un contexto y una razón para aprender y entender los conceptos clave mientras se trabaja en el proyecto.
- El producto surge de la necesidad de resolver problemas del mundo real. Los alumnos relacionan los contenidos teóricos con el mundo real, y se pretende enseñar contenido significativo.
- Centrado en el estudiante y dirigido por el estudiante, es quien marca el ritmo y la profundidad del aprendizaje. Aprende a trabajar independientemente y acepta la responsabilidad cuando se le pide tomar decisiones acerca de su trabajo.
- Interrelación entre lo académico, la realidad y las competencias laborales, permitiendo el desarrollo de competencias generales y técnicas o específicas de la titulación.
- Promueve el desarrollo de habilidades de investigación. Los alumnos deben formularse preguntas, buscar respuestas y llegar a conclusiones.
- Proceso claramente definido: inicio, desarrollo y un final.
- Retroalimentación y evaluación por parte de expertos. Los alumnos aprenden a ser evaluados para mejorar la calidad de los productos que entregan. Implica una audiencia, pues los alumnos presentan su proyecto a otras personas fuera del aula.
- Reflexión y autoevaluación por parte del estudiante. Se les pide a los estudiantes reflexionar sobre lo que aprenden y como lo aprenden.
- El rol del profesor no es solo un observador pasivo, sino toma el rol de tutor y consultor.
- Evaluación en base a evidencias de aprendizaje.

### **3. Aplicación del PBL para la adquisición de competencias en Dirección de Proyectos**

En el PBL los alumnos persiguen soluciones a problemas, generan preguntas, debaten ideas, diseñan planes, investigan, recolectan datos, establecen conclusiones, exponen sus resultados a otros, redefinen sus preguntas y crean o mejoran un producto final (Blumenfeld, y otros, 1991; Sánchez, 2013). Por tanto, la aplicación del PBL con las características adecuadas para estudiantes de ingeniería necesita asegurar unas condiciones previas tales como:

- definir el número de miembros del equipo;
- establecer la dinámica del equipo y el papel del profesor;
- definir los criterios y formas de evaluación;
- asegurar que los estudiantes identifican un problema y desarrollan un plan de acción;
- definir el tiempo y alcance del proyecto,
- definir hitos y entregables del proyecto;
- brindar orientación en el uso de las técnicas de gestión de proyectos;
- alentar a los estudiantes a intercambiar ideas con los miembros de su equipo y la formulación de varias hipótesis de solución antes de elegir el definitivo;
- asegurar la aplicación del plan de acción y esbozar un prototipo de solución.

### **3.1 Competencias en Dirección de Proyectos**

Son 46 competencias para la dirección de proyectos identificadas por IPMA y se encuentran agrupadas en tres ámbitos de competencia: competencias técnicas, competencias de comportamiento y competencias contextuales, requeridas para que una persona actúe de forma transparente, eficaz y eficiente para satisfacer las expectativas de todas las partes interesadas del proyecto (IPMA, 2009). Estas dimensiones siguen el enfoque holístico de las competencias profesionales y es adecuado para los estudiantes de ingeniería (Palma, De los Ríos, & Miñán, 2010), debido a que son profesionales que ponen en juego una compleja mezcla de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores, que, dependiendo de las necesidades de un determinado contexto, implican particulares atributos para una actuación inteligente, permitiendo lugar a la ética, los valores y la práctica reflexiva como parte de los elementos de desempeño competente.

### **3.2 Descripción de la asignatura**

La asignatura de Proyectos es considerada una asignatura “capstone” en la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad de Piura y se imparte en el último año; por tanto, los estudiantes que la llevan ya han recibido un bagaje importante de conocimientos. El objetivo principal de la asignatura es brindar a los alumnos las herramientas metodológicas para la dirección de proyectos, tomando como base el conocimiento general del proyecto y el desarrollo de competencias de dirección de proyectos bajo los estándares internacionales de la International Project Management Association (2009) y Project Management Institute (2008). Al ser una asignatura donde el eje central es el proyecto, el contexto ofrece condiciones idóneas para introducir la metodología PBL.

### **3.3 Estrategia de enseñanza-aprendizaje**

Las metodologías de trabajo a utilizar deben enfocarse hacia las competencias a ser adquiridas por los alumnos y deben tener presente el contexto de la materia. Se puede distinguir tres componentes fundamentales en las metodologías de enseñanza-aprendizaje: el componente organizativo (modalidades), el componente procedimental (métodos) y las estrategias evaluativas. Para cumplir con los objetivos planteados en la asignatura descrita se utiliza una estrategia con enfoque mixto, donde el aprendizaje basado en proyectos es el método principal y se complementa con otras metodologías como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en casos, el aprendizaje basado en competencias y el aprendizaje cooperativo. Se ha elegido principalmente el PBL dada la naturaleza de la asignatura donde el proyecto no es algo periférico sino el centro del currículo a través del cual el estudiante adquiere conocimientos técnicos y desarrolla competencias profesionales necesarias en los ingenieros. Las modalidades organizativas de enseñanza en esta asignatura son:

- Clases Teóricas y conferencias, en las que se presentan los principales contenidos teóricos de la asignatura mediante método expositivo, pero haciendo hincapié en su

dinamismo a través de estudio de casos reales fomentando que el estudiante exprese su punto de vista.

- Seminarios y Talleres, en los que se construye conocimiento a través de la interacción y la actividad. Cabe resaltar que se refuerza el contenido teórico y su aplicación en el proyecto.
- Práctica con proyectos reales, se pretende que los estudiantes asuman una mayor responsabilidad en su propio aprendizaje. Así también, despertar el interés en los alumnos sobre problemas actuales (sociales, industriales u organizacionales de la sociedad) y las nuevas tendencias profesionales. Los proyectos involucran visitas técnicas o entrevistas con gente externa lo cual permite contacto con el mundo profesional.
- E-learning (plataforma virtual), se utiliza para reforzar el autoestudio, los alumnos participan a través de una plataforma que contiene información respecto a los temas de la asignatura y las competencias.
- Tutorías, sesiones tutoriales y sesiones de consulta con un monitor certificado en dirección de proyectos por IPMA. En las tutorías se brinda asesoría en la formulación, diseño e implementación del proyecto y la gestión a través de entregables. La tutoría del docente es de vital importancia, pues no solo acompaña y orienta el aprendizaje del estudiante, sino que también debe capacitar adicionalmente en habilidades claves que requiere el estudiante, brindar retroalimentación, y realizar talleres que permitan al alumno comprometerse, promover la investigación y distribuir el conocimiento y experiencias adquiridas.

Otro aspecto importante son las estrategias evaluativas del aprendizaje, en las que se debe evitar sesgos en la evaluación de los alumnos. Por esa razón las evaluaciones diseñadas para la asignatura de Proyectos tienen una parte sumativa y otra formativa, y se clasifican en tres tipos: evaluaciones, proyecto semestral y participación (en clase y entregables) con pesos de acuerdo a los objetivos de la asignatura.

Para medir el conocimiento de los estudiantes y el dominio de las 46 competencias de dirección de proyectos se plantean dos tipos de evaluaciones al final y al inicio del proceso de aprendizaje: las autoevaluaciones del estudiante y los exámenes escritos. Las hojas de autoevaluaciones se proporcionan a los alumnos al inicio y al final de la asignatura con el objetivo de obtener la apreciación del alumno al evaluar sus propias competencias, estas autoevaluaciones se realizaron siguiendo el modelo propuesto por IPMA en la NCB versión 3.1. Donde se considera: Nada=0, Algo=2, Normal=5 y Bastante=8. Los exámenes escritos fueron tomados a lo largo del proceso de aprendizaje (cuatro en total) siguiendo las características del examen escrito para IPMA nivel D® y PMI (PMP), sin embargo, para evaluar la mejora de competencias se toman los resultados obtenidos en el primer y último examen de la asignatura. Los resultados indican sólo si cada respuesta es correcta o incorrecta.

El proyecto semestral es grupal con un máximo de 5 personas, los alumnos son libres de elegir su grupo y el tema del proyecto. Se deben entregar tres informes y la presentación oral de los resultados finales de sus proyectos junto a las respuestas de las preguntas formuladas por un tribunal, cuya calificación es incluida en la nota final, y es además un modo de desarrollar en los estudiantes habilidades de comunicación.

La participación en clase se lleva a cabo de forma continua a lo largo de la asignatura. Se encuentra directamente relacionada con la gestión del proyecto relacionando las áreas de conocimiento y las competencias en dirección de proyectos.

Todas las evaluaciones y resultados de gestión se organizan de acuerdo con un cronograma y se estructuran de acuerdo con las áreas de conocimiento y el ciclo de vida del proyecto, y van acorde a las clases y talleres impartidos en horario de clase.

#### 4. Metodología de la Investigación

La presente investigación busca evidenciar el impacto de la estrategia metodológica, basada en el PBL para la adquisición de competencias en dirección de proyectos, por lo cual se analizan 5 grupos de estudiantes de ingeniería industrial y de sistemas de la Universidad de Piura que han llevado la asignatura de proyectos entre los años 2012 y 2016.

La principal fuente de información son los datos de dos instrumentos de evaluación que miden el conocimiento y dominio de las competencias: los exámenes y las autoevaluaciones. Cabe resaltar que los datos se encuentran en una escala del 0 a 10, de acuerdo a la clasificación de las competencias en IPMA.

Se plantean las siguientes preguntas investigables:

- a. ¿Mejoran las competencias de dirección de proyectos a lo largo de la asignatura?
- b. ¿Qué diferencia existe entre la percepción de desarrollo de competencias por parte de los estudiantes y el desarrollo presentado en sus exámenes?
- c. ¿Existe una relación entre el rendimiento académico general del estudiante y el nivel alcanzado en la asignatura?

Dada la naturaleza de los datos, que son tanto cuantitativos como cualitativos, la complejidad de la investigación al tener dos realidades una objetiva (evaluaciones) y una subjetiva (información cualitativa registrada). La metodología de investigación mixta parece la más apropiada dado que permite una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno a investigar. En primer lugar, se utiliza el análisis cuantitativo para representar el aprendizaje mediante el uso de números y transformaciones de números, apoyado en la ciencia de la Estadística se recolecta la información, se analiza e interpreta los datos, y se concluye. Para argumentar la interpretación de los datos se utiliza un análisis cualitativo plasmado en narrativa, el cual se apoya en la observación, encuestas y la técnica cualitativa de causa-raíz.

En primer lugar, se realiza un análisis para contrastar el nivel de desarrollo general para ambos instrumentos de evaluación en los 5 grupos comparando el estado inicial y estado final de cada grupo. Utilizando las pruebas estadísticas T-student con una confiabilidad del 99% se determina si existe una mejora significativa en los cinco años, es decir una variación positiva, y si el alumno reconoce el estado en que inicia y el estado al que llega con el fin de conocer la percepción del alumno del conocimiento adquirido.

En un análisis más a detalle, se analiza el desarrollo significativo de las 46 competencias de dirección de proyectos en las autoevaluaciones de cada año, obteniendo una lista de competencias por año, la cual se compara y se obtiene las competencias que se repiten a lo largo de los 5 años. Debido a que no todas las competencias han sido evaluadas en los 3 primeros años, se realiza el mismo procedimiento para obtener las competencias que se repiten solo en estos últimos 2 años. Por tanto, se obtiene una lista de competencias que tienen un desarrollo estadísticamente significativo en ambos instrumentos de medición.

Para determinar si la variación en el nivel de competencias es estadísticamente significativa, se realizan pruebas de hipótesis en cada competencia para cada año y para cada instrumento de evaluación con un nivel de confiabilidad del 95%. Se toma como hipótesis nula la igualdad de las medias y se rechaza la hipótesis nula si el nivel de significancia (p-valor) es menor a 0.05. El programa utilizado es STATGRAPHICS CENTURION XVI.

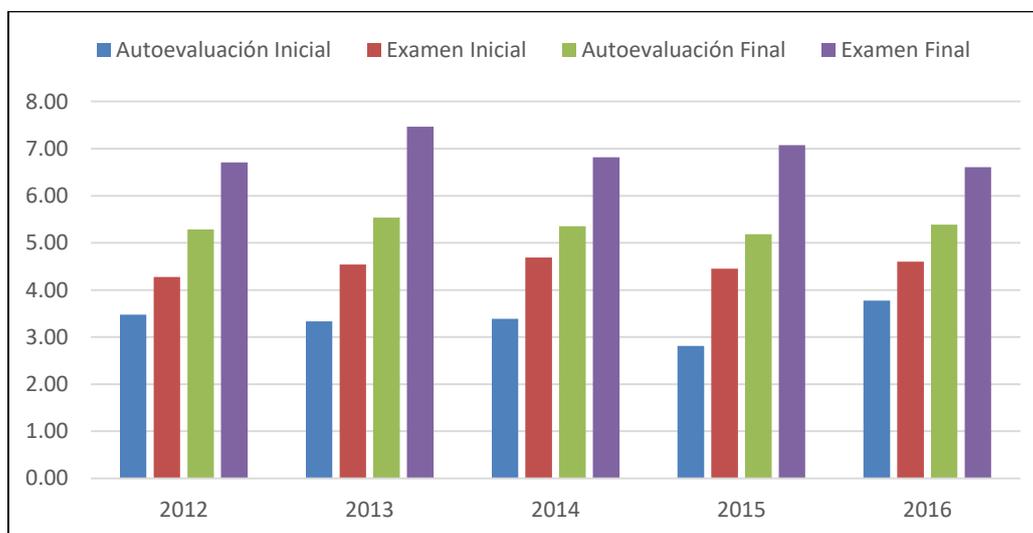
Para determinar si existe un impacto relevante del rendimiento académico del estudiante en el nivel alcanzado respecto a las competencias en dirección de proyectos, se plantea un estudio de correlación entre el puntaje del examen final según IPMA y el rendimiento académico. Se presenta el panorama general y los valores de correlación de cada grupo.

## 5. Resultados

### 5.1 Primer análisis:

En primer lugar, se realiza un análisis macro, para determinar si existe un desarrollo significativo general en las competencias de dirección de proyectos, para lo cual se utilizan ambos instrumentos de evaluación. En la Figura 1, se muestran los resultados de los 5 años estudiados, donde se observa claramente que todos siguen el mismo patrón, siendo en el examen final donde se obtiene mayor puntaje frente a las demás evaluaciones y la autoevaluación inicial la de menor puntaje. También se puede observar que la percepción del estudiante respecto a su nivel de competencias siempre es menor a lo alcanzado en sus exámenes de conocimientos.

Figura 1 Puntajes generales de las evaluaciones



En la Tabla 1 se puede visualizar el análisis estadístico para ambos instrumentos de evaluación en los 5 años: exámenes y autoevaluaciones. Al comparar las medias bajo una prueba T-student, se afirma que existe una variación positiva (Final-Inicial) al 99% de confiabilidad en ambos instrumentos de evaluación pues el p-valor es menor a 0.01 en las columnas E.I=E.F y A.I=A.F de la Tabla 1, lo cual quiere decir que existe un desarrollo estadísticamente significativo en todos los años independientemente de la evaluación.

Tabla 1: Comparación de los instrumentos de evaluación

Año	Exámenes			Autoevaluaciones			P-valor				
	E.I	E.F	$\Delta E$	A.I	A.F	$\Delta A$	E.I=E.F	A.I=A.F	E.I=A.I	E.F=A.F	$\Delta E=\Delta A$
2012	4.28	6.71	2.43	3.48	5.29	1.81	0.000	0.000	0.0002	0.0000	0.0047
2013	4.54	7.47	2.93	3.33	5.54	2.20	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0030
2014	4.69	6.81	2.13	3.39	5.36	1.96	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.5768
2015	4.46	7.07	2.62	2.81	5.18	2.37	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.2821
2016	4.60	6.60	2.00	3.78	5.39	1.61	0.000	0.000	0.0003	0.0000	0.0715
Global	4.49	6.94	2.45	3.33	5.34	2.02	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0001

Nota: E.I= Examen Inicial; E.F= Examen Final;  $\Delta E=E.F-E.I$ ; A.I= Autoevaluación Inicial; A.F= Autoevaluación Final;  $\Delta A= A.F-A.I$ .

También se puede afirmar con una confiabilidad de 99% que existe una diferencia significativa en lo que cree el alumno que sabe y el conocimiento que manifiesta en sus exámenes ya que tanto al inicio como al final el puntaje obtenido en los exámenes es mayor a lo obtenido en las

autoevaluaciones. Respecto al progreso en el aprendizaje, es decir la variación del estado final menos el inicial ( $\Delta$ ), se puede indicar que en los dos primeros años la percepción de progreso era menor de lo que realmente demostraban en los exámenes (P-valor menor a 0.01), sin embargo, en los últimos años la percepción de progreso es igual a la variación de conocimiento reflejado en los exámenes (P-valor mayor a 0.01), a pesar que son menores los puntajes de las autoevaluaciones, la variación de estado es igual, con lo que se concluye que el alumno está tomando conciencia de su progreso en las competencias a través del PBL.

En la Tabla 2 se presenta la lista de competencias que tienen un desarrollo estadísticamente significativo en ambos instrumentos de medición con una confiabilidad de 95%, es decir donde el P-valor es menor a 0.05. Esta tabla resulta de comparar la lista de competencias con desarrollo significativo en las autoevaluaciones en los años de estudio con la lista de competencias obtenida de los exámenes, y se seleccionan sólo las competencias que se repiten en ambas listas.

**Tabla 2: Desarrollo de las competencias**

Competencia - Autoevaluaciones	Autoevaluaciones										Exámenes			
	$\Delta A$ 2012	$\Delta A$ 2013	$\Delta A$ 2014	$\Delta A$ 2015	$\Delta A$ 2016	P-valor 2012	P-valor 2013	P-valor 2014	P-valor 2015	P-valor 2016	$\Delta E$ 2015	$\Delta E$ 2016	P-valor 2015	P-valor 2016
1.01 Éxito en la dirección de proyectos	2.27	2.63	2.42	3.03	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	1.56	0.03	0.13
1.02 Partes involucradas	2.03	2.46	2.09	2.38	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.48	2.64	0.00	0.01
1.03 Requisitos y objetivos del proyecto	2.30	2.94	2.84	2.64	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.42	0.00	0.02
1.05 Calidad	1.70	1.83	1.58	1.59	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.79	2.73	0.04	0.01
1.06 Organización del proyecto	2.76	2.77	2.95	2.64	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.46	2.48	0.00	0.02
1.10 Alcance y entregables	2.56	3.81	2.88	3.56	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.25	3.39	0.00	0.00
1.11 Tiempo y fases de proyectos	1.94	3.19	2.09	4.02	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.32	3.05	0.00	0.00
1.17 Información y documentación	1.79	2.79	2.12	3.28	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.62	5.59	0.00	0.00
1.19 Lanzamiento	1.75	2.02	2.21	2.07	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56	2.61	0.02	0.01
2.09 Eficiencia	0.52	1.15	0.70	1.79	1.49	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	4.57	3.14	0.00	0.00
3.01 Orientación a proyectos	2.11	3.17	2.91	3.41	2.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85	0.61	0.00	0.56
3.02 Orientación a programas	2.05	2.19	2.02	2.36	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	2.23	2.18	0.00	0.03
3.03 Orientación a carteras	1.79	2.31	2.30	2.39	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.88	5.18	0.00	0.00

Nota:  $\Delta A$ = Autoevaluación Inicial-Autoevaluación Final;  $\Delta E$ = Examen Final - Examen Inicial.

Cabe mencionar que en la lista de las autoevaluaciones se obtienen 33 competencias de las 46 con desarrollo significativo que se repiten en todos los años de estudio, 18 competencias técnicas, 4 competencias de comportamiento y todas las competencias contextuales. En la lista de los exámenes figuran 19 competencias con desarrollo significativo que se repiten en los dos últimos años, periodos donde es posible medir todas las competencias; el desarrollo significativo se da en 8 competencias técnicas, 7 competencias de comportamiento y 4 competencias contextuales.

Se puede indicar que el progreso en los alumnos se debe a la aplicación del PBL como herramienta metodológica, ya que el PBL es el método principal utilizado y así lo refuerzan los alumnos cuando se les pregunta por su desarrollo de las competencias. En palabras de un alumno al preguntarle respecto a la asignatura “Permite compilar todos los conocimientos estudiados en la carrera. Permite el uso de herramientas para trabajar a futuro en una empresa. Desarrolla capacidades profesionales y competitivas a través de realizar el proyecto”. A pesar que no se mencione directamente el PBL como herramienta, se indica que se “desarrollan” capacidades a través de la realización de un proyecto, así como la aplicación de conocimientos previamente estudiados.

Otro alumno menciona que en la asignatura “Aprenderá nuevas competencias, que no sólo le servirán para el desarrollo de un proyecto, sino también para el trato de personas y trabajo en equipo. Se aprende mucho porque donde valla se encontrará con proyectos y podrá ser útil para el desarrollo del mismo”. Con lo cual se refuerza el impacto del PBL en la adquisición de competencias, en los talleres los alumnos mencionan que el proyecto les permite tener una interacción con el mundo real, pues se plantean un alcance que tienen que cumplir en un tiempo y con un costo planificado para dar solución a un problema, atender una necesidad o crear una oportunidad de negocio.

La competencia con más alto desarrollo en promedio es “alcance y entregables” que pertenece al ámbito de competencias técnicas, al realizar un análisis cualitativo de los datos obtenidos de observaciones, encuestas, textos escritos y expresiones verbales y no verbales, se puede indicar que la causa principal de su desarrollo es el énfasis que tiene el tema dentro de la asignatura pues para el desarrollo del proyecto, es de suma importancia su buena definición. Al plantearse la idea del proyecto, los alumnos se ven obligados a pensar en el alcance del mismo, lo cual les resulta difícil en principio porque no solo son los objetivos que desea alcanzar sino las limitaciones, la descripción del mismo y el despliegue de este alcance en componentes más pequeños de trabajo. Cuando se les pregunta a los alumnos que es lo que más aprendieron, por tanto, qué competencia han desarrollado en mayor medida, con el proyecto en su mayoría indican que es el alcance del proyecto. Así también resaltan la importancia de los entregables, en palabras de un alumno “La importancia de los planes de gestión, su relación con el proyecto y el contenido de cada uno”, refiriéndose a lo que más entendió en la asignatura. De acuerdo a las notas de los entregables relacionados al alcance, si bien la primera entrega no tuvo una alta nota pues era la primera vez que los alumnos definían el alcance de un proyecto, al finalizar, en el último entregable lo tenían completamente claro, obteniendo notas en promedio más altas a los entregables anteriores.

Respecto a las competencias de comportamiento, sólo la “Eficiencia” resulta de la comparación y con una variación alta. La causa principal de su gran desarrollo se puede atribuir a la necesidad de garantizar el uso eficaz de los recursos disponibles para el proyecto por parte de los estudiantes; quienes deben al tener en cuenta el alcance, tiempo, costo y organización del proyecto, competencias que también han sido identificadas que tienen desarrollo significativo, alcanzan un desarrollo en la competencia de eficiencia. Esta afirmación se puede respaldar en lo transmitido por el estudiante.

Respecto a las competencias contextuales, se puede indicar que el factor más determinante para el desarrollo de todas las competencias, es que iniciando la asignatura los alumnos desconocían en su mayoría las competencias de este ámbito, sin embargo, a lo largo de la asignatura fueron relacionando estas competencias con el entorno real en el que se planifica y ejecuta un proyecto. Las competencias que se obtienen de la comparación, son los temas abordados principalmente en clase, pues es importante que el estudiante reconozca la definición de proyecto, programa y cartera y su aplicación en el mundo real.

Es importante señalar que se ha considerado dentro de la lista, las competencias “Éxito en la dirección de proyectos” y “orientación a proyectos”, por ser casos puntales donde se presentan

situaciones atípicas en el año 2016, ya que estas dos competencias sí son evaluadas en todos los años tanto en los exámenes como en las autoevaluaciones, y si hay desarrollo significativo en ambos instrumentos exceptuando el año 2016.

En la Tabla 3 se presenta un análisis de variación de las competencias que tienen un desarrollo significativo en los dos instrumentos de evaluación (exámenes y autoevaluaciones) en los dos últimos años donde se evalúan todas las competencias, esta lista incluye la lista presentada en la Tabla 2 más 3 competencias de comportamiento que fueron excluidas por no repetirse en los 5 años en las autoevaluaciones. Este análisis evalúa la percepción del alumno respecto a la variación en su aprendizaje frente a la variación presentada en los exámenes en las competencias en mención.

Cuando el P-valor de la Tabla 3 es menor a 0.05 se puede afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la variación de la autoevaluación y la variación en los exámenes.

**Tabla 3: Comparación del desarrollo de competencias**

Competencia - Autoevaluaciones	2015				2016			
	$\Delta A$ 2015	$\Delta E$ 2015	P-valor 2015	Estado	$\Delta A$ 2016	$\Delta E$ 2016	P-valor 2016	Estado
1.01 Éxito en la dirección de proyectos	30%	19%	0.15	$\Delta A = \Delta E$	26%	16%	0.24	$\Delta A = \Delta E$
1.02 Partes involucradas	24%	35%	0.18	$\Delta A = \Delta E$	14%	26%	0.27	$\Delta A = \Delta E$
1.03 Requisitos y objetivos del proyecto	26%	28%	0.80	$\Delta A = \Delta E$	20%	24%	0.69	$\Delta A = \Delta E$
1.05 Calidad	16%	18%	0.77	$\Delta A = \Delta E$	13%	27%	0.09	$\Delta A = \Delta E$
1.06 Organización del proyecto	26%	25%	0.82	$\Delta A = \Delta E$	14%	25%	0.24	$\Delta A = \Delta E$
1.10 Alcance y entregables	36%	33%	0.72	$\Delta A = \Delta E$	20%	34%	0.17	$\Delta A = \Delta E$
1.11 Tiempo y fases de proyectos	40%	33%	0.42	$\Delta A = \Delta E$	16%	30%	0.15	$\Delta A = \Delta E$
1.17 Información y documentación	33%	46%	0.13	$\Delta A = \Delta E$	22%	56%	0.00	$\Delta A < \Delta E$
1.19 Lanzamiento	21%	16%	0.47	$\Delta A = \Delta E$	19%	26%	0.45	$\Delta A = \Delta E$
2.03 Autocontrol	20%	22%	0.76	$\Delta A = \Delta E$	15%	37%	0.02	$\Delta A < \Delta E$
2.06 Actitud abierta	15%	60%	0.00	$\Delta A < \Delta E$	10%	26%	0.07	$\Delta A = \Delta E$
2.07 Creatividad	13%	63%	0.00	$\Delta A < \Delta E$	12%	35%	0.02	$\Delta A < \Delta E$
2.09 Eficiencia	18%	46%	0.00	$\Delta A < \Delta E$	15%	31%	0.07	$\Delta A = \Delta E$
3.01 Orientación a proyectos	34%	49%	0.11	$\Delta A = \Delta E$	25%	6%	0.02	$\Delta A > \Delta E$
3.02 Orientación a programas	24%	22%	0.79	$\Delta A = \Delta E$	11%	22%	0.16	$\Delta A = \Delta E$
3.03 Orientación a carteras	24%	69%	0.00	$\Delta A < \Delta E$	16%	52%	0.00	$\Delta A < \Delta E$

Nota:  $\Delta A$ = Autoevaluación Inicial-Autoevaluación Final;  $\Delta E$ = Examen Final - Examen Inicial.

En la Tabla 3 se puede observar las competencias donde la variación de aprendizaje es mayor en uno de los dos instrumentos de evaluación (filas sombreadas). Son más las competencias donde el alumno percibe una mejora menor a lo que realmente demuestra en un examen objetivo. Por lo cual es importante reforzar la confianza del alumno en sí mismo respecto a su aprendizaje, además cabe precisar que son las competencias de comportamiento donde se percibe una menor mejoría ya que los alumnos conocen las competencias y sienten que las han desarrollado a lo largo de su carrera sin embargo en los exámenes muestran que ese conocimiento se incrementa por la naturaleza del proyecto.

Es importante precisar que claramente existen competencias que independientemente de la situación inicial o final, la variación es la misma. En estos casos se puede indicar puntualmente

competencias con gran desarrollo como “alcance y entregables” y “tiempo y fases de proyectos”, donde su mejoría también es percibida por el estudiante en gran medida.

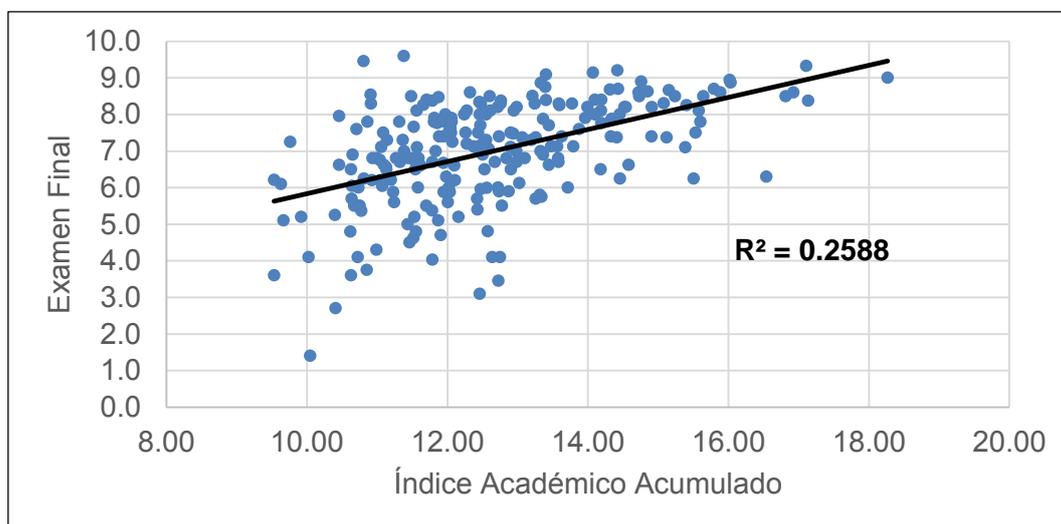
En la encuesta se les pregunta a los estudiantes sobre las fortalezas que han desarrollado, y todas las respuestas son ligadas a alguna competencia, sin embargo, algunos estudiantes también indican que identificar las competencias necesarias para gestionar el proyecto les ha demandado un reto dentro de la asignatura.

## 5.2 Segundo análisis:

Para responder a la tercera interrogante se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson, el cual es una prueba estadística que analiza la relación entre dos variables. En este caso se analiza la relación del nivel académico general que tiene el estudiante al ingresar a la asignatura, reflejado en el índice académico acumulado (I.A), y los resultados del examen final, el cual muestra el nivel de conocimientos al que el alumno ha llegado sobre las competencias de dirección de proyectos. Así también se identifica la influencia del nivel académico en los resultados finales.

El coeficiente de correlación obtenido es igual a 0.51, indicando una relación positiva y moderada entre el índice acumulado, que corresponde al nivel académico general en el que se encuentra el alumno, y el examen final. El valor P-valor para esta correlación es menor a 0.01, por tanto, se puede indicar que existe una relación estadísticamente significativa entre el Índice Académico Acumulado y el Examen Final con un nivel de confianza del 99.0%. En la figura 2 se muestra la dispersión de los datos gráficamente y el estadístico R-Cuadrada, coeficiente de determinación, el cual indica que el modelo ajustado explica 25.9% de la variabilidad del Examen Final, es decir que el índice acumulado explica el 26% de los resultados en el examen final.

Figura 2: Correlación general entre el índice acumulado y el examen final



Es entendible que exista una relación importante entre ambos factores, ya que el examen mide conocimientos, en su mayoría técnicos, pues 70 puntos son de competencias técnicas, 15 de comportamiento y 15 contextuales. Sin embargo, también es importante precisar que en general todos los alumnos desarrollan competencias, atribuibles en un 76% a diversos factores que no son el rendimiento académico. Se puede inferir que la estructura metodológica basada en el PBL permite al alumno desarrollar competencias independientemente de su nivel académico, y brinda la oportunidad de medir esas competencias no solo por conocimientos.

En la Tabla 4 se presentan las correlaciones obtenidas en cada año. Se puede indicar que la mayor correlación se tuvo en el año 2016, donde influye considerablemente el rendimiento académico del alumno respecto a su desempeño final en el examen, contrariamente al año 2013, donde se tiene una correlación positiva débil.

**Tabla 4: Correlación entre el índice acumulado y el examen final**

Año	2012	2013	2014	2015	2016
Correlación	0.5799	0.3843	0.5511	0.5142	0.6543

Se puede señalar que los alumnos del tercio superior tienen una predisposición mayor para adquirir conocimientos de las competencias, sin embargo, se debe recalcar que la adquisición de competencias también se ve reflejado en el proyecto y los entregables de la asignatura.

## 6. Conclusiones

El aprendizaje basado en proyectos es un método de enseñanza-aprendizaje que involucra al alumno en la solución de problemas de la sociedad y fomenta la investigación. Por tanto, es una metodología que supone hoy la mejor garantía didáctica para una contribución eficaz al desarrollo de las competencias clave y al aprendizaje de los contenidos del currículo de la asignatura de proyectos. Afirmación respaldada en que existe una mejora estadísticamente significativa en las competencias de dirección de proyectos en los alumnos que reciben la enseñanza apoyada en el aprendizaje basado en proyectos. Es decir que se puede atribuir que el PBL contribuye con la adquisición y desarrollo de competencias.

Los estudiantes mediante los proyectos desarrollan su espíritu investigador, ya que son ellos mismos los que indagan, analizan y sintetizan la información encontrada en la literatura científica para dar solución a los problemas que se les presentan. En los resultados se evidencia el desarrollo de las competencias y la percepción de ese desarrollo, en ciertas competencias el desarrollo obtenido en los exámenes es mayor a la percepción, en otros es igual y en pocos casos menor, sin embargo, existe una variación positiva.

Es evidente que existe una relación entre el nivel académico general y los resultados obtenidos en el examen final al tener un coeficiente de correlación positivo moderado, sin embargo, el coeficiente de determinación bajo indica que la estrategia metodológica empleada fomenta el desarrollo de las competencias independientemente del nivel académico del alumno, ya que anteriormente se evidencia la mejora estadísticamente significativa en los grupos evaluados. Esta afirmación refuerza el objetivo de utilizar el PBL para el desarrollo de competencias y su óptima estrategia de evaluación, pues no solo se basa en pruebas de conocimiento sino en evaluar las diferentes competencias que desarrollan.

Los alumnos ponen de manifiesto su satisfacción por la formación recibida a través de la metodología PBL y perciben claramente que han adquirido una experiencia investigadora por su propia cuenta. En lo referente a las competencias, los alumnos indican que el proyecto les ha permitido desarrollar sus competencias tanto técnicas, contextuales y de comportamiento al enfrentarse a situaciones reales. También indicaron que les hubiese gustado haber estudiado más asignaturas a través de un proyecto.

## 7. Referencias

- Aliane, N., & Bemposta, S. (2008). Una experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos en una Asignatura de Robótica. *IEEE-RITA*, 3(2), 71-76.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the future. *The Clearing House*, 39-43.

- Blank, W. (1997). Authentic instruction. En W. Blank, & S. Harwell, *Promising practices for connecting high school to the real world* (págs. 15–21). FL: University of South Florida.
- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing supporting the learning. *Educational Psychologist*, 369-398.
- Galeana, L. (2006). Aprendizaje basado en proyectos. *CEUPROMED*.
- Harwell, S. (1997). Project-based learning. En W. Blank, & S. Harwell, , *Promising practices for connecting high school to the real world* (págs. 23-28). FL: University of South Florida.
- IPMA. (2009). *Nacional Competence Baseline. V3.0, Revisión*. Valencia: Asociación Española de Ingeniería de Proyectos.
- Johari, A., & Bradshaw, A. (2008). Project-based learning in an intership program: A qualitative study of related roles and their motivational attributes. *Educational Technology Research and Development*, 329-359.
- Katz, L., & Chard, S. (1989). *Engaging children's minds: The project approach*. Norwood, NJ: Ablex.
- Larmer, J., & Merfendoller, J. (2010). *The main course, Not dessert*. Obtenido de Buck Institute for Education: [http://www.bie.org/object/document/main\\_course\\_not\\_dessert](http://www.bie.org/object/document/main_course_not_dessert)
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.
- Palma, M., De los Ríos, I., & Miñán, E. (2010). Generic competences in engineering field: a comparative study between Latin America and European Union. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 576-585.
- PMI. (2008). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Rosado, A., Bataller, M., & Guerrero, J. (2008). Aprendizaje por Proyectos: Una aproximación docente al Diseño Digital basado en VHDL. *IEEE-RITA*, 3(2), 88-95.
- Sánchez, J. (13 de Marzo de 2013). *Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje basado en Proyectos*. Obtenido de Actualidad Pedagógica: [http://actualidadpedagogica.com/estudios\\_abp/](http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp/)
- Thomas, J. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. California: The Autodesk Foundation.
- Vallero, D., & Braiser, C. (2008). Teaching green engineering: The case of ethanol lifecycle analysis. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 28(3), 236–243.