

DOI: <http://doi.org/10.15517/revedu.v47i2.53854>

## Uso del aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la calidad de software: percepción de estudiantes universitarios

*Use of Project-Based Learning for Teaching Software Quality: College Students Perception*

Marlen Treviño Villalobos  
*Instituto Tecnológico de Costa Rica*  
*San Carlos,*  
*Costa Rica*  
[mtrevino@itcr.ac.cr](mailto:mtrevino@itcr.ac.cr)  
<https://orcid.org/0000-0002-1135-0650>

Recepción: 01 de marzo 2023  
Aprobación: 20 de abril 2023

¿Cómo citar este artículo?

Treviño-Villalobos, M. (2023). Uso del aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la calidad de software: Percepción de estudiantes universitarios. *Revista Educación*, 47(2). <http://doi.org/10.15517/revedu.v47i2.53854>



**RESUMEN**

La Carrera de Ingeniería en Computación del Tecnológico de Costa Rica ejecuta un Plan Piloto de Formación Vinculada con Empresas, por lo que en la asignatura de Aseguramiento de la calidad del software el estudiantado diseñó y ejecutó un plan de pruebas en un proyecto de software auténtico y real de una empresa con la estrategia del aprendizaje basada en proyectos. El objetivo de este artículo es presentar la puesta en práctica de la metodología de aprendizaje basada en proyectos en el curso de Aseguramiento de la calidad del software y conocer la percepción del alumnado sobre el proceso desarrollado. En la presente investigación se aplicó un proceso metodológico mediante el enfoque cuantitativo, se trabajó con una población de 50 estudiantes, a los que se le aplicó una encuesta digital. Los datos fueron analizados con un análisis estadístico descriptivo, un análisis correlacional y una prueba no paramétrica. Los resultados indican que se implementó pertinentemente la estrategia en una modalidad 100% virtual. Además, la opinión expresada por el estudiantado es buena y en su mayoría recomendarían la estrategia educativa.

**PALABRAS CLAVE:** Innovación pedagógica, Aprendizaje basado en proyectos, ABP, Calidad de software, Modalidad virtual.

**ABSTRACT**

The Computer Engineering Major at the Tecnológico de Costa Rica conducts a program called the Pilot Plan for Business-Linked Training. For this reason, in the Software Quality Assurance course, a test plan was designed and used by students in an authentic and real software project of a company with a project-based learning strategy. Regarding the objective of this research, it consisted of presenting the implementation of the project-based learning methodology in the Software Quality Assurance course and knowing the perception of the students about the developed process. Moreover, the researcher applied a methodological process through the quantitative approach and worked with a population of 50 students, to whom the investigator applied a digital survey. Thus, the author studied the data through a descriptive statistical analysis, a correlational analysis, and a non-parametric test. The results indicated that the strategy was properly implemented in a 100% virtual modality. In addition, the opinion expressed by the students was positive and, for the most part, they recommend the educational strategy.

**KEYWORDS:** Pedagogical Innovation, Project-Based Learning, PBL, Software Quality, Virtual Modality.

## INTRODUCCIÓN

Existe una brecha marcada entre los conocimientos y habilidades que se adquieren en la educación en el nivel de enseñanza superior y la requerida por las empresas, por lo que las personas graduadas de carreras de Computación e Informática enfrentan dificultades al inicio de su carrera profesional (Conejo, 2021; Quesada y Martínez, 2016). Así, es necesario vincular el sistema universitario con el sector productivo, con la intención de potenciar oportunidades para las personas egresadas, de modo que se disminuyan las tasas de desempleo y se evite la informalidad laboral o la necesidad de emigrar (Conejo, 2021).

Los modelos de acreditación, como es el caso del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES), certifican que las carreras o programas de las universidades costarricenses brinden un servicio educativo de calidad y tengan un compromiso demostrado con la mejora permanente. Uno de los aspectos que se analizan en un proceso de acreditación es la relación con el contexto. Específicamente, la carrera debe demostrar que se aprovecha el entorno para experiencias prácticas del estudiantado, según los requerimientos de la carrera, y que incorpora elementos que contribuyen a preparar a las futuras personas graduadas para enfrentar los cambios del contexto y de la disciplina (SINAES, 2009).

Con el objetivo de mejorar sus procesos y lograr o mantener la acreditación de sus carreras, las universidades están implementando nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje. Por esto, la carrera de Ingeniería en Computación del Tecnológico de Costa Rica (TEC) en el Campus Tecnológico Local San Carlos desde el año 2019 ejecuta un Plan Piloto de Formación Vinculada con Empresas. Dicha estrategia tiene como propósito fortalecer las acciones de vinculación Universidad-Empresa, mediante el desarrollo de experiencias docentes de valor, contemplando una formación técnica y de habilidades que posee 3 niveles de actuación: (1) acompañamiento empresarial en el desarrollo de asignaturas, (2) actividades de evaluación de la asignatura con enfoque empresarial y (3) combinación de la formación en la asignatura con actividad práctica en la empresa.

En cuanto a la asignatura de Aseguramiento de la calidad del software (QA), se ubica en el sexto semestre del plan de estudios de la Carrera de Ingeniería en Computación, con aplicación del nivel 2 de actuación de mencionado plan piloto, al potencializar actividades de evaluación con enfoque empresarial en el programa.

En el II semestre del año 2020, en el curso de QA, se planteó en conjunto con empresas de la Cámara de Tecnología de la Zona Norte (CETICZN) un proyecto con el propósito de que el

estudiantado aplique e integre mediante la unificación del aprendizaje teórico y práctico, los procesos de calidad del software en el diseño y ejecución de un plan de pruebas. Para la implementación de esta propuesta, la persona docente del curso decidió utilizar la estrategia didáctica del aprendizaje basado en proyectos (ABP).

La selección de dicha estrategia didáctica se debe a que el modelo pedagógico del TEC promueve el desarrollo intelectual mediante metodologías como el ABP y la inmersión laboral (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2020). Aunado a lo anterior, el ABP es considerada una innovación en el ámbito de la educación superior, que puede ser utilizada para trabajar las competencias profesionales determinantes en el perfil del estudiantado universitario y que proporciona un alto nivel de satisfacción de personas estudiantes (Toledo-Morales y Sánchez-García, 2018). Asimismo, es una metodología bastante utilizada y con buenos resultados en el campo de la computación (Viquez y Ruiz, 2022; Martínez et al., 2021; Dos Santos y Parizi, 2019; McManus y Costello, 2019; Tanaka et al., 2018; Peña et al., 2017; Srinivasa y Sowmya, 2016; Quesada y Martínez, 2016; Montero-Martínez et al., 2009).

De este modo, la presente investigación tiene como principal objetivo presentar la puesta en práctica de la metodología ABP en el curso de QA y conocer la percepción del alumnado sobre el proceso desarrollado en dicho curso. Concretamente, se tratará de responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se sienten los y las estudiantes con el proyecto desarrollado durante el curso?
2. ¿Consideran los y las estudiantes que desarrolla habilidades sociales durante la ejecución del proyecto?
3. ¿Consideran los y las estudiantes adecuado el seguimiento del proyecto por parte de la docente y la contraparte?
4. ¿Consideran los y las estudiantes adecuado la evaluación utilizada para la calificación del proyecto?
5. ¿Existen diferencias en el rendimiento académico durante el I semestre de 2020, II semestre de 2020, I semestre de 2021 y I semestre de 2022?

### **Trabajos relacionados**

La revisión de la literatura realizada muestra que hay un conjunto de estudios que analizan diferentes proyectos y estrategias de incorporación del modelo ABP en la enseñanza de la Ingeniería

Informática. Vale la pena mencionar la aplicación del ABP en los cursos de fundamentos de tecnología de computadores, estructura de computadores, arquitectura de computadores e ingeniería del software (Vadillo et al., 2015), análisis de datos e Internet de las cosas (IoT) usando principios de ingeniería de software (Srinivasa y Sowmya, 2016), proyecto de graduación y en un programa de investigación de grado (McManus y Costello, 2019), requerimientos de software (Viquez y Ruiz, 2022; Tanaka et al., 2018), ingeniería de software, bases de datos y desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles (Quesada y Martínez, 2016) y ciencia e ingeniería de datos (Martínez et al., 2021). También, se encuentran una serie de artículos que exponen el uso del ABP en el desarrollo de proyectos que requieren soluciones reales (Jamilurahman y Mohammad, 2021; Systä et al., 2016; Astorga-Vargas et al., 2015; Song et al., 2011).

Al analizar de manera específica la temática del APB y calidad de software, solamente se encuentran los estudios de Dos Santos y Parizi (2019) y Montero-Martínez et al. (2009). Además, la calidad de software ha sido abordada también mediante el aprendizaje basado en problemas (Peña et al., 2017). Sin embargo, en las tres publicaciones mencionadas, el tema desarrollado ha sido únicamente la medición de la calidad.

Aun cuando el enfoque del ABP no es innovador, su uso e implementación en diferentes escenarios es conveniente porque muestra las virtudes y limitaciones del enfoque. Asimismo, puede ayudar a otras personas docentes en la aplicación de este enfoque en sus cursos. La principal diferencia y contribución con respecto a trabajos previos es que en la presente investigación se aplica el ABP en una temática poco estudiada como la calidad de software, con la particularidad de que se desarrolla la experiencia en un entorno virtual de aprendizaje y en colaboración con la industria (proyectos reales en empresas reales). Lo anterior, es cada vez más relevante porque existe la necesidad de cursos de pregrado conectados con la experiencia de la empresa.

## **Referente teórico**

### **a. Aprendizaje basado en proyectos**

Para iniciar la reflexión de conceptos claves, es relevante comprender que el Buck Institute for Education (BIE) indica que el ABP es un método de enseñanza en el que el estudiantado adquiere conocimientos y habilidades durante un lapso extenso para investigar y responder a una pregunta, problema o desafío auténtico, atractivo y complejo (BIE, 2020). Además, el enfoque del ABP está en

“la unificación del aprendizaje teórico y práctico, colaboración de alumnos y la inclusión de elementos de la vida fuera de las instituciones de educación” (Huber, 2008, p. 73).

Asimismo, en la práctica de la ingeniería, el término proyecto se utiliza universalmente como una unidad de trabajo que tiene una complejidad variable, puede ser realizado de forma individual o en pequeños grupos y variar en duración, desde unas pocas semanas hasta un año entero (Mills y Treagust, 2003). Los proyectos son una forma diferente de trabajo en el aula, que fomenta la indagación del alumnado y su realización conlleva tener que resolver diferentes problemas que irán apareciendo durante el desarrollo del proyecto (Martín y Martínez, 2018; García-Varcácel y Gómez-Pablos, 2017).

En este sentido, para una exitosa implementación del ABP, se ha señalado una lista de componentes, entre los que se encuentra la motivación como un elemento importante en el desarrollo de un proyecto. Por esto, es necesario que el proyecto esté centrado en la persona estudiante, adaptado a sus necesidades e intereses, que despierte su curiosidad y genere motivación intrínseca (García-Varcácel y Gómez-Pablos, 2017), es decir, que conduzca al alumno hacia una motivación autónoma en una etapa determinada de su vida (Nicolás y Ramos, 2020). Otro elemento importante es el componente de la planificación, la ejecución y la evaluación de los proyectos, pues el aprendizaje de contenidos y competencias tiene que estar claramente definido (Sudjimat, 2019).

El tercer componente es la interacción-colaboración con la persona docente y entre el estudiantado. Su principal objetivo es conseguir una participación activa y productiva entre los y las estudiantes. Por esto, el proyecto debe proporcionar la posibilidad de contribuir y reflexionar sobre las experiencias llevadas a cabo en el aula, así como promover la interacción, las habilidades interpersonales, la interdependencia positiva y la responsabilidad individual y grupal. También, el profesorado debe guiar al alumnado para que aprendan a establecer grupos objetivos, dividir las responsabilidades del proyecto, gestionar los plazos y abordar los problemas relacionadas con la dinámica de grupo (Ertmer y Simons, 2005).

Finalmente, el ABP promueve el componente de aprendizaje significativo, en el que posiciona al alumnado como parte activa de su propio proceso formativo (Ferreiro, 2018). De este modo, el proyecto debe estimular la investigación y la generación de respuestas a preguntas.

Dado que el ABP es un tipo de aprendizaje que se puede adaptar fácilmente al entorno virtual (Vásquez-Lafebre et al., 2020), ha surgido el concepto de ABP en línea (PBOL, por sus siglas en inglés). Tanto el ABP en línea como en la educación tradicional pueden promover el desarrollo del aprendizaje electrónico o más conocido como e-learning (Amissah, 2019).

Las principales ventajas que se destacan del ABP están centradas en el estudiantado y se relacionan con la adquisición de competencias, la mejora de la motivación, la mejora del aprendizaje y una mayor participación del alumnado en las actividades realizadas (Roig-Vila, 2016). Para ser más específicos, se menciona la mejora de la competencia de trabajo en grupo, pues el resultado final depende del aporte que hacen todas y todos los integrantes (Mejías-González, 2019). Aunado a esto, es un tipo de enseñanza que no se centra únicamente en un solo ámbito de estudio, sino que establece relaciones de integración entre diferentes disciplinas (Galeana, 2006). Además, facilita el aprender de forma cooperativa y colaborativa, favoreciendo al mismo tiempo el crecimiento emocional, intelectual y personal (Cortés, 2005).

Por otro lado, entre las principales desventajas del ABP se mencionan:

- Gestión del tiempo: la realización de los proyectos puede necesitar más tiempo lectivo para lograr los mismos objetivos académicos (Sandoval, 2017).
- Presenta obstáculos para su implementación (Martín y Martínez, 2018): requiere de un diseño instruccional por parte de la persona docente bien estructurado, las instituciones no siempre tienen las aulas didácticas equipadas y suficientes para el número de alumnos y alumnas y se dan dificultades para lograr una adecuada comunicación entre los miembros del equipo por falta de tiempo para reunirse (Nieto-Borbor y Martínez-Suárez, 2021).
- Es complicado evaluar el aporte individual: las actividades están enfocadas en potenciar el trabajo en grupo y al desarrollo de competencias que implican un alto grado de interactividad (Mejías-González, 2019).
- El gran número de alumnos y alumnas que cursan las asignaturas de grado: esto puede dificultar la aplicación de metodologías como el ABP, si no se utilizan las herramientas apropiadas (Romero et al., 2018).

## **b. Calidad de software**

La calidad de software se refiere a la concordancia con los requisitos funcionales y no funcionales explícitamente establecidos, estándares de desarrollo explícitamente documentados y características implícitas que se espera de todo software desarrollado de manera profesional (Pressman, 2005). Con el objetivo de describir la estrategia de pruebas en un software, se diseña y ejecuta un plan de pruebas que comprende cuatro fases (ver Figura 1) (Hispanic America Software Testing Qualifications Board). En la fase de planificación de las pruebas, se deben comprender las

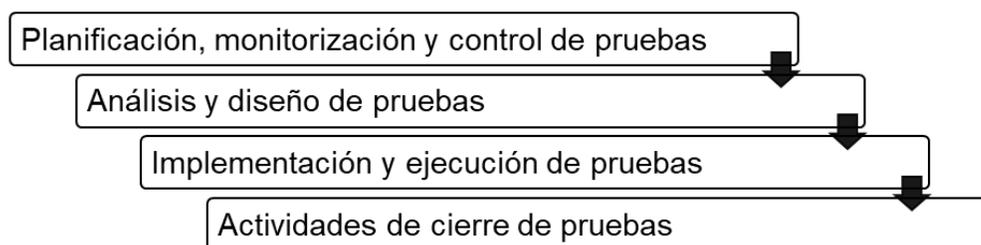
metas y los objetivos del cliente, los grupos de interés (stakeholders), el proyecto y los riesgos de las pruebas. El control de las pruebas, por otro lado, consiste en comparar el progreso real contra lo planificado para comunicar el estado actual del proceso de pruebas, incorporando las variaciones del plan.

Entre las tareas de la fase de análisis y diseño se encuentran: revisar la base de pruebas (entre ellos: requisitos, arquitectura, diseño e interfaces de usuario), comprobar las especificaciones del sistema, determinar las condiciones de prueba, establecer los datos de prueba, diseñar y priorizar los casos de pruebas.

En la aplicación de las pruebas se definen los procedimientos de pruebas y se establece un calendario de ejecución de las pruebas. Por otro lado, en la ejecución de las pruebas se ejecutan los bancos de pruebas y casos de prueba individuales, se registra el resultado de la ejecución de pruebas y se comparan los resultados reales con los resultados esperados. En el cierre de pruebas se recopilan datos de las actividades finalizadas para evaluar los resultados y analizar las lecciones aprendidas. Lo anterior incluye verificar los entregables y la corrección de los defectos.

**Figura 1.**

**Proceso de pruebas según el HASTQB**



Fuente: Hispanic America Software Testing Qualifications Board, (2021).

## Metodología

### a. Enfoque y métodos de investigación

La metodología fue cuantitativa, ya que se basa en la medición numérica y el análisis estadístico. Además, esta investigación es prospectiva, debido a que, desde el punto de vista de la planificación de la toma de los datos, estos fueron obtenidos específicamente para este artículo.

La recolección de datos tiene una orientación empírica porque se obtuvo conocimiento mediante la observación o experiencia directa e indirecta (Gil, 2006). También, es de corte transversal porque los datos se recopilaban en el segundo semestre de 2020, el primer semestre de 2021 y el primer semestre de 2022 (Hernández-Sampieri et al., 2010).

### **b. Muestra**

En relación con las personas participantes, la unidad de análisis fueron estudiantes de educación superior. La población corresponde a un total de 50 estudiantes del curso de QA, subdivididos en un grupo de 25 estudiantes durante el segundo semestre del año 2020, 13 estudiantes en el primer semestre del año 2021 y 12 estudiantes del primer semestre del año 2022.

### **c. Diseño del proyecto**

La propuesta fue desarrollada en el curso de QA de la Carrera de Ingeniería en Computación que se imparte en el Campus Tecnológico Local San Carlos con el objetivo de que el alumnado aplique e integre mediante la unificación del aprendizaje teórico y práctico, los procesos de calidad del software en el diseño y ejecución de un plan de pruebas en un proyecto de software auténtico y real de una empresa de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Además, se busca que el estudiantado desarrolle habilidades sociales como: trabajo en equipo, habilidades de comunicación, análisis ético e investigación. Este curso se ubica en el sexto semestre de la carrera y tiene un valor de 3 créditos (4 horas presenciales y 6 horas extraclase).

La duración aproximada de la aplicación de la estrategia es de 17 semanas lectivas y tiene un valor del 60% de la nota final del curso. Durante las sesiones sincrónicas del curso, se abordan todos los contenidos teóricos y se realizan una serie de talleres prácticos sobre el uso de herramientas de automatización que se requieren para el desarrollo del proyecto. La propuesta contempla cinco fases o etapas (ver Figura 2).

En la fase de identificación del problema y definición de objetivos, se conforman los equipos de trabajo de máximo cuatro personas y luego la persona docente del curso le asigna a cada equipo de trabajo un proyecto de software de una empresa. Posteriormente, cada grupo debe contactar a la contraparte de la empresa correspondiente para que tengan una reunión inicial que les permita conocer el proceso de aseguramiento de la calidad que realizan en la organización y conozcan las

características más relevantes del software por evaluar. En esta reunión, deben participar la contraparte, todos los miembros del equipo de trabajo y la persona docente del curso.

Con los datos recabados deben definir el problema a resolver, describir los módulos o formularios que serán evaluados durante el proceso y determinar los objetivos y metas que pretenden alcanzar con el desarrollo del proyecto. Además, deben definir un plan de trabajo. También, en algunos casos, la empresa puede solicitarles la firma de un convenio de confidencialidad para tener acceso a los datos y al sistema con el que van a trabajar.

**Figura 2.**

### **Descripción de las fases del proyecto y los entregables**

#### **Fase I: Identificación del problema y definición de objetivos**

- Equipos de 3 o 4 personas
- Reunión inicial con la contraparte de la empresa
- Firma de convenio de confidencialidad
- Entregable: Plan del proyecto
- Fecha de entrega: semana 6

#### **Fase II: Planeación**

- Seleccionar tipos de pruebas
- Definir 60 casos de pruebas
- Entregable: Plan de pruebas
- Fecha de entrega: semana 11

#### **Fase III: Diseño, Desarrollo y Evaluación**

- Automatizar pruebas
- Documentar defectos
- Entregable: Proyecto de pruebas e Informe de pruebas
- Fecha de entrega: semana 15 y 17

#### **Fase IV: Comunicación**

- Entregable: Presentación de resultados
- Fecha de entrega: semana 17

#### **Fase V: Reflexión**

- Se desarrolla de manera **individual** de forma paralela al resto de fases
- Entregable: Diario reflexivo
- Fecha de entrega: semana 17

Fuente: Elaboración propia.

En la semana 3, la persona docente desarrolla el taller Pregunta guía y planificación inicial del proyecto, en el que se pretende dirigir al estudiantado en la formulación del problema, objetivos y metas. En esta fase, el equipo genera como entregable un documento que contenga el plan del proyecto.

En la fase de planeación, el equipo de trabajo define la estrategia de pruebas. Para esto, el alumnado desarrolla un plan de pruebas en el que indican los niveles de pruebas (unitarias,

integración, sistema, aceptación y mantenimiento) y la intensidad o profundidad a aplicar para cada nivel de pruebas definido; también, los posibles tipos de prueba a aplicar: caja blanca, pruebas funcionales, pruebas no funcionales (stress, rendimiento, carga, usabilidad, seguridad, entre otras). Específicamente, aplican las técnicas de pruebas y definen al menos 60 casos de pruebas. En la semana 9 del curso, la persona docente realiza una reunión corta con cada equipo de trabajo para conocer los avances del proyecto y aclarar dudas.

Para la fase de Diseño, Desarrollo y Evaluación, el equipo de trabajo debe automatizar al menos el 90% de los casos de prueba que definió en el plan de pruebas. De este modo, el equipo escribe el código de las pruebas en el software seleccionado para la automatización, ejecuta los casos de pruebas y documenta los resultados obtenidos durante la ejecución de las pruebas tanto manuales como automáticas, generando de este modo un informe de pruebas. Asimismo, si encuentra defectos, es de suma importancia que se describan detalladamente.

En la fase de Comunicación, el equipo de trabajo presenta de forma oral los resultados obtenidos del proceso de pruebas documentado en el informe de pruebas ante un jurado. La presentación de los resultados se lleva a cabo en la semana 17 de forma virtual.

Finalmente, la fase de Reflexión es desarrollada de manera individual y en forma paralela al resto de fases. Su objetivo es que cada estudiante reflexione sobre su proceso de aprendizaje mediante el desarrollo de un diario reflexivo en formato digital o también conocido como e-portafolio (Taberna-Torres y García-Planas, 2016). Las entradas en el diario son ingresadas de forma quincenal y el documento debe ser público.

En la semana 10 del curso, la persona docente hace una revisión preliminar del diario reflexivo para verificar que los y las estudiantes están realizando las entradas y, además, con el fin de proporcionar realimentación del formato y contenido.

La evaluación del proyecto es principalmente sumativa, siendo la persona docente la principal responsable de asignar las notas. En la Tabla 1, se puede apreciar la distribución del porcentaje de evaluación para cada entregable del proyecto. El sistema de evaluación utilizado es basado en rúbricas, con el objeto de medir la comprensión de los contenidos, el nivel de calidad de los resultados y el nivel de desempeño de las competencias. Por tanto, se evalúa tanto el resultado final como el proceso y se proporciona una realimentación oportuna al estudiantado en todas las fases. Al finalizar el proyecto, se aplica una encuesta digital para que los y las estudiantes evalúen la estrategia (ver Tabla 2).

### **Tabla 1.**

**Evaluación del rendimiento académico utilizada durante la estrategia**

Entregable	Evaluación	
	Tipo	Porcentaje
Plan del proyecto	Sumativa	5
Plan de pruebas	Sumativa	12.5
Proyecto de pruebas	Sumativa	15
	Sumativa	
Presentación oral		7.5
Informe de pruebas	Sumativa	10
Diario reflexivo	Sumativa	10
	Total	60

Fuente: Elaboración propia.

**d. Técnicas e instrumento de evaluación**

Se aplicó una encuesta digital que incluye diez preguntas cerradas y una abierta (ver Tabla 2). En la redacción de los ítems y en su forma, se siguieron las indicaciones aportadas en Pareja-Fernández de la Reguera et al. (2018). Se utilizó una escala de Likert de 5 niveles de medición por medio de preguntas matriz y escalas categóricas (Gil, 2006).

**Tabla 2.**

**Encuesta de evaluación de la estrategia**

Ítem
El proyecto desarrollado le resultó estimulante
Aplicó los conceptos vistos en clase para la solución de los problemas del proyecto
La forma de realizar el proyecto durante el semestre fue la adecuada
El tiempo estipulado para el desarrollo del proyecto fue suficiente
Considera que durante la ejecución del proyecto desarrollo habilidades sociales como: trabajo en equipo, habilidades de comunicación, análisis ético e investigación
La atención y el seguimiento por parte del profesorado ha sido adecuado
La atención y el seguimiento por parte del contacto en la empresa ha sido adecuado
La evaluación utilizada para la calificación del proyecto fue adecuada

---

Los productos de aprendizaje generados durante el proyecto fueron adecuados

---

Recomienda esta estrategia de aprendizaje

---

Fuente: Elaboración propia.

La aplicación del instrumento se realizó al finalizar cada semestre lectivo (en la semana 17) y lo respondió todo el estudiantado matriculado en el curso. El instrumento fue validado y revisado por una persona experta del Centro de Desarrollo Académico (CEDA) del Tecnológico de Costa Rica. Para la exploración de los datos se realizó un análisis estadístico descriptivo. Posteriormente, se efectuó un análisis de correlación de Pearson (Hernández et al., 2018). Además, se analizó la nota final de los estudiantes con las pruebas Kruskal-Wallis y Shapiro-Wilk (Ramírez y Polack, 2020; Royston, 1992).

## Resultados y discusión

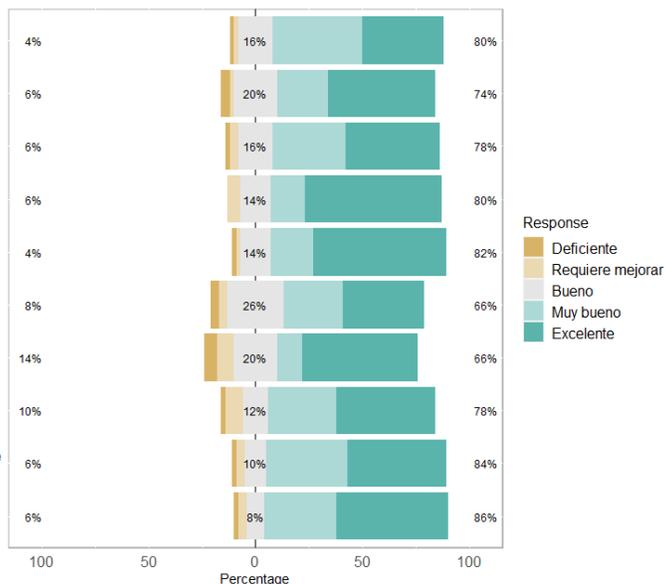
El alumnado desarrolló siete proyectos en el II semestre de 2020, cuatro proyectos en el I semestre de 2021 y cuatro proyectos en el I semestre de 2022. Los 13 proyectos realizados durante los 3 semestres indicados fueron debidamente aprobados por el estudiantado y colaboraron un total de cinco empresas.

Con respecto a los resultados de la evaluación de la estrategia utilizada en el curso, en la Figura 4, se aprecia que solamente las preguntas 6 y 7 no han tenido una valoración media superior a 4 (Muy bueno, en la escala utilizada). Han valorado positivamente el desarrollo de habilidades sociales, la evaluación utilizada y los productos generados. Es importante recalcar que los y las estudiantes indican la necesidad de mejorar el seguimiento por parte de la profesora y la contraparte de la empresa (ver Figura 3). Respecto a la pregunta de si recomienda la estrategia de aprendizaje, los resultados indican que un 86% recomendaría la experiencia.

### Figura 3.

#### Gráfico de barras por indicadores de evaluación de la estrategia

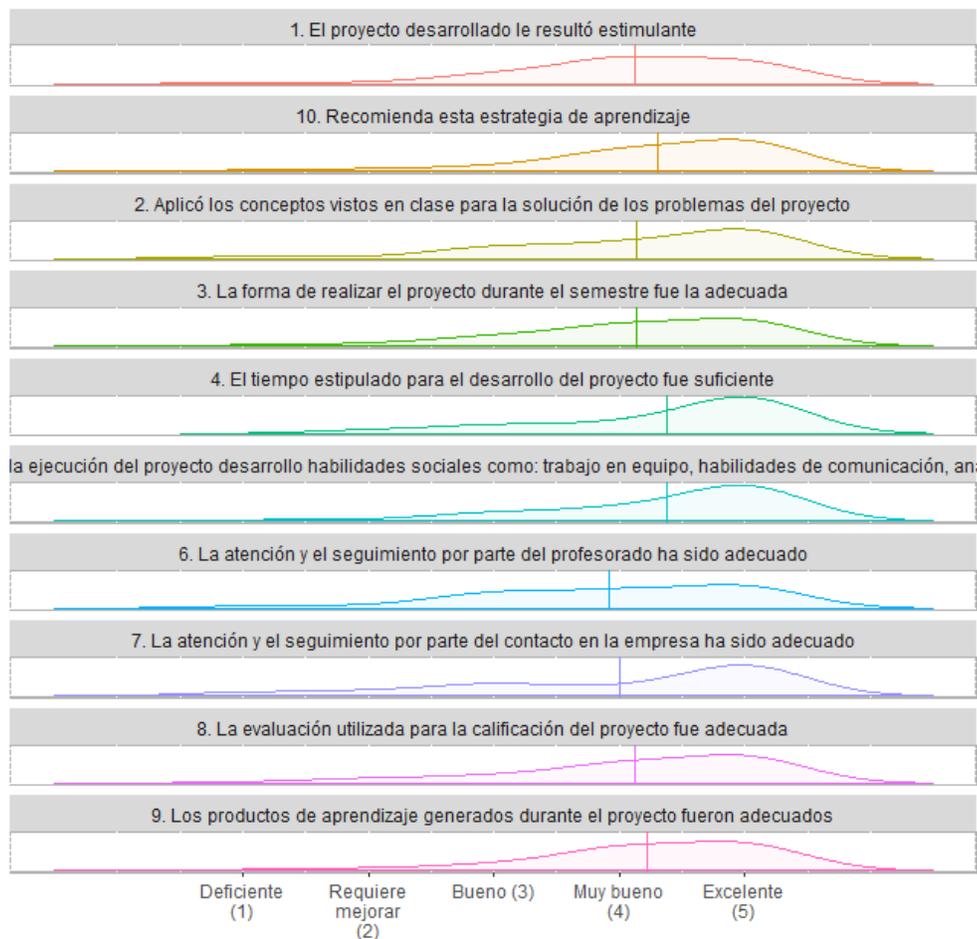
1. El proyecto desarrollado le resultó estimulante
2. Aplicó los conceptos vistos en clase para la solución de los problemas del proyecto
3. La forma de realizar el proyecto durante el semestre fue la adecuada
4. El tiempo estipulado para el desarrollo del proyecto fue suficiente
5. Considera que durante la ejecución del proyecto desarrollo habilidades sociales como: trabajo en equipo, habilidades de comunicación, análisis ético e investigación
6. La atención y el seguimiento por parte del profesorado ha sido adecuado
7. La atención y el seguimiento por parte del contacto en la empresa ha sido adecuado
8. La evaluación utilizada para la calificación del proyecto fue adecuada
9. Los productos de aprendizaje generados durante el proyecto fueron adecuados
10. Recomienda esta estrategia de aprendizaje



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4.**

**Gráfico de densidad de indicadores de evaluación de la estrategia**



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5, se encuentra un gráfico de correlación de Pearson entre los aspectos evaluados sobre el proyecto y el diagrama de dispersión respectivo. La pregunta 3 y la pregunta 9 presenta una correlación positiva moderada con un valor de 0.39. Estas preguntas valoran la forma en que se realizó el proyecto y los productos de aprendizaje generados. Esto significa que si mejora la percepción de la forma de desarrollo del proyecto, incrementa la satisfacción por los productos de aprendizaje generados en el proyecto.

Por otro lado, las preguntas 7 y 8 sobre la atención y seguimiento por parte de la contraparte y la evaluación utilizada en el proyecto tienen una correlación negativa moderada con un valor de -0.41. Esto quiere decir que si se percibe una mejora en la atención y seguimiento por parte de la contraparte, se considera menos adecuada la evaluación utilizada en el proyecto.

Las preguntas 5 y 9 también tienen una correlación positiva moderada con un valor de 0.33, relacionadas con el desarrollo de habilidades sociales durante la ejecución del proyecto y los productos de aprendizaje generados. Dicha correlación se traduce en que si los y las estudiantes perciben el desarrollo de habilidades sociales durante la ejecución del proyecto, se incrementará la satisfacción por los productos de aprendizaje generados en el proyecto.

Otra correlación identificada se da entre las preguntas 2 y 6, con una correlación positiva moderada y valor de 0.31. La pregunta 2 analiza si el estudiantado aplica los conceptos de la clase durante el desarrollo del proyecto y la pregunta 6 la atención y seguimiento por parte de la persona docente. Esta correlación se puede explicar indicando que si los y las estudiantes aplican conceptos de la clase durante el desarrollo del proyecto, es más adecuada la atención y seguimiento por parte del docente en el proyecto.

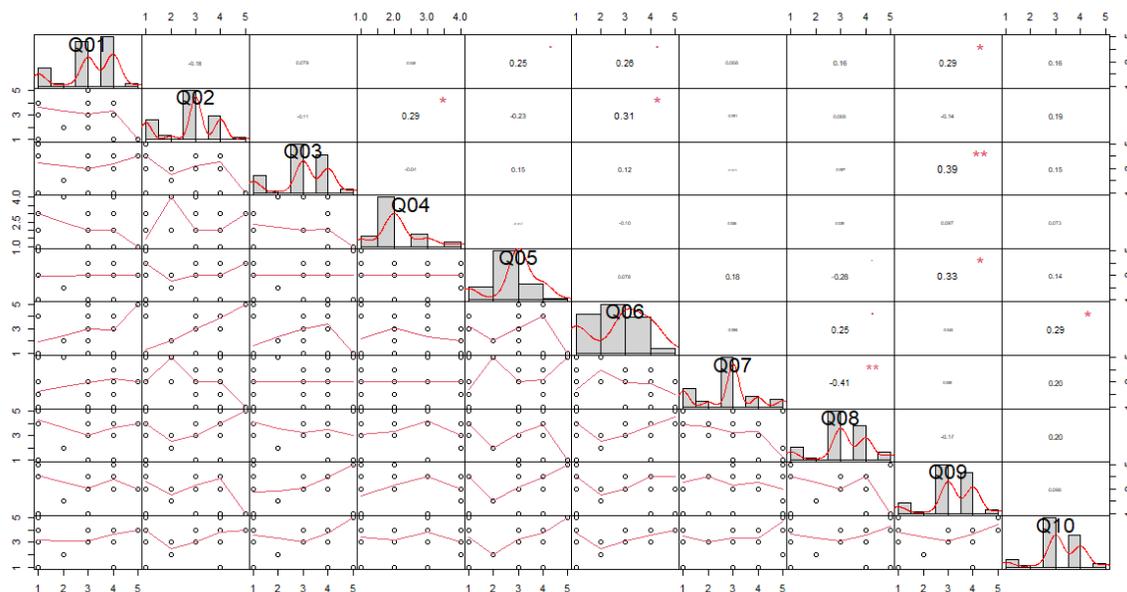
La pregunta 1 y la pregunta 9 tienen una correlación positiva débil de 0.29. Para entender esta relación, se puede indicar que si el proyecto resulta estimulante para el alumnado, se puede incrementar, pero de manera débil o poco confiable la satisfacción por los productos de aprendizaje generados en el proyecto.

Del mismo modo, la pregunta 2 y la pregunta 4 tienen una correlación débil con un valor de 0.29. Esta correlación se traduce en que si los y las estudiantes aplican los conceptos vistos en clase durante el desarrollo del proyecto, se puede mejorar de forma débil la percepción de que el tiempo estipulado para la ejecución del proyecto fue suficiente.

Finalmente, las preguntas 6 y 10 está correlacionadas de forma débil con un valor de 0.29. Esta correlación se interpreta como que una atención y seguimiento adecuada por parte de la persona docente puede llevar a que el alumnado recomiende la estrategia de aprendizaje utilizada en el desarrollo del proyecto.

### **Figura 5.**

#### **Gráfico de correlaciones de los indicadores de evaluación de la estrategia**



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3, se muestran la media de las notas finales de cuatro semestres académicos. En el primer semestre del año 2020, el ABP no se utilizaba como metodología docente, el número de entregables del proyecto fue superior y la distribución de los porcentajes de la evaluación también fue distinta. Según los estadísticos de resumen, durante el I semestre de 2020, los y las estudiantes parecen tener un rendimiento académico más alto. Además, a partir del II semestre del año 2020, donde se comenzó la implementación del ABP, las notas han venido disminuyendo, esto considerando que el alumnado de la muestra varió semestre tras semestre.

**Tabla 3.**

**Media y moda de las notas obtenidas por semestre**

	I Semestre 2020	II Semestre 2020	I Semestre 2021	I Semestre 2022
Media	87.3	86.6	84.2	81.7
Moda	90	85	85	85
Número de estudiantes	13	25	13	12

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4, se muestran los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, como se puede apreciar se concluye que la distribución para los grupos no sigue una distribución normal.

**Tabla 4.**

**Prueba de normalidad**

	I Semestre 2020	II Semestre 2020	I Semestre 2021	I Semestre 2022
p-valor	0.1599	0.06548	0.01221	0.00155

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la prueba de Fligner-Killeen fue un p-valor de .7472, siendo los datos homogéneos. Para la prueba de Kruskal-Wallis, se obtiene un p-value de.2997, por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluye que durante los cuatro semestres lectivos los y las estudiantes tuvieron un rendimiento académico similar (valor  $p > .001$ ).

Es importante resaltar la satisfacción que el estudiantado mostró por la experiencia desarrollada en la actividad formativa propuesta, la que le permitió un profundo acercamiento a la realidad. Al respecto, el estudiantado manifestó:

Siento que aprendí mucho al finalizar el curso y tengo una idea más clara en cuanto a lo que se refiere calidad de software y como las pruebas automatizadas facilitan el proceso para abarcar muchos casos de pruebas, además de pruebas manuales que buscan solo determinar que cumpla con la funcionalidad esperada, muy agradecido con la profesora por el empeño para que aprendamos y la organización del curso en el TEC digital. (Martínez, Y., comunicación personal, 17 de diciembre de 2020).

Otra persona docente comentó: “Excelente, estos tipos de proyectos son muy beneficiosos para uno como estudiante, ya que en algún momento debemos salir al área laboral, entonces esto permite tener un acercamiento a este ambiente” (Méndez, J., comunicación personal, 17 de junio de 2021).

La implementación del proyecto de calidad de software con una empresa me parece una excelente idea porque de esta manera implementé mis habilidades en un ambiente laboral, además aprendí mucho de las experiencias del profesional de la empresa que me correspondió (Walsh, K., comunicación personal, 18 de junio de 2022).

Del mismo modo, los y las estudiantes señalaron algunas las sugerencias para el mejoramiento de la estrategia de aprendizaje utilizada y aplicarlas en próximas ediciones del curso:

- “Utilizar únicamente proyectos ya terminados” (Alfaro, J., comunicación personal, 17 de diciembre de 2020).

- “Lo único que puedo mencionar es que a futuro sería mejor tener una buena documentación por parte de la empresa o el representante de esta, ya que la facilitada fue muy simple” (Zamora, F., comunicación personal, 17 de diciembre de 2020).
- “Me parece que las primeras etapas tenían mucho tiempo para hacerla para lo sencilla que era, creo que hubiese sido mejor darles más tiempo a otras etapas” (Méndez, L., comunicación personal, 18 de junio de 2022).
- “Describir de forma más clara los requisitos de cada entregable del proyecto” (Rojas, R., comunicación personal, 17 de diciembre de 2020).

## Conclusiones

En este artículo, se ha presentado el proceso de aplicación de la estrategia de ABP en la asignatura de Aseguramiento de la calidad del software. Dicha implementación fue todo un reto para la persona docente, pues requirió de una mayor dedicación a fin de planificar y apoyar al estudiantado en la dirección de la investigación desde su fase inicial hasta la conclusión de este.

Con el objetivo de mantener la motivación del alumnado, se trabajó con proyectos reales de empresas de desarrollo de software, así como con el acompañamiento y supervisión de personas expertas en la temática de calidad de software de dichas organizaciones. Lo anterior implicó, para el estudiantado, la comprensión de las necesidades de una organización y compartir con futuros colegas. Esto, con el objetivo no solo de prepararlo mejor para enfrentar los retos del mercado laboral, sino que pueda desarrollar una experiencia previa que le permita desempeñarse mejor en el transcurso de la carrera y fortalecer sus habilidades transversales. Además, con este proceso se obtiene una retroalimentación entre lo que aprende la persona estudiante de la industria y el contenido curricular de las asignaturas. De este modo, se potencia la transferencia de conocimiento de la universidad hacia las empresas, contribuyendo a su desarrollo tecnológico y cumpliendo su misión de contribución al desarrollo de la sociedad.

La evaluación realizada por parte de los y las estudiantes a la estrategia implementada indica que la opinión del alumnado es muy buena y, en su mayoría, recomendarían la estrategia educativa. Especialmente, destacan la vinculación del proyecto con la industria. Asimismo, los y las estudiantes reconocen que con la ejecución del proyecto desarrollaron una serie de habilidades blandas, por lo que logran el desarrollo de capacidades transversales y complementan su perfil de egreso. No obstante, los y las estudiantes hacen referencia a la necesidad de mejorar el seguimiento del proyecto

tanto por parte del contacto en la empresa como del profesorado. Por último, el estudiantado considera que la evaluación utilizada para la calificación del proyecto fue adecuada.

Los contenidos construidos por el alumnado en el diario reflexivo fueron productos significativos que evidencian su proceso de comprensión, reflexión y apropiación de las problemáticas educativas focalizadas y desarrolladas en la guía metodológica.

Durante los cuatro semestres lectivos analizados, se evidencia de forma estadística que los y las estudiantes tuvieron un rendimiento académico similar. No obstante, a partir de la experiencia vivida bajo este tipo de metodología educativa, se fomenta de manera más adecuada el aprendizaje de la temática de calidad de software, logrando la aplicación directa de los conceptos y conocimientos adquiridos a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante el desarrollo de un proyecto con vinculación con la industria. Además, los y las estudiantes presentan una mejor aceptación de este modelo de trabajo y estudio, por lo que se logra mejorar el proceso de seguimiento del avance del proyecto.

Por otro lado, se deben destacar algunos aspectos esenciales que deben tenerse en cuenta para la aplicación en otros contextos. La guía de proyecto debe ser lo más clara posible para facilitar la ejecución del proyecto. El alumnado debe saber con anticipación cómo va a ser evaluado, la evaluación debe ser auténtica y formativa, basada en resultados y procesos. Además, debe estar acompañada de una realimentación efectiva. También, el planteamiento didáctico debe ser flexible considerando las condiciones de la investigación y el contexto que rodean el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La experiencia desarrollada no ha estado exenta de dificultades. En este sentido, es necesario considerar la dificultad de aplicar esta metodología en grupos grandes, sobre todo, en lo relacionado al seguimiento y evaluación del proyecto. Otro de los retos presentados fue la interacción social entre los participantes, esto debido a la virtualidad del curso, ya que se rompe la estructura tradicional comunicativa. Por esto, se debe enfatizar la búsqueda de herramientas que favorezcan la interacción y la creación de los grupos para asesorar y apoyar su coherencia. Finalmente, en un entorno virtual, se debe garantizar que el proceso de enseñanza-aprendizaje esté bien diseñado, estructurado y planificado, por lo que el tiempo que la persona docente requiere es mayor al destinado en un curso presencial.

## **Trabajos futuros**

El éxito que se ha obtenido en el desarrollo de esta estrategia educativa requiere que a mediano plazo el curso de Aseguramiento de la Calidad del software pase al tercer nivel de actuación del Plan Piloto de Formación Vinculada con Empresas, que pretende la combinación de la formación en la asignatura con actividad práctica en la empresa. Por otro lado, es necesario en futuras ediciones del curso mejorar el proceso de seguimiento, mejorando la retroalimentación y acompañamiento, que permita verificar en distintos momentos si los y las estudiantes están enfocados en un camino divergente hacia los objetivos planteados y ayudándoles a estructurar de manera más adecuada el proceso.

También, es de vital importancia en este proceso de implementación conocer la percepción de las contrapartes de las distintas empresas involucradas sobre las acciones desarrolladas de vinculación Universidad-Empresa con el objetivo de identificar puntos fuertes y de mejora. Por último, se recomienda que la institución promueva la capacitación de los docentes en metodologías de ABP y que se replique la experiencia especialmente en asignaturas que promuevan y sean afines al desarrollo de proyectos.

## REFERENCIAS

- Amissah, P. A. (2019). *Advantages and Challenges of Online Project Based Learning [Ventajas y retos del aprendizaje en línea basado en proyectos]*. [Tesis de maestría]. Rochester Institute of Technology, School of Media Sciences. <https://scholarworks.rit.edu/theses/10231/>
- Astorga-Vargas, M. A., Flores-Rios, B. L., Ibarra-Esquer, J. E., Mariscal-Camacho, J. y Vizcarra-Corral, L. E. (2015). Impacto del aprendizaje basado en proyectos implementado en una empresa escolar de base tecnológica dedicada al desarrollo de software. *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, (4). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=512251504004>
- Buck Institute for Education [BIE]. (2020). *Buck Institute for Education*. <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>
- Conejo, F. G. (2021). Diseño de un modelo universitario de vinculación laboral y apoyo a la gestión académica. *Revista Educación*, 45(2), 628-639. <http://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.43083>
- Cortés, R. J. (2005). Aplicación del crédito europeo en las aulas universitarias. En M. P. Colás Bravo, y J. d. Pons, *La Universidad en la Unión Europea: el espacio europeo de educación superior y su impacto en la docencia* (pp. 155-186). Ediciones Aljibe.

- Dos Santos, T. C. y Parizi, R. B. (2019, 4-9 de noviembre). Gamification and Project-Based Learning as Software Quality Teaching Methodologies [Gamificación y aprendizaje basado en proyectos como metodologías de enseñanza de la calidad del software]. [Sesión de congreso]. *38th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC)* (pp. 1-6). Concepcion, Chile: IEEE. <https://doi.org/10.1109/SCCC49216.2019.8966397>
- Ertmer, P. A. y Simons, K. D. (2005). Scaffolding teachers' efforts to implement problem-based learning [ Apoyar los esfuerzos de los profesores para aplicar el aprendizaje basado en problemas]. *International Journal of Learning*, 12(4), 319-328. <https://bit.ly/3Y7gGXq>
- Ferreiro, A. A. (2018). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de la competencia digital docente en la formación inicial del profesorado. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 9-24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6566732>
- Galeana, L. (2006). Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista electrónica Ceupromed*, 1(27), 1-17. <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/12835>
- García-Varcácel, A. M. R. y Gómez-Pablos, V. B. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131. <https://revistas.um.es/rie/article/view/246811/203561>
- Gil, A. C. (2006). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6a ed.). Editora Atlas S.A.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mcgraw-hill.
- Hernández, J. D., Espinosa, F., Rodríguez, J. E., Chacón, J. G., Toloza, C. A., Arenas, M. K., Carrillo, S. M. y Bermúdez, V. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Archivos venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(5), 587-595. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55963207025>
- Hispanic America Software Testing Qualifications Board. (2021). Advanced Level Test Manager (Gestor de pruebas de nivel avanzado). <https://www.hastqb.org/advanced-level-test-manager/>
- Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. *Tiempos de cambio universitario*, 59. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/72275>
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2020). Modelo academico del ITCR. *Gaceta*, (649). [https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/gaceta\\_no.\\_689-2020.pdf](https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/gaceta_no._689-2020.pdf)

- Jamilurahman, F. y Mohammad, S. U. (2021). A conceptual framework for software engineering education: project based learning approach integrated with industrial collaboration [Un marco conceptual para la enseñanza de la ingeniería de software: enfoque de aprendizaje basado en proyectos integrado con la colaboración industrial]. *International Journal of Education and Management Engineering (IJEME)*, 11(5), 46-53. <https://doi.org/10.5815/ijeme.2021.05.05>
- Martín, J. G. y Martínez, J. E. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (10), 37-63. <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/194>
- Martínez, S., Gómez, C. y Franch, X. (2021, 7-8 de julio). *Aprendizaje basado en proyectos de analítica de software en estudios de ciencia e ingeniería de datos*. [Sesión de congreso]. XXVII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, (pp. 27-34). <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/124947>
- McManus, J. W. y Costello, P. J. (2019). Project based learning in computer science: a student and research advisor's perspective [Aprendizaje basado en proyectos en informática: la perspectiva de un estudiante y de un asesor de investigación]. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 34(3), 38-46. [http://www.csc.org/publications/journals/JCSC\\_34\\_3\\_complete.pdf#page=39](http://www.csc.org/publications/journals/JCSC_34_3_complete.pdf#page=39)
- Mejías-González, L. (2019). *Mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en Ciencias: Metodología activa y aprendizaje basado en proyectos*. [Tesis de maestría], Universidad de La Laguna. <https://bit.ly/3Zu6PvU>
- Mills, J. E. y Treagust, D. F. (2003). Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer [Enseñanza de la ingeniería: ¿es el aprendizaje basado en problemas o proyectos la respuesta?]. *Australasian journal of engineering education*, 3(2), 2-16. [https://www.researchgate.net/profile/Nathan\\_Scott2/publication/238670687\\_AUSTRALASIAN\\_JOURNAL\\_OF\\_ENGINEERING\\_EDUCATION\\_Co-Editors/links/0deec53a08c7553c37000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nathan_Scott2/publication/238670687_AUSTRALASIAN_JOURNAL_OF_ENGINEERING_EDUCATION_Co-Editors/links/0deec53a08c7553c37000000.pdf)
- Montero-Martínez, J. M., San Segundo-Hernández, R., Córdoba-Herralde, R. D., Marin de la Barcena, A. y Zlotnik, A. (2009, 6-8 de julio). *Automatic Tools for Software Quality Analysis in a Project-Based-Learning Course [Herramientas automáticas para el análisis de la calidad del software en un curso de aprendizaje basado en proyectos]*. [Sesión de congreso].

Revista Educación, 2023, 47(2), julio-diciembre, ISSN: 0379-7082 / e-ISSN 2215-2644

- 1st International Conference on Education and New Learning Technologies*. Barcelona, España. <https://library.iated.org/view/MONTEROMARTINEZ2009AUT>
- Nicolás, A. M. y Ramos, P. R. (2020). Motivación y aprendizaje basado en proyectos: una investigación-acción en educación secundaria. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 10(3), 295-320. <https://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/remie/article/view/4493/pdf>
- Nieto-Borbor, C. L. y Martínez-Suárez, P. C. (2021). Caracterización del aprendizaje basado en proyectos para el fortalecimiento de competencias emprendedoras. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(3), 2482-2499. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926855>
- Pareja-Fernández de la Reguera, J. A., Fernández-Cabezas, M. y Fuentes-Esparrell, J. A. (2018). Innovación metodológica en el Máster profesionalizador de formación del profesorado: aprendizaje basado en proyectos desde la interdisciplinariedad. *Profesorado: revista de curriculum y formación del profesorado*, 23(3), 113-128. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.9497>
- Peña, Y. R., Hernández, J. R. y Vázquez, M. Y. (2017). Incorporación de las tics a la enseñanza de la calidad de software sustentado en el método del aprendizaje basado en problemas, *abp. Opuntia Brava*, 9(4), 216-226. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/223>
- Pressman, R. S. (2005). *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. MCGRAW-HILL.
- Quesada, C. y Martínez, A. (2019, 30 de setiembre al 4 de octubre). *Implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos: Lecciones Aprendidas*. [Sesión de congreso]. XLV Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI). Panamá. <http://clei2019.utp.ac.pa/storage/app/uploads/public/5d8/cdf/460/5d8cdf4601033874382674.pdf>
- Ramírez, A. y Polack, A. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 10(19), 191-208. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.19.597>
- Roig-Vila, R. (2016). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Editorial Octaedro. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/61787>
- Romero, F. J., Sánchez, M. P. y Jiménez, P. A. (2018). Aplicación del aprendizaje basado en proyectos (Project-Based Learning, PBL) utilizando el eportafolio: Caso de estudio. En P.

Revista Educación, 2023, 47(2), julio-diciembre, ISSN: 0379-7082 / e-ISSN 2215-2644

- Miralles-Martínez y C. Guerrero-Romera (Coords), *Metodologías docentes innovadoras en la enseñanza universitaria* (pp. 301-310). Ediciones de la Universidad de Murcia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7097083>
- Royston, P. (1992). Approximating the Shapiro-Wilk W-test for non-normality. [Aproximación de la prueba W de Shapiro-Wilk para la no normalidad]. *Statistics and computing*, 2, 117-119. <https://doi.org/10.1007/BF01891203>
- Sandoval, L. A. (2017). El aprendizaje por proyectos: una experiencia pedagógica para la construcción de espacios de aprendizaje dentro y fuera del aula. *Ensayos Pedagógicos*, 12(1), 51-68. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6095686>
- Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES). (2009). *Manual de acreditación oficial de carreras de grado*. SINAES. <https://www.sinaes.ac.cr/wp-content/uploads/2021/09/Manual-de-Acreditacio%CC%81n-2009-v-7set21.pdf>
- Song, H., Si, G., Yang, L., Liang, H. y Zhang, L. (2011, 16-18 de noviembre). *Using project-based learning and collaborative learning in software engineering talent cultivation* [Utilizar el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje colaborativo para cultivar el talento en ingeniería de software]. [Sesión de congreso]. 10th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (pp. 1288-1293). Changsha, China, IEEE. <https://doi.org/10.1109/TrustCom.2011.174>
- Srinivasa, K. G. y Sowmya, B. J. (2016, 2-4 de diciembre). *Project based learning for Internet of Things and data analytics: Experience report of learning from ET601X* [Aprendizaje basado en proyectos para Internet de las Cosas y analítica de datos: Informe de experiencia de aprendizaje de ET601X]. [Sesión de congreso]. VIII International Conference on Technology for Education (T4E), (pp. 262-263). Mumbai, India. <https://doi.org/10.1109/T4E.2016.070>
- Sudjimat, D. A. (2019). Study of implementation of project based learning in mechanical engineering study program of vocational high school [Estudio de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en el programa de estudios de ingeniería mecánica de la escuela secundaria profesional]. *Journal of Physics: Conference Series*, 1165(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1165/1/012024/meta>
- Systä, K., Vuori, M., Järvinen, H.-M., Ahtee, T. y Sten, H. (2016, 12-15 de setiembre). *Project types and industrial collaboration in project-based learning* [Tipos de proyectos y colaboración industrial en el aprendizaje basado en proyectos]. [Sesión de congreso]. 44th Annual Conference of the European Society for Engineering Education, Tampere,

- Finland. <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/09/systa-project-types-and-industrial-collaboration-in-project-based-learning-187.pdf>
- Taberna-Torres, J. y García-Planas, M. (2016, 7-8 de julio). *Enseñanza basada en proyectos: una forma alternativa para enseñar Álgebra Lineal*. [Sesión de congreso]. II Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red, Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2016.2016.4374>
- Tanaka, Y., Lida, H. y Takemura, Y. (2018). *A manga-driven system requirements development PBL exercise* [Un ejercicio PBL basado en el desarrollo de requisitos del sistema manga-driven]. [Sesión de congreso]. 2nd International Workshop on Software Engineering Education for Millennials, (p. 80-85). <https://doi.org/10.1145/3194779.3194788>
- Toledo-Morales, P. y Sánchez-García, J. M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 22(2), 471- 491. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7733>
- Vadillo, J. Á., Usandizaga, I., Goñi, A. y Blanco, J. M. (2015). Análisis de los resultados de la implantación ABP en un Grado de Ingeniería Informática. [Sesión de congreso] *Simposio-taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación*, (págs. 2-9). Andorra La Vella. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/77460>
- Vásquez-Lafebre, L. M., Quevedo-Barros, M. R., Neira-Neira, M. L. y Quevedo-Vázquez, J. O. (2020). Rol de los emprendimientos y su responsabilidad post crisis económica covid-19. *Revista Científica FIPCAEC*, 5(3), 723-734. <https://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/257>
- Viquez, A. V. y Ruiz, I. H. (2022). La experiencia de un caso de ABP en un curso de requerimientos de software. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E47), 312-325. <https://www.proquest.com/docview/2648273768?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>