

Análisis del aprendizaje basado en proyectos y estrategias colaborativas en carreras de ingeniería durante la pandemia de la COVID-19. Caso: Curso de Teoría de Control I

Analysis of project-based learning and collaborative strategies in engineering careers during the COVID-19 pandemic. Case: Control Theory Course I

Esteban Rúa¹, Ricardo Henríquez¹, Ignacio Chang^{2*}

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Panamá

²Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Grupo de investigación Sistemas de Control Inteligente e Informática Industrial, Panamá

Fecha de recepción: 6 de abril de 2022. **Fecha de aceptación:** 26 de septiembre de 2022.

***Autor de correspondencia:** ignacio.chang@utp.ac.pa

Resumen. La pandemia por la COVID-19 provocó que en el sector educativo se pasara de las clases en modalidad presencial a la no presencial, producto de las medidas de bioseguridad. Luego, garantizar el aprendizaje significativo a distancia se convirtió en una necesidad esencial. En este documento se analiza la aplicación del aprendizaje basado en proyectos (ABPr) combinado con estrategias colaborativas de aprendizaje y sus efectos en la eficacia de la educación superior en el curso de Teoría de Control I de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Panamá. El análisis demostró que la metodología es una herramienta complementaria que facilita y potencia un ambiente de aprendizaje que desarrolla en gran medida el pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes, cualidades de las que debe gozar todo profesional de la ingeniería. Los resultados demostraron que los proyectos desarrollados por estudiantes pueden convertirse en unidades de autoaprendizaje para otros estudiantes, brindando una retroalimentación directa de los conceptos vistos en el curso.

Palabras clave. Ambientes de aprendizaje, aprendizaje basado en proyectos, COVID-19, estrategias colaborativas, herramientas tecnológicas, metodología de aprendizaje.

Abstract. The COVID-19 pandemic caused the education sector to switch from face-to-face classes to non-face-to-face classes as a result of biosecurity measures. Then, guaranteeing meaningful distance learning became an essential necessity. This document analyzes the application of project-based learning (PBL) combined with collaborative learning strategies and its effects on the effectiveness of higher education in Control Theory Course of the Faculty of Electrical Engineering at the Technological University of Panama. The analysis showed that the methodology is a complementary tool that facilitates and enhances a learning environment that greatly develops critical and reflective thinking in students, qualities that every engineering professional should have. The results show that the projects developed by students can become self-learning units for other students, providing direct feedback on the concepts seen in the course.

Keywords. Learning environments, project-based learning, COVID-19, collaborative strategies, technological tools, learning methodology.

1. Introducción

Para las diversas civilizaciones en el mundo la educación ha jugado y juega un papel fundamental a lo largo de la historia porque forma al individuo y le brinda las herramientas necesarias para forjar su futuro, mejorando su calidad de vida y reduciendo la pobreza [1].

Gracias a los avances tecnológicos y la innovación en el ámbito social y cultural, el desarrollo de novedosos métodos educativos colocando siempre por delante las competencias, acordes con las tecnologías de la época, ha permitido un constante crecimiento a nivel macroeconómico, posibilitando

a las distintas naciones gozar de una buena posición dentro del mercado mundial.

En este aspecto, América Latina y el Caribe cuentan con una gran desventaja con respecto al resto del mundo, por lo que lograr un cambio sustancial dentro de la región a nivel tecnológico resulta ser más difícil de conseguir en contraste a homólogos de otros continentes. La mejor manera de superar de manera paulatina esta problemática es mediante la inversión y el mejoramiento continuo en las instituciones de educación superior (IES) de los diferentes países de la región, entre ellos, la República de Panamá [2].

Además, se debe contar con un sistema educativo efectivo, que inste al estudiante a no solo aplicar la totalidad de los conceptos vistos en clases, sino que también desarrolle en cada uno de ellos un pensamiento crítico, que le fomente a cuestionar la razón científica y la etimología de cada uno de los temas relacionados a su formación profesional.

Sin embargo, la pandemia de la *COVID-19*, también afectó al sector educativo del país, llevándolo a la necesidad de impartir las clases de manera virtual o a distancia, siguiendo las medidas de bioseguridad.

Esta nueva situación obligó a la Universidad Tecnológica de Panamá a proponer soluciones creativas, que además de facilitarle la adquisición de conocimientos al estudiante, complementen dichos conocimientos de manera práctica de forma similar a la presencialidad [3], de modo que el mismo se vea en la posibilidad de alcanzar la excelencia académica, sin necesidad de encontrarse como tal dentro de las instalaciones de la universidad.

Por ello, en la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) un grupo de docentes decidieron emplear de las metodologías activas el aprendizaje basado en proyectos o ABPr y estrategias colaborativas como alternativas. Estudios sustentan las ventajas en el proceso de aprendizaje de la aplicación de este método, desde sus características hasta su impacto en el aprendizaje significativo [4], [5], [6]. El método colaborativo consiste en la adquisición de conocimientos a partir de proyectos propuestos en clases, desarrollados por la participación conjunta de un grupo de estudiantes.

De esta manera, a partir de los proyectos realizados por los estudiantes, con la aplicación de los dos métodos, se construyeron unidades de autoaprendizaje activas (UA²) con la finalidad de facilitar la adquisición de conocimientos en un curso específico y de la misma forma, conocer sus fortalezas y debilidades en el marco de la asignatura cursada.

En este trabajo se realiza un análisis descriptivo de la percepción de estudiantes que participaron de esta metodología y estrategias colaborativas.

2. Problemas por resolver

Se ha mencionado que la pandemia por *COVID-19* ha provocado una serie de complicaciones a superar en todas y cada una de las IES, como, por ejemplo, lograr el objetivo de facilitar el aprendizaje de manera significativa, sin importar la modalidad.

La principal problemática que conlleva la educación a distancia es el espacio de trabajo en sí. La humanidad ha estado acostumbrada a recibir e impartir clases de manera presencial a lo largo de gran parte de su historia. Esta nueva situación perjudica tanto al docente como al estudiante, ya que adaptarse al cambio resulta ser muy complicado para personas que no han tenido la experiencia de educación a distancia anteriormente. Cabe destacar que el material educativo de alta calidad presente en Internet puede que no esté lo suficientemente protegido como para incitar a los usuarios desarrollar contenido de alta calidad con el propósito de ser utilizado para la educación a distancia. Esto también se puede traducir como una falta de interés por parte del estudiantado en el desarrollo de trabajos originales y bien estructurados, debido a todas las facilidades que se tienen en cuanto al material proporcionado a través de Internet. Todo esto desemboca en un reto logístico para los docentes y la universidad en el marco de la captación de conocimientos y aprendizaje significativo por parte del estudiantado [3].

Ante estos hechos, la educación a distancia brinda la oportunidad de entrar a nuevas interacciones entre los estudiantes y los docentes de las IES, debido a que existe mayor disponibilidad por parte de ambos sectores, reduciendo ampliamente el ciclo de trabajo comunicativo. Esta situación representa un reto para los docentes, debido a que ahora deberán preparar un contenido educativo que involucre en mayor proporción al estudiante con las clases, ya que comparado con la educación “persona a persona”, es mucho más complicado para el estudiante mantener los mismos niveles de atención de manera virtual o no presencial. El reto se basa primordialmente en guiar a los estudiantes académica y socialmente, de modo que se involucren de una mejor manera con su nuevo entorno.

Otro elemento a considerar es que en muchas carreras universitarias, se realizan actividades que requieren un conocimiento práctico por parte del estudiante, así como un uso de equipamiento o dispositivos especiales con la finalidad de aplicar dichos conocimientos como lo son las clases de laboratorio; es evidente que en la modalidad no presencial no es posible acceder a dichas herramientas complementarias a la educación, por lo que la solución más viable consiste en la utilización de ciertos tipos de *softwares* especiales que asemejen de la mejor manera posible la aplicación práctica de

conocimientos, de manera remota. La problemática en esta situación radica en el hecho de que estos *softwares* no siempre están abiertos al público de manera gratuita, por lo que en la mayoría de las ocasiones le corresponde tanto al docente como al estudiante buscar la manera de conseguir el mismo por sus medios, si no es previamente financiado por las IES.

Por último, otro reto a superar en cuanto al aprendizaje remoto se refiere, radica en el hecho de que la totalidad de los estudiantes no cuenta con los medios o las condiciones óptimas que le permitan al mismo recibir una educación a distancia de calidad [7], ya sea porque no se pueden permitir herramientas de trabajo que cumplan con sus requerimientos mínimos, o no cuentan con una buena conexión wifi.

En cuanto a los retos mencionados anteriormente, se puede destacar que con la finalidad de brindarle al estudiante condiciones para que facilite su adquisición de conocimientos, el docente, más que un transmisor de conocimientos, deberá hacer la función de pilar que guíe al estudiante, de modo que a través de investigaciones propias referentes al contexto de la asignatura que se encuentre desarrollando, este pueda lograr las competencias necesarias para aplicar dichos conocimientos en actividades posteriores de la mejor manera [8], [9].

En esta ocasión, se plantea la introducción de estrategias colaborativas de modo que los estudiantes de la UTP consoliden los conocimientos adquiridos y pongan en práctica herramientas que contribuyan al aprendizaje significativo de sus compañeros, al mismo tiempo en que se implementan metodologías de estudio que faciliten el cumplimiento de esta tarea, tales como el aprendizaje basado en proyectos.

Esto no solo incrementa el compromiso del estudiante con su formación como profesional, sino que también aumenta su nivel de preparación mediante habilidades tangibles valuadas en su debido sector. Adicionalmente, se instruye al estudiante con experiencias de diseño con el objetivo de cumplir con mayor facilidad sus metas personales y profesionales [10].

3. Estrategias colaborativas y aprendizaje basado en proyectos

Entiéndase por estrategia colaborativa a “*un conjunto finito de acciones siempre consistentes e intencionales dirigidas a un objetivo relacionado con el aprendizaje, posibilitando interacciones entre individuos, en las que se comunican, expresan y desarrollan un pensamiento crítico*” [11]. En otras palabras, las estrategias colaborativas son un conjunto de actividades con carácter intencional que permiten la elección, coordinación y aplicación de las habilidades que poseen los docentes, mediante la utilización de procedimientos específicos.

Introducir un componente colaborativo en los estudiantes, indicaría que estos ya no son únicamente receptores de información, sino que también tomarían un papel muy importante en su adquisición de conocimientos mediante el uso de herramientas informativas e informáticas, de modo que al final del curso se tendrá un alto nivel teórico y práctico con respecto a los temas estudiados [12].

Con la técnica colaborativa se persiguen los siguientes objetivos:

- Formular desafíos que generen interés en el estudiante fomentando su participación.
- Buscar soluciones a dichas interrogantes a través del trabajo grupal colaborativo, permitiendo una evaluación y retroalimentación conjunta.
- Reforzar los conceptos fundamentales del curso con la intención de elaborar un buen trabajo final, además de complementar su formación holística a largo plazo.
- Plasmar material didáctico desarrollado, de manera que contribuya al proceso de aprendizaje de otros estudiantes [8].

También, se ha hablado acerca de la utilización de ciertos procedimientos específicos, cuya finalidad es la de facilitar en gran medida el cumplimiento de los objetivos primordiales de las estrategias colaborativas; ejemplos de estos procedimientos específicos son el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje basado en proyectos (ABPr).

El ABP consiste en proponer al estudiante situaciones que deben ser solucionadas con la finalidad de aprender más acerca de estas, por medio de un trabajo grupal o un estudio independiente [13]. Con la utilización de esta estrategia, el aprendizaje es positivo y autónomo, ya que el estudiante aprende a medida que investiga acerca de las posibles soluciones a las problemáticas que se han propuesto. Algunos aspectos del ABP se fundamentan en problemas intencionalmente mal estructurados, situaciones reales en el campo referentes a la rama de estudio y oportunidades para desarrollar autonomía y responsabilidad profesional [14].

Con la aplicación del ABPr, los estudiantes son los encargados de definir el propósito de la creación de un producto final, de la misma forma que identifican su mercado, investigan la temática a desarrollar y crean un plan de elaboración, solucionando los problemas que surjan en el camino, hasta llegar a un producto final [15], [16].

En la práctica, la finalidad de estas dos herramientas suele distorsionarse, ya que, por lo general, se piensa que son el mismo método o que son métodos pensados para ser implementados de manera individual; sin embargo, la práctica indica que es recomendable la utilización conjunta de ambos métodos ya que estos desempeñan un papel complementario,

el cual incrementa en gran medida el aprendizaje significativo por parte del estudiante [17].

Las estrategias del ABP y el ABPr se utilizan primordialmente en la educación tecnológica y de diseño, con la finalidad de comprometer a los estudiantes en los procesos de investigación y soluciones de problemas tecnológicos [12]. Dependiendo de la rigurosidad con la que se implemente la metodología del ABPr, este se puede clasificar con base en la cantidad de disciplinas a tratar, los resultados finales esperados y el proyecto final que se tiene como meta a cumplir.

La tabla 1 muestra una comparación entre las diferentes formas de implementación del aprendizaje basado en proyectos con relación a la rigurosidad con la que se aplique dicho método. El método colaborativo del aprendizaje basado en proyectos se basa primordialmente en el desarrollo de las habilidades blandas y científicas del estudiante mediante la solución constante de problemas en relación con su objeto de estudio.

Tabla 1. Formas de implementación del aprendizaje basado en proyectos y sus respectivas características

Forma de implementación del ABPr	Cantidad de disciplinas y docentes involucrados	Resultados esperados	Presentación del proyecto final
Aprendizaje basado en proyectos implementado en una disciplina	1 curso de aprendizaje 1 docente	Formación de una competencia profesional	Examen práctico o trabajo de curso
Aprendizaje basado en proyectos interdisciplinarios	Varios cursos de aprendizaje 2 o 3 docentes	Formación de varias competencias profesionales y desarrollo de la cultura general	Trabajo de curso o trabajo de investigación
Aprendizaje basado en proyectos integral	Complejo de disciplinas profesionales 10 docentes	Formación general de competencias profesionales y culturales	Trabajo de investigación o trabajo de graduación

Fuente: Elaboración propia con base en [15].

Dicho esto, se puede decir que, en la educación basada en proyectos, es fundamental que los docentes creen espacios para el aprendizaje, facilitando la adquisición de conocimientos por parte del estudiantado y animándolos a utilizar procesos de aprendizaje metacognitivos, verificando paulatinamente sus avances individuales y colectivos, de la misma forma en que se brinda una retroalimentación al evaluar los resultados generales.

Con la finalidad de tratar con mayor profundidad los conceptos remarcados con anterioridad, se detallarán los pasos empleados para aplicar dichas estrategias colaborativas, así como un estudio asociado a las mismas, en relación con la retroalimentación de cierto número de estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la UTP. Esto se realizó con la finalidad de verificar la efectividad de los métodos colaborativos descritos, así como para obtener una percepción del impacto de estos y mejoras en la implementación de dicha metodología en la formación profesional de los estudiantes pertenecientes a la institución.

Primeramente, se realizó una sesión de inducción, con una discusión exhaustiva y entrenamiento sobre la metodología. La discusión se realizó en los diferentes subgrupos de estudiantes en que se dividió el curso. También, entre estos subgrupos, y finalmente con el docente. Una vez aclarada todas las dudas existentes, los estudiantes en su totalidad optaron por someterse a este proceso de aprendizaje considerando las siguientes fases:

- **Fase 1:** desarrollo del método.
 - a) Diseño de dos proyectos definidos por cada subgrupo de trabajo y de acuerdo con los temas planteados por el docente que los guiará durante el proceso de realización.
 - b) En cada clase los subgrupos de trabajo discuten el tema del día. El docente los visita periódicamente respondiendo las consultas o interrogantes que se produzcan y luego en la sala general vuelve a aclarar las dudas más frecuentes e insistir en los objetivos alcanzados.
 - c) Los proyectos corresponderán a un porcentaje de la nota final del curso que, además, incluye tres parciales, una tarea y el semestral.
- **Fase 2:** complemento colaborativo del método.
 - a) Cada proyecto debe convertirse en una UA² para otros estudiantes, lo que implica formulación del problema, solución y explicación de todo el proceso de solución.
 - b) El proyecto debe tener algún grado de interactividad para que el aprendiz pueda entender por qué su camino elegido de solución no es el correcto.
 - c) En esta fase, se puede apreciar la contribución directa por parte de estudiantes, hacia otros semejantes que no han dado el curso.

Como se observa, el método colaborativo es parte de la evaluación, sin embargo, se consideran también otros elementos en la misma. Solo los parciales y el semestral se evalúan de manera individual. De esta manera, los conocimientos se comparten mientras que con los proyectos se demuestran, consolidan y fortalecen.

4. Método colaborativo (casos de estudio)

Con la finalidad de evaluar la efectividad del método colaborativo, se aplicaron varias encuestas a los estudiantes del curso Teoría de Control I, en donde participaron estudiantes de las carreras de Licenciatura en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, además de la Licenciatura en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones en la Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE) de la UTP, Campus Víctor Levi Sasso.

Cabe destacar que el grupo bajo estudio se dividió en equipos de aprendizaje de cinco o seis integrantes, quienes trabajaron de manera conjunta a lo largo de todo el semestre, de modo que se pusiesen en práctica de manera frecuente y proactiva las distintas estrategias colaborativas mencionadas con anterioridad. En particular a estudiantes del curso de Teoría de Control I, impartido de manera no presencial, al que se le aplicaron varias encuestas. Además, estos estudiantes diseñaron unidades de autoaprendizaje interactivas (denominadas UA²) que fueron sometidas a otro grupo con un curso similar al de los diseñadores para analizar su efectividad en el aprendizaje. En total se aplicaron tres encuestas.

La primera encuesta se aplicó a un grupo de 78 estudiantes a principios de semestre, para conocer las expectativas de los estudiantes con respecto a las metodologías colaborativas, así como el aprendizaje basado en proyectos.

La segunda encuesta participó la misma muestra que en la primera, con la finalidad de verificar el grado de aceptación del grupo de la metodología y estrategia en ejecución y realizar los ajustes pertinentes para el logro de las metas planteadas.

La tercera encuesta se realizó con una muestra de 61 estudiantes con participantes de otros grupos de Licenciatura en Ingeniería Electrónica y Licenciatura en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. La misma tuvo como objetivos (a) evaluar la eficacia de las unidades de autoaprendizaje diseñadas y, (b) corroborar la correcta asimilación de los conocimientos transmitidos por la unidad de autoaprendizaje.

4.1 Caso de estudio 1: asignaciones colaborativas

En el proceso de la implementación de la metodología del ABPr, las asignaciones o problemas propuestos del curso se realizaron de manera colaborativa, lo que fomentó la participación conjunta entre los estudiantes, facilitando el intercambio fluido de conocimientos y generando un mayor interés por la ampliación de sus respectivos conocimientos [18].

Anterior a la realización de este primer caso de estudio, se le asignó a cada uno de los grupos un tópico fundamental referente a la asignatura, y se les pidió que realizaran una investigación referente a dicho tema. En el momento en que

cada uno de los equipos de trabajo presentó sus respectivos trabajos, el docente escogió entre los mismos el ejemplar más completo y le solicitó a dicho grupo que expusiesen dicha presentación ante el resto del grupo, compartiendo sus conocimientos con respecto al tema.

Por último, se decidió crear un formulario en relación con la metodología colaborativa utilizada, con la finalidad de corroborar si los conocimientos impartidos por el grupo de trabajo expositor fueron captados de manera correcta por el resto del grupo. El trabajo fue supervisado por el docente, quien daba seguimiento del proceso y verificaba los avances de los estudiantes periódicamente para garantizar la solución correcta, y el alcance de los objetivos planteados, además de que los estudiantes asumieron el reto de ofrecer su aporte para los estudiantes que realizarán el curso posteriormente.

A continuación, se muestran los resultados referentes a este primer caso de estudio. En la figura 1, se aprecia el porcentaje de aceptación a la metodología utilizada, por parte de los estudiantes del grupo de Teoría de Control I. Se observa que más de un 70 % mostró una gran aceptación de la metodología empleada, mientras que el porcentaje restante consideró que la misma no brindó los resultados esperados.

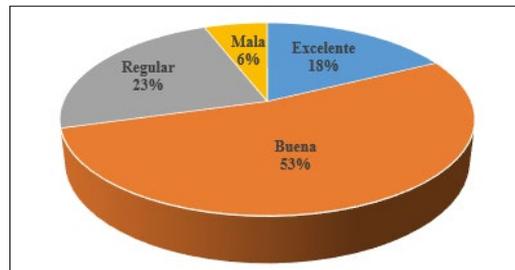


Figura 1. Aceptación de la metodología colaborativa empleada.

En la figura 2, se puede observar que la motivación de los estudiantes es alta después de haber empleado la metodología y la consideran significativamente positiva de acuerdo con los comentarios emitidos.

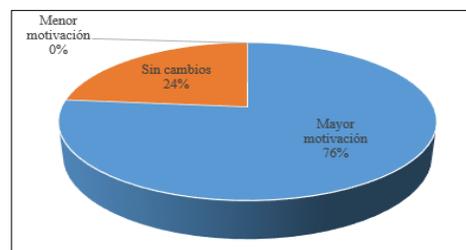


Figura 2. Impacto en la motivación del estudiantado después de emplear la metodología colaborativa.

Nuevamente se observa que cerca del 76 % por ciento del estudiantado observó mejoras tangibles en su desempeño como estudiantes después de haber trabajado utilizando la metodología colaborativa, mientras que el 24 % restantes no observó cambio alguno después de haber utilizado la misma, por lo que su motivación no fue significativa.

Cabe destacar que también se le consultó al grupo acerca del material de referencia utilizado para poder desarrollar la investigación; dicha estadística puede ser observada en la figura 3. De esta figura, se puede apreciar un resultado bastante interesante, ya que únicamente un 12 % no realizó ningún tipo de investigación adicional con la finalidad de realizar la asignación de manera correcta, mientras que el resto del grupo realizó ya sea un poco o mucha investigación para cumplir dicho cometido.

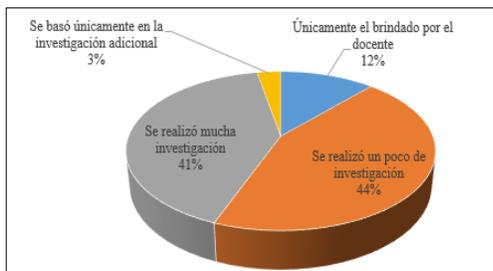


Figura 3. Material de referencia utilizado por el estudiantado en el desarrollo de la actividad colaborativa.

Esto no hace más que reflejar la ideología de la metodología colaborativa empleada; al implementar el aprendizaje basado en proyectos, se crea una necesidad en el estudiante referente a ampliar sus conocimientos más allá de la información impartida en clases, con el objetivo de aclarar conceptos y presentar el mejor trabajo posible [19].

Cabe destacar que este caso de estudio fue realizado en las primeras semanas de haber iniciado el curso de Teoría de Control I.

4.2 Caso de estudio 2: avances en el curso

De manera similar al caso de estudio anterior, en esta ocasión se realizó una segunda encuesta, teniendo como objeto de estudio los avances en el curso de Teoría de Control I a mediados de semestre, al haber estado trabajando con las estrategias colaborativas y el aprendizaje basado en proyectos ya en varias asignaciones.

En la figura 4, se puede apreciar una gráfica referente a la opinión del estudiantado en cuanto a la efectividad del método colaborativo a mediados de semestre. De dicho estudio cabe destacar que más de un 90 % del estudiantado alcanzó un

grado de conocimientos aceptable en cuanto a la asignatura se refiere, utilizando el ABPr.

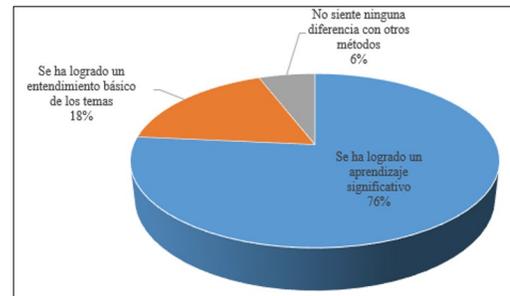


Figura 4. Eficacia del método colaborativo en cuanto al aprendizaje del estudiantado en el curso de Teoría de Control I.

Por otro lado, en la figura 5 se muestra una gráfica referente al compromiso por parte del estudiantado con la asignatura, después de haber trabajado con el método colaborativo alrededor de dos meses. Se puede observar que más del 85 % del grupo ha tenido algún tipo de participación significativa en sus grupos de trabajo a lo largo del semestre, mientras que el porcentaje restante no logró adaptarse del todo a la metodología.

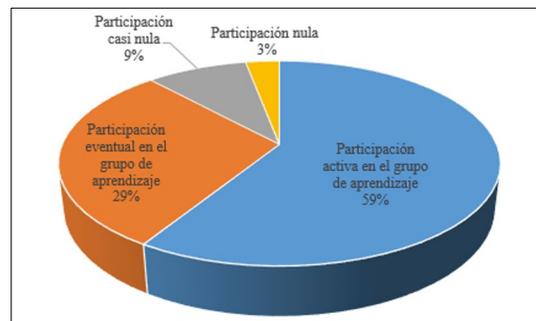


Figura 5. Compromiso por parte del estudiantado al implementar la metodología colaborativa a lo largo del curso.

También se realizó una valoración de qué tan importante habían sido los proyectos o asignaciones para lograr un aprendizaje significativo, en este caso el 60 % de los encuestados le asignaron una valoración alta al método. El 53 % opina que la asignación dada le reforzó los conceptos dados en clases. Mientras que para el trabajo en equipo de los miembros un 69 % consideró alta esta valoración, lo que indica que aún hay gran porcentaje de estudiantes cuya participación en el desarrollo de las asignaciones no es significativa. Igualmente, el 91 % considera haber mejorado su capacidad de creatividad.

Se rescata una de las opiniones de los estudiantes encuestados: *“en este proyecto si pienso que fue de mucho aprendizaje ya que nosotros nos pusimos en su lugar para realizar diferentes métodos en donde poníamos a prueba los conocimientos de terceros. Pero allí está, el punto en el que sirve, cuando uno hace algo para que los demás hagan, uno aprende ya que debe tener la respuesta de lo que hizo, y pienso que se puede aplicar en cualquiera materia”*.

Al igual que en cualquier método de enseñanza, siempre habrá un rango de mejora; por ende, en la figura 6 se puede apreciar un gráfico referente a aspectos a mejorar para cursos posteriores que utilicen dichas metodologías.

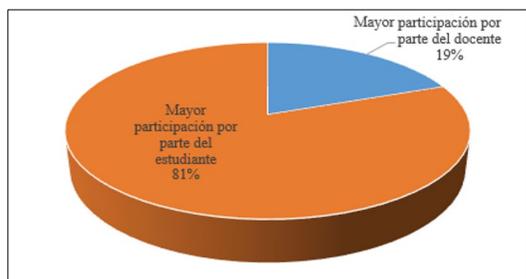


Figura 6. Aspectos que mejorar de la metodología colaborativa.

La gran mayoría del grupo seleccionó como aspecto a mejorar, una mayor participación por parte del estudiante, ya que como su nombre lo indica, las metodologías colaborativas demandan que los estudiantes indaguen, investiguen, desarrollen, discutan y planteen resultados en mayor medida por cuenta propia, de modo que desarrollen un pensamiento crítico, investigativo e intuitivo con respecto al curso [17]. Además, una pequeña porción de los estudiantes de ambos grupos no logró adaptarse del todo a la metodología colaborativa, puesto que demandaron una mayor participación por parte del docente. Es natural observar estas cifras, ya que existen estudiantes los cuales requieren de un mayor nivel de apoyo externo para alcanzar un buen entendimiento de los tópicos de la asignatura en el tiempo adecuado.

Este es un factor que puede irse solucionando con el paso del tiempo, a medida que se mejora la efectividad de la metodología y el estudiante se va acostumbrando paulatinamente a la misma

4.3 Caso de estudio 3: verificación de la eficacia de las técnicas colaborativas

En este caso se seleccionaron dos UA² hechas por los estudiantes para uso de otros grupos con cursos similares y se aplicó una última encuesta cercana a la finalización del semestre, pero en un grupo diferente a los dos casos anteriores.

Se buscaba la percepción de estos estudiantes en lo referente a las unidades de aprendizaje elaboradas por los estudiantes del grupo de Teoría de Control I como su aporte al proceso de aprendizaje para otros cursos o asignaturas similares.

En la figura 7 se observa que más del 90 % consideran a estas unidades entre excelentes y satisfactorias. Mientras que ninguno las consideró ineficaces.

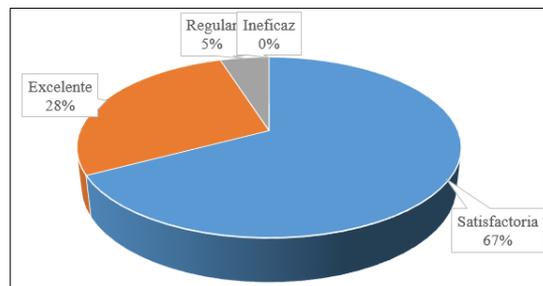


Figura 7. Opinión del estudiantado en cuanto a la eficacia del método en el desarrollo del curso.

Este hecho implica un alto nivel de satisfacción, por lo que se podría afirmar una valoración positiva a la utilización de las metodologías colaborativas empleadas para su realización, brindando una idea inicial acerca de la efectividad del aprendizaje basado en proyectos como metodología de enseñanza digital.

Cabe destacar que las unidades de aprendizaje elaboradas consisten en la asignación de problemas donde los estudiantes deben aplicar los conocimientos para su solución [18]. Luego, de acuerdo con el procedimiento deben explicar lo más detallado posible la solución para que el estudiante que acepte resolverlo verifique de manera interactiva su solución correcta.

Igualmente, estos estudiantes realizaron una valoración de dos unidades de aprendizaje. Ellos analizaron la paleta de colores utilizada, el orden de las presentaciones, la estructura, mecánica de explicación y la información contenida; plantearon muy pocos ajustes y en general opiniones muy favorables como, por ejemplo:

- Refuerzan los conocimientos básicos
- Buenos “tips” para la solución de problemas similares
- Interesante la manera para lograr desarrollar el pensamiento crítico
- Procedimientos con buen nivel de detalles

Se destaca este comentario compartido por la mayoría de los estudiantes: *“Bien explicado, pero el contraste de las letras puede ser muy difícil para personas que quizá puedan tener problemas con la vista. Tiene mucha información útil y con buen uso de imágenes”* [19].

En lo que respecta a la eficacia y utilidad de las UA² elaboradas por los estudiantes, se les aplicó una prueba formativa a los estudiantes que se les habían asignado sin saber que se les aplicaría dicha prueba. En la figura 8 se presenta las respuestas correctas e incorrectas.

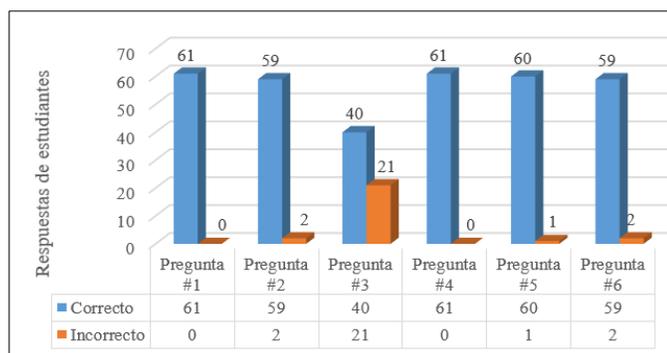


Figura 8. Resultados del cuestionario utilizando el método colaborativo realizado por estudiantes para otros estudiantes.

Se puede observar que la gran mayoría de las interrogantes fueron respondidas de manera correcta, lo que permite visualizar el aporte al método brindado por los estudiantes. En la pregunta #3 hubo una gran segmentación entre los estudiantes encuestado con base en la Figura 8; este hecho indica que el concepto evaluado no fue bien asimilado. Eso quiere decir que se requiere una revisión de la pregunta y/o del enfoque del problema de la unidad.

Adicional, en la actividad de autoaprendizaje aplicada a los estudiantes del caso de estudio 3, se obtuvieron un 93 % de preguntas respondidas de manera correcta en contraste con el 7 % de preguntas respondidas de manera incorrecta. De la misma se puede inferir que los estudiantes captaron de una buena forma los conocimientos impartidos y a pesar de que aún existen ciertas lagunas de conceptos en los estudiantes, estos son capaces de identificarlas y afianzarlas con mayor facilidad.

5. Discusión

El desarrollo de la investigación tuvo como principal finalidad buscar alternativas de aprendizaje óptimas y de calidad, para un correcto aprendizaje significativo a distancia (modalidad virtual).

Los diversos casos de estudio desarrollaron diversas acciones para el beneficio del estudiantado, brindándoles facilidades para adquirir conocimientos, tanto teóricos como prácticos.

Dado que los proyectos diseñados por los estudiantes sólo representaban el 15 % de la nota final del curso, por la entrega y dedicación demostrada, se puede afirmar que los métodos

utilizados: ABP y ABPr, estimulan el interés hacia el aprendizaje por parte de los estudiantes, incitándoles a tener una mayor participación en las clases, desarrollando un pensamiento crítico y auto intuitivo en los mismos.

Se pudo observar que, con los métodos colaborativos utilizados, se logra que el estudiante domine de una mejor manera la técnica de resolución de problemas, de modo que pueda demostrar con bases científicas las soluciones a sus posibles objetos de estudio, al mismo tiempo que pone en práctica constantemente sus conocimientos teóricos con la contante práctica.

Además, estos métodos le facilitan al estudiante administrar de una mejor manera su tiempo, con el fin de optimizar la solución de problemas, mejorar la comunicación grupal, además de fomentar una cultura autodidacta.

A pesar de que los resultados iniciales de la investigación resultaron ser muy satisfactorios, es prudente tomar en cuenta opiniones tanto de los docentes como el estudiantado, de manera que se puedan pulir algunos aspectos a mejorar en cuanto a las metodologías colaborativas mediante la constante retroalimentación de estas.

Resultó interesante para los estudiantes participantes el diseño de unidades de autoaprendizajes activas porque afianzan sus conocimientos y de la misma forma, colaboran con el aprendizaje de otros estudiantes.

Entre los aspectos que más se pueden remarcar de las encuestas, se puede mencionar el hecho de que al estudiantado encuestado no solamente les agradó la metodología, sino que también se demostró que la misma fue de gran ayuda para su captación de conocimientos.

Es recomendable que los estudiantes confeccionen pruebas formativas para sus compañeros de curso con la finalidad de evaluar qué tanto han aprendido durante la confección, y para complementar el estudio de sus compañeros en cuestión, pudiendo estos últimos encontrar, identificar y corregir lagunas en su aprendizaje.

Se espera también que en un futuro estas metodologías colaborativas no se empleen únicamente durante las clases no presenciales, sino que también pasen a formar parte de la cultura organizacional dentro de la Universidad Tecnológica de Panamá, esto con la intención de formar profesionales cada vez más aptos en sus respectivas áreas de interés, desarrollando en ellos un pensamiento científico e intuitivo.

AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes de las respectivas encuestas sobre las cuales se fundamentó este trabajo, especialmente a los que brindaron una retroalimentación a profundidad con la finalidad de mejorar la metodología. De igual forma, al grupo de

investigación Sistemas de Control Inteligente e Informática Industrial de la Facultad de Ingeniería Eléctrica por su apoyo en el diseño y realización de las encuestas.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

REFERENCIAS

- [1] A. Ríos, I. Chang y O. Ríos. “Identificación de ambientes de aprendizaje en la Universidad Tecnológica de Panamá motivado por la pandemia de la COVID-19”, *Revista de Iniciación Científica (RIC)*, vol. 2021, no. 7, pp. 20-25, 2021.
- [2] J. Salinas. “Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información. Pensamiento Educativo. “*Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*”, 20(1), 81-104, 1997.
- [3] L. Rassudov, A. Korunets. “COVID-19 Pandemic Challenges for Engineering Education”, presented at *XI International Conference on Electrical Power Drive Systems (ICEPDS)*, Saint-Petersburg, Russia, 2020.
- [4] H. Reyes-Argüelles, J. Alanya-Beltran y J. E. A. Padilla Caballero. “Aprendizaje basado en problemas en tiempos de pandemia COVID-19: Revisión sistemática”, *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, <http://journalbusinesses.com/index.php/revista> eISSN: 2576-0971, 2021.
- [5] F. Llorens-Largo, C. Villagrà-Arnedo, F. Gallego-Durán y R. Molina-Carmona. “COVID-proof: cómo el aprendizaje basado en proyectos ha soportado el confinamiento” *Campus Virtuales* 10(1), 2021.
- [6] Abraham Gamarra-Moreno, D. Gamarra-Moreno y Arturo Gamarra-Moreno. “Assessing Problem-Based Learning satisfaction using Net Promoter Score in a virtual learning environment” *IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)* DOI: 10.1109/EDUNINE51952.2021.9429104, 2021.
- [7] N. Hasasneh, M. Moreb. “E-learning at Hebron University – A case Study”, presented at *IV International Conference on e-Learning “Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses”: Standards of Excellence and Creativity*, Washington D.C., United States of America, 2013.
- [8] E. Zeballos, I. Chang. “Estrategias colaborativas de aprendizajes de estudiantes durante la COVID-19. Caso: Curso de Teoría de Control”, *Revista de Iniciación Científica (RIC)*, vol. 2021, no. 7, pp. 49-53, 2021.
- [9] J. Luong, R. Arnold. “Creating a Digital Learning Community: Four Key Considerations for Remote Learning during Pandemic”, presented at *IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering*, 2020.
- [10] F. Washko, W. Edwards, L. Washko. “Integrating Entrepreneurship Education into Project Based Design Education”, presented at *IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 2019.
- [11] D. Ávila, I. C. Costa, J. Macao y D. Charchabal. “Estrategias metodológicas colaborativas para mejorar el aprendizaje de estudios sociales en los estudiantes de cuarto grado en el Ecuador”, *OLIMPIA. Revista de la Facultad Física de la Universidad de Granma*, vol. 15, no. 50, 2018.
- [12] W. Yi. “Application of Collaborative E-Learning Strategies in College English Teaching”, presented at *2012 International Symposium of Information Technology in Medicine and Education*, 2012.
- [13] E. Rodríguez, É. Vargas y J. Luna. “Evaluación de la estrategia: aprendizaje basado en proyectos”, *Revista Educ. Educ.* vol. 13, no. 1, pp. 13-25, 2010.
- [14] M. Llamas, A. Mikic, M. Caeiro, M. Castro, I. Plaza, E. Tovar. “Engineering Education in Spain: Seven years with the Bologna Process, Final results”, presented at *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2018.
- [15] M. Cassens, Y. Reimer. “Engaging CS1 Students With Project Based Learning”, University of Montana, United States of America, 2018.
- [16] M. Menshikova, T. Gavrilova, P. Smirnova, Y. Piunova. “Improving the Quality of Higher Education with the Project Based Learning”, State Educational Institution of Higher Education Moscow Region “University of Technology”, Korolyov, Russia, 2019.
- [17] R. Kamal, K. Venusamy. “A Detailed Study Of Effective Online Technical Teaching Aids For Augmented Learning in Covid’19 Pandemic”, presented at *2020 Sixth International Conference on e-Learning (econf)*, 2020.
- [18] S. Mambo, F. Omusilibwa. “Effects of Coronavirus Pandemic Spread on Science, Technology, Engineering and Mathematics Education in Higher Learning Institutions”, Electrical and Electronics Engineering Department, Kenyatta University, Nairobi, Kenya, 2021.
- [19] N. Hambali, H. Halim, J. Johari. “Implementing Problem-Based Learning in Process Control Laboratory for Final Year Electrical Engineering Undergraduates: Flow Control Plant”, presented at *IEEE 7th International Conference on Engineering Education (ICEED)*, 2015.