

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

COMPETENCIAS DE COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO MEDIANTE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN FÍSICA MODERNA

COMMUNICATION AND TEAMWORK COMPETENCIES THROUGH PROJECT BASED LEARNING IN MODERN PHYSICS

María Norma Palacios-Ramírez¹, Francisco Gerardo Barroso-Tanoira², Joel Omar Yam-Gamboa³, Froylán Antonio Ceballos-Herrera⁴

¹Instituto Tecnológico de Chetumal, México (mpalacios@itchetumal.edu.mx), ²Universidad Anáhuac Mayab, México (francisco.barroso@anahuac.mx), ³Universidad de Quintana Roo, México (oyam@uqroo.edu.mx), ⁴Universidad Anáhuac Mayab, México (frolanceballos@gmail.com)

Recibido el 13 de agosto de 2019; aceptado el 5 de febrero de 2020; publicado el 15 de julio de 2020

Como citar: Palacios-Ramírez, M. N., Barroso-Tanoira, F. G., Yam-Gamboa, J. O., & Ceballos-Herrera, F. A. (2020). Competencias de comunicación y trabajo en equipo mediante aprendizaje basado en proyectos en física moderna. *Educación y ciencia*, 9(53), 91-104.

Resumen

Este documento presenta experiencias en el desarrollo de competencias de comunicación y trabajo colaborativo mediante el diseño y presentación de experimentos utilizando el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como método de enseñanza-aprendizaje. Participaron alumnos de la asignatura Física Moderna, la cual es parte del currículo de Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Chetumal, Q. Roo., durante el período enero-mayo de 2018. La metodología se basó en observación y una encuesta para recabar la información. Los resultados indican que aún en materias técnicas, el ABP es eficaz para el desarrollo de estas competencias genéricas, favoreciendo además la integración entre los miembros, una mejor relación con los profesores, el apego institucional y el desarrollo de la creatividad. Además, ayuda a las instituciones educativas a descubrir áreas de oportunidad para la mejor gestión de sus instalaciones y equipos.

Palabras clave: competencia; educación basada en competencias; métodos de capacitación basados en proyectos; trabajo en equipo; comunicación

Abstract

This document presents experiences in the development of communication and collaborative work through the design and presentation of experiments using Project Based Learning (PBL) as the teaching-learning method. Students in a Modern Physics class participated -a subject that is part of the Electrical Engineering curriculum at the Technological Institute of Chetumal, Q. Roo., in the January-May 2018 period. The methodology was based on observation and a survey for gathering information. Results show that PBL is effective for the development of these generic competencies, also enhancing member integration, professor relations, institutional attachment and creativity development. Additionally, it helps educational institutions to discover opportunity areas for improving the management of their facilities and equipment.

Keywords: competence; competency-based education; project training methods; teamwork; communication

INTRODUCCIÓN

Marco de referencia

En el modelo educativo por competencias, el desarrollo de las genéricas es de gran importancia. Por otro lado, Física es una de las ciencias básicas cuyo conocimiento resulta imprescindible para estudiantes de ingeniería. Sin embargo, para Alcubierre (2005), no siempre resulta sencillo su aprendizaje, lo que se debe en gran medida a que los estudiantes la perciben como algo difícil y ajeno a su vida diaria. También existe en clase la tendencia de dedicarse al aprendizaje de competencias técnicas, dejando de lado las genéricas, por lo que el docente debe buscar alternativas al método tradicional de enseñanza, basado en clase expositiva, para motivar a los estudiantes hacia una actitud más participativa, especialmente en cuanto al trabajo colaborativo y la comunicación eficaz, que son competencias genéricas que se esperan en todo egresado de ingeniería según el Consejo de Acreditación para la Enseñanza de Ingeniería [CACEI] (2019) y el Accreditation Board for Engineering and Technology [ABET] (2019).

Competencias genéricas

En el Proyecto Tuning (Cabrera-Lanzo, López-López y Portillo-Vidiella, 2016) se identifican tres tipos de competencias genéricas:

1. Competencias instrumentales, que incluyen habilidades cognoscitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas.
2. Competencias interpersonales, que son capacidades del individuo relativas a expresar los propios sentimientos, habilidades críticas y de autocrítica. Son destrezas sociales relacionadas con las habilidades interpersonales, trabajo en equipo y compromiso social o ético.
3. Competencias sistémicas, que se refieren a las destrezas y habilidades que suponen una combinación de la comprensión, la sensibilidad y el conocimiento que permiten al individuo ver cómo las partes de un todo se relacionan y se agrupan entre sí, como la capacidad para aprender y el desarrollo del liderazgo.

Según el mismo autor, los empleadores actuales no evalúan en los candidatos las competencias específicas relacionadas con el conocimiento concreto por área, asumiendo que esa labor ha sido previamente realizada por las universidades y otras instituciones de educación superior (IES), limitándose más bien a evaluar las competencias genéricas. La importancia de éstas es clave para el desarrollo de los individuos en el trabajo, como corroboran Aceves-Martínez y Barroso-Tanoira (2016), además de que el ascenso en los organigramas está, en mucho, en las competencias socioemocionales (Barroso-Tanoira, 2019).

La gente siempre tiene más opciones para manejar situaciones difíciles que las que cree. Por otra parte, el estrés y la frustración en las relaciones limitan la habilidad para ver y apreciar mejores posibilidades (Bolman y Gallos, 2016). El compromiso lleva a nuevas alternativas y facilita conseguir los retos que se presenten.

Competencias genéricas deseables por los empleadores.

Lluch-Molins, Fernández-Ferrer, Pons-Seguí y Cano-García (2017), al igual que Cabrera-Lanzo et al. (2016), encuentran que las competencias genéricas instrumentales más valoradas por los empleadores son la comunicación oral y escrita, así como la resolución de problemas, la toma de decisiones, el trabajo en equipo y la capacidad de gestión. Respecto a las competencias genéricas interpersonales, la más valorada es el trabajo en equipo (competencias colaborativas), y en cuanto a las competencias genéricas sistémicas, son la capacidad de aprender y el liderazgo. Por su parte, Herrera, Muñoz-La Rivera y Salazar (2017) indican que las más demandadas a los ingenieros son la capacidad de comunicación, el aprendizaje continuo, el liderazgo, el trabajo en equipo y la orientación a la innovación.

Comunicación.

Para Chiavenato (2017), la comunicación es el intercambio de información entre individuos, es decir, el fenómeno mediante el cual un emisor envía un mensaje a un receptor o destinatario, y viceversa, a través de un canal que los separa físicamente. Significa hacer común un mensaje mediante un proceso de transmisión y recepción a través de un canal que separa a los participantes. Robbins y Judge (2013) indican que la comunicación debe incluir tanto la transferencia como la comprensión del significado, y que si ésta fuera perfecta, sería como que un receptor percibiera exactamente la misma imagen mental que el emisor. La comunicación es tan importante que su mal uso es fuente de conflictos interpersonales. Y dado que las personas dedican aproximadamente 70% del tiempo de vigilia a comunicarse, la comunicación deficiente inhibe el desempeño.

Contar con adecuadas habilidades de comunicación resulta fundamental para tener éxito profesional, por lo que es una de las características más buscadas por los reclutadores actuales. De hecho, para Harrison y Mühlberg (2014), la calidad del liderazgo en cualquier organización es motivada o limitada por la calidad de la comunicación relacionada con él.

La comunicación, siguiendo a Robbins y Judge (2013), tiene cuatro funciones primordiales dentro de todo grupo u organización:

1. Controlar el comportamiento de los miembros (jerarquías, reglas formales, comunicación informal, manejo de quejas).
2. Motivación, ya que indica a los individuos lo que deben hacer, qué tan bien lo están haciendo y cómo podrían mejorar su rendimiento. Para establecer metas específicas, retroalimentar y reforzar el comportamiento deseado, se requiere comunicación.
3. Expresión emocional de los sentimientos, ya sea relacionados con la satisfacción o con el fracaso. Eso satisface necesidades sociales.
4. Información, que puede facilitar la toma de decisiones a través de la transmisión de datos y evaluación de alternativas de acción.

Para lograr un desempeño eficaz, los grupos necesitan mantener cierta forma de control sobre sus integrantes, estimularlos para la acción, permitir la expresión emocional y tomar decisiones con la información disponible. Para mejorar la eficacia en la comunicación, Sullivan (2016) sugiere que los mensajes sean cortos, se use un lenguaje simple y que estén enfocados en las necesidades de la audiencia.

Por su dirección, la comunicación puede ser (Robbins y Judge, 2013):

- Descendente, la cual fluye desde el nivel de un grupo u organización hacia un nivel inferior. Es usada por los líderes para asignar metas, dar instrucciones, explicar políticas y procedimientos, señalar problemas y dar retroalimentación.
- Ascendente, que va desde un nivel inferior hasta otro superior. Se utiliza para dar retroalimentación a los jefes, informarles de la situación actual, plantearles problemas actuales y darles nuevas ideas sobre cómo mejorar las cosas.
- Lateral, que tiene lugar entre miembros del mismo grupo de trabajo o entre cualquier personal equivalente horizontalmente en el organigrama.

La comunicación también se da en redes:

- Cadena. Se mantiene rígida la sucesión de mando formal. Tiene moderada rapidez, alta exactitud, moderada probabilidad de surgimiento de un líder, así como moderada satisfacción de los miembros.
- Rueda. A veces llamada “timón”, en que una figura central actúa como el conducto para todas las comunicaciones del grupo. En este tipo de red los mensajes se transmiten rápidamente y con alta exactitud, alta probabilidad de surgimiento de un líder, pero baja satisfacción de los miembros.

- Todo canal. En este tipo de red, todos los miembros se comunican activamente entre sí, dando posibilidad de formación de grupos autodirigidos en que cada miembro pueda contribuir, aportar y en que cada quien tenga la posibilidad de adoptar el papel de líder. La información se transmite con rapidez, la exactitud es moderada, no hay posibilidad de que uno se el líder absoluto o permanente, y en que la satisfacción de los miembros es alta.

Finalmente, como sugiere Chiavenato (2017), para que la comunicación tenga éxito debe administrar: (a) la atención de las personas; (b) el significado, y (c) la confianza. Es necesario construir con base en la consonancia y la congruencia, de manera fácil de entender, así como usar lenguaje estimulante que incentive la participación y el compromiso en un marco incluyente, abierto y sin amenazas, por lo que debe siempre prevalecer la comunicación amigable, abierta y espontánea.

La importancia del trabajo colaborativo.

Para Cuadrado-Salinas et al. (2012), el trabajo en equipo o colaborativo presenta ventajas sobre el trabajo individual para superar algunas carencias formativas como las dificultades para argumentar o para hablar en público, e incluso para mejorar la actitud hacia el aprendizaje. Herrera et al. (2017) sostienen que cuando los estudiantes trabajan en equipo, desarrollan principalmente la capacidad para comunicar adecuadamente sus ideas, cumplir con los plazos y calidad de trabajo acordados, resolver conflictos y liderar al equipo de trabajo. Estos resultados fueron obtenidos a través de encuestas a estudiantes de diferentes universidades chilenas. Por su parte, Jaca-García, Viles-Diez y Zárraga-Rodríguez (2016) encontraron que entre los procesos que se desarrollan mediante el trabajo en equipo y que influyen en su desempeño están: (i) resolución de problemas; (ii) comunicación interna, referida también a la confianza y el respeto; (iii) comunicación externa y retroalimentación con el resto de los equipos, profesores y el propio centro; (iv) colaboración y cooperación entre los miembros del equipo; (v) liderazgo interno, y (vi) motivación que los miembros adquieren al trabajar juntos.

Los organismos acreditadores como el CACEI y el ABET también dan importancia al trabajo colaborativo. Según los criterios generales de este último, para que un programa de ingeniería pueda ser acreditado es necesario cumplir con los Student Outcomes (SOs), los cuales describen lo que se espera que los estudiantes conozcan y puedan hacer al momento de graduarse (Allahverdi y Aldowaisan, 2015), entre los que se encuentran: (i) la habilidad para diseñar y realizar experimentos relacionados, así como el análisis y la interpretación de los datos, y (ii) la habilidad para comunicarse eficazmente.

Para su enseñanza, los métodos reconocidos como “buenas prácticas” son el método expositivo o lección, el estudio de casos, el aprendizaje basado en problemas, la resolución de problemas, el aprendizaje cooperativo y el ABP, entendiéndose como buenas prácticas las acciones desarrolladas en el ámbito educativo que faciliten el aprendizaje (Gutiérrez-Esteban, Yuste-Tosina, Cubo-Delgado y Lucero-Fustes, 2011).

Para Carrasco-Alvarado, Arroyo-Tirado, Ascón-Valdivia, Portales-Pairazaman y Rueda-López (2017), el 45% de los egresados de carreras de ingeniería se encuentran satisfechos en cuanto a las competencias relacionadas con habilidades interpersonales, intrapersonales y de liderazgo adquiridas durante sus estudios. Esto indica que, aunque éstas son competencias cada vez más valoradas en el mercado laboral, es necesario que el mismo egresado las valore y que se sigan desarrollando en las instituciones educativas.

Experiencias de aprendizaje basado en proyectos (ABP).

El ABP es generalmente considerado como una alternativa para la instrucción tradicional en aula, aunque autores como Seman, Hausmann y Bezerra (2018) lo consideran como un complemento. Para Cheng y Yang (2019), faltan meta-análisis para determinar los efectos generales del ABP en el logro académico de los alumnos, así como de las características de estudio que pueden moderar los impactos

de este tipo de aprendizaje. En su estudio, determinaron que el ABP tiene un efecto positivo de mediano a gran impacto en el logro académico, en comparación con la clase tradicional profesor-alumno en aula, con variaciones según la materia, la ubicación escolar, las horas de instrucción y la tecnología de soporte. El nivel educativo y el tamaño del grupo no fueron significativos. Cabe mencionar que los efectos fueron más fuertes para ciencias sociales que para materias relacionadas con ciencias, así como más fuertes para estudiantes occidentales que para los asiáticos. Sin embargo, para Seman et al. (2018), aunque está basado en raíces humanistas, los estudiantes perciben que entre los que participan en ABP predomina el ego sobre el deseo de cooperación.

En un estudio, Basilotta, Martín del Pozo y García-Valcárcel (2017) hallaron que el ABP fue evaluado positivamente por los docentes como metodología de enseñanza-aprendizaje, pues el 95% manifestó que promueve la participación activa de los estudiantes; el 96% indicó que los estudiantes están más motivados para aprender y el 90% sostiene que los estudiantes adquieren mayores destrezas curriculares. Sin embargo, los problemas a los que se enfrentan es a la falta de apoyo de la gestión escolar (33%) y la falta de herramientas tecnológicas para los proyectos (34% de las menciones). Aquí, el sexo del profesor y los años de experiencia docente fueron variables moderadoras, pues los varones dieron más importancia al contexto escolar y al rol del profesor, mientras que los de más experiencia se mostraron más favorables a aceptar todas las variables (contexto escolar, características del proyecto, rol del profesor, herramientas usadas, rol del estudiante y resultados obtenidos). Para Suárez-Rodríguez, Ojeda-Gutiérrez, Mora y Martínez-Mendoza (2013), el aprendizaje basado en proyectos fortalece las habilidades sociales, investigativas y de comunicación de la ciencia, así como las competencias propias de la asignatura.

Desde la óptica de los alumnos, los estudiantes que durante la elaboración de los proyectos encuentran situaciones que no les son familiares construyen nuevas regulaciones u organización para trabajar, y los que reconocen retos socio-cognitivos mejoran las regulaciones socialmente compartidas. Sin embargo, los que reconocen retos socio-emocionales mejoran su co y auto regulación. Al respecto, para Lee, Kim y Byun (2017), hay cuatro factores particularmente relevantes que el ABP ayuda a desarrollar en los estudiantes: (1) iniciativa; (2) orientación a metas; (3) relaciones sociales y (4) preferencia por el Team Project Based Learning (Aprendizaje Basado en Proyectos en Equipos). Los estudiantes con más orientación al logro afirmaron haber trabajado con más iniciativa que sus otros compañeros de clase a través del proyecto de equipo (aunque la mayor parte de las veces trabajaron solos) y estuvieron menos estresados cuando colaboraron con otros compañeros, aunque estuvieron más propensos a desertar del trabajo colaborativo con tal de obtener mejores calificaciones (Lee et al., 2017). Entonces, para los alumnos altamente orientados al logro, a pesar de sus altas calificaciones, no hay garantía de que aprendan las competencias para un alto nivel de trabajo en equipo. Al parecer, persisten en aproximarse al aprendizaje en equipo como si fuera orientado individualmente más que colaborativamente. Por su parte, Lam et al. (2010) hallaron que a mayor colegialidad y apoyo a las competencias y autonomía, los profesores se mostraron más motivados a emplear el ABP y a persistir en este tipo de metodología.

Experiencias de ABP en el Instituto Tecnológico de Chetumal.

Con el fin de responder a la necesidad de desarrollo de estas competencias genéricas, desde 2015 se plantearon como estrategias el diseño y la exposición de experimentos de Física Moderna debido a que estas actividades responden a los requerimientos del ABET, por lo que desde ese año, los métodos de enseñanza utilizados en la impartición de esta asignatura en el Instituto Tecnológico de Chetumal han sido (Palacios-Ramírez, 2018):

- El expositivo por parte del profesor
- La resolución de problemas

- El aprendizaje basado en proyectos (ABP).

El proyecto es, en este caso, el diseño y exposición de un experimento aplicando habilidades y conocimientos adquiridos durante esta asignatura, para lo cual se diseñó la siguiente metodología basada en retos y la importancia para el trabajo en equipo, siguiendo los lineamientos de Cuadrado-Salinas et al. (2012) en cuanto a que debe combinarse la evaluación individual con la grupal para comprobar los conocimientos del alumno:

- Los alumnos se dividen en equipos de a tres integrantes,
- Se pide a los alumnos que, conforme el profesor expone los temas, seleccionen el que más les interese,
- Recaban información adicional sobre el tema seleccionado y diseñan un experimento, y
- Presentan oralmente su trabajo y en forma de poster.

La supervisión y asesoría por parte del profesor ha sido constante. Entre los factores que determinan el tipo de experimento a realizar están la disposición por parte de los estudiantes y el costo de los materiales necesarios, cuidando que éste sea el mínimo posible ya que al ser una escuela pública, puede haber alumnos de escasos recursos económicos. Se trata de que los alumnos puedan reproducir el experimento mientras lo explican.

En el primer año, en 2016, la exposición de experimentos se llevó a cabo frente a los compañeros de la misma materia, uniéndose para este fin los dos grupos que la cursaban simultáneamente. En 2017, los alumnos que en ese momento cursaban la materia sugirieron invitar a los compañeros de otros semestres de la carrera de Ingeniería Eléctrica como espectadores. Nuevamente, la exposición final se llevó a cabo de manera conjunta con los dos grupos simultáneos. Debido a que la mayoría de los experimentos se relacionaban con la unidad denominada “Óptica”, los alumnos decidieron nombrar a la exposición “Naturaleza y propagación de la luz” como se puede observar en la Figura 1, en la cual también se muestra parte del experimento denominado Reflexión de la luz. Esa vez los experimentos se presentaron en un espacio mayor, siendo éste el anexo de la biblioteca.

Los resultados cumplieron las expectativas en ambos años al manifestar los alumnos su satisfacción con el aprendizaje, el cual se reflejó en sus calificaciones. Los profesores se mostraron también muy satisfechos con las actividades y la entusiasta participación de sus alumnos. Sin embargo, es necesario continuar con estas actividades e involucrar a alumnos de diversos semestres de la carrera y, en el futuro, de carreras diferentes para lograr enfoques multidisciplinarios, finaliza Palacios-Ramírez (2018)



Figura 1. Imágenes de la exposición de experimentos 2017 (Palacios-Ramírez, 2018).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aprendizaje de la Física Moderna no siempre resulta atractivo ni sencillo para los alumnos. De hecho, generalmente las asignaturas de Física en el nivel superior presentan altos índices de reprobación. Esta es una realidad a nivel mundial (Hernández-Campos y Murillo-Quirós, 2018), aunque no se cuenta en la literatura con cifras precisas al respecto. Por otra parte, muchos de ellos tienen dificultad para comunicar verbalmente sus ideas (Mancini et al, 2015) y trabajar en equipo (Jaca-

García et al., 2016), lo que se ha constatado a través de entrevistas a alumnos, sesiones de tutoría y a través de la experiencia en la impartición de ésta y otras materias.

En un mundo laboral donde el conocimiento técnico no es suficiente y en el que los futuros ingenieros tendrán que trabajar en ambientes grupales, el no contar con el desarrollo de competencias genéricas de comunicación y trabajo colaborativo puede significar la pérdida de mejores oportunidades de trabajo que requieran el desarrollo de proyectos de alto impacto, ocasionando frustración, posible sub-empleo o la necesidad de dedicarse a actividades diferentes a aquellas para las que se prepararon. Así como en empresas de servicio, las competencias genéricas son las que permiten que un individuo ascienda en el organigrama (Aceves-Martínez y Barroso-Tanoira, 2016), este fenómeno se repite en las de alto nivel tecnológico (Barroso-Tanoira, 2019).

¿Cómo lograr que los alumnos desarrollen las competencias de comunicación y trabajo colaborativo en una materia de alto requerimiento técnico? ¿Será eficaz el ABP para lograrlo? Para ello, este estudio fue realizado con alumnos de Física Moderna en el Instituto Tecnológico de Chetumal utilizando como método de enseñanza-aprendizaje el ABP y aprovechando los intereses y curiosidad de los alumnos, así como su natural tendencia a comunicarse.

Objetivo

Determinar, desde la percepción de los alumnos, la eficacia del ABP para el desarrollo de las competencias genéricas de comunicación eficaz y trabajo colaborativo mediante la presentación de experimentos de Física Moderna.

Importancia del estudio

Física es una ciencia básica en la formación de todo ingeniero, y Física Moderna es parte del currículo para Ingeniería Eléctrica (Instituto Tecnológico de Chetumal, 2018), por lo que es necesario motivar a los estudiantes para su aprendizaje. En este trabajo se plantea el diseño y exposición de experimentos como una forma para lograr dicha motivación. Adicionalmente, además de aprender los contenidos de la materia Física Moderna, los estudiantes desarrollan las competencias mencionadas e incrementan el gusto por la investigación, aprovechando su relación con otros individuos. Esto beneficiará a generaciones de alumnos que egresarán con las competencias técnicas necesarias y con la capacidad para comunicarse y trabajar en equipo, con lo que tendrán más oportunidades para desarrollarse en la empresa en que trabajen, incorporarse al mercado laboral en que se les demande estar a cargo de equipos de trabajo y formar a líderes de proyectos. Además, con este tipo de experiencias se les abrirán las puertas para futuros estudios de posgrado, ya que tendrán que estudiar y hacer trabajos con compañeros de otras profesiones.

Limitaciones

Aunque los resultados son particulares para los participantes en el estudio, esta metodología puede replicarse en otras materias o instituciones educativas, con los ajustes pertinentes. La información se recabó el 25 de abril 2018.

METODOLOGÍA

Alcance y diseño

La metodología consta de dos partes: (1) observación y (2) percepción de los alumnos con respecto a la experiencia. En ambas partes el alcance del estudio fue descriptivo, con diseño no experimental transversal (Hernández-Sampieri et al., 2014) debido a que no hubo manipulación deliberada de las variables, limitándose los investigadores a registrar la información. Además, fue transversal porque los sujetos participaron una sola vez, sin seguimiento. El método fue deductivo, dentro del paradigma

cuantitativo. Para la parte 1 se utilizó como técnica la observación, cuyo instrumento fue una guía estructurada, mientras que para la parte 2 se empleó la encuesta como técnica, con el respectivo cuestionario como instrumento.

Participantes en el estudio

Participó un grupo de veintinueve estudiantes de Ingeniería Eléctrica, pertenecientes a la materia de Física moderna, la cual está ubicada en el cuarto semestre de la carrera (Instituto Tecnológico de Chetumal, 2018). No se pretende comparar el desempeño de los equipos en sí, sino tomar los resultados generales por el grupo completo.

Instrumento

Parte 1: guía de observación.

Se diseñó una guía de observación estructurada con una rúbrica atendiendo las características que debe tener el proyecto. Se calificó la originalidad del trabajo, la claridad y organización de los contenidos, el dominio del tema y la estructura del trabajo según lo visto en clase (competencias técnicas), así como aspectos de lenguaje, comunicación y trabajo en equipo como las competencias genéricas buscadas en esta experiencia mediante el ABP.

La guía fue elaborada según los aspectos que establecen Basilotta et al., (2017) en cuanto a que los estudiantes estén motivados para aprender y verificar hasta qué punto los experimentos fueron un reto para ellos. También se califica si el lenguaje es adecuado, estructurado y si se respondieron con precisión las preguntas formuladas por el profesor y el jurado, quienes llenan la guía actuando en consenso. La escala de calificaciones va de cero (Insuficiente) a 10 (Excelente).

Parte 2: cuestionario para la percepción de los estudiantes.

Se utilizó un cuestionario de respuesta dicotómica en la que se preguntó a los alumnos participantes su percepción al finalizar la experiencia. En su construcción se identifican los cuatro factores relevantes del ABP de Lee et al. (2017): Iniciativa (ítem 5); Orientación a metas (ítems 1, 2 y 9); Relaciones sociales (ítems 6 y 7), y Preferencias por el aprendizaje en equipos (ítems 3, 4 y 8). El ítem 10 fue solo para verificar si fue difícil encontrar un proyecto para desarrollar en el curso, por lo que es de carácter informativo y con el propósito de ayudar a generaciones futuras con la elección de proyectos. Al hablar de proyecto, uno se refiere al experimento a realizar.

Cabe mencionar que, para ambos instrumentos, la validez fue verificada por el juicio de tres expertos (Hernández-Sampieri et al., 2014), quienes indicaron que cumple con lo requerido para efecto de este trabajo.

Procedimiento

Tomando las experiencias de los años anteriores, relatadas en la revisión de la literatura, en 2018 fueron invitados los estudiantes de otros semestres de la carrera de Ingeniería Eléctrica, autoridades del Instituto y público en general. El evento se llevó a cabo en la sala de desarrollo académico del Instituto y los alumnos tuvieron la oportunidad de realizar también actividades para la organización del mismo, designando a quienes fungirían como maestro de ceremonias y otros aspectos. En el panel izquierdo de la Figura 2 se observa a la gran mayoría de alumnos participantes, quienes además de trabajar en sus respectivos proyectos, se dieron a la tarea de diseñar y elaborar un poster para el evento, favoreciendo la integración de los miembros del grupo. En el panel derecho de dicha se observa la demostración del experimento reflexión total interna de la luz.



Figura 2. Imágenes de la exposición de experimentos 2018. Instituto Tecnológico de Chetumal.

Los experimentos se presentaron físicamente y en forma de poster. En esta ocasión, profesores de Física de la Universidad de Quintana Roo (UQROO) fueron invitados al evento y fungieron, junto con el profesor titular de la asignatura, como jurado calificador, planteando a los estudiantes preguntas relacionadas con sus respectivos experimentos. Entonces, la evaluación fue realizada por el jurado en cuanto al proyecto usando el formato de la guía de observación de la Parte 1, más un examen oral. Al final del evento, los estudiantes calificaron su experiencia con estos proyectos con el cuestionario descrito para la Parte 2 del estudio.

Los nombres de los proyectos, así como el número de los integrantes de los equipos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

Nombres de los proyectos presentados.

Equipo.	No. de integrantes.	Nombre del proyecto.
1.	3	Efecto fotoeléctrico.
2.	3	Reflexión total interna.
3.	3	Refracción de la luz.
4.	3	Creación de Hologramas
5.	4	Interferencia, experimento de Young.
6.	3	Maqueta de un acelerador de partículas.
7.	3	Polarización de la luz.
8.	3	Ondas sonoras: observa tu voz.
9.	4	Efecto fotoeléctrico y celdas solares

Los estudiantes participaron de manera activa decidiendo incluso el nombre del evento, el cual en 2018 recibió el título de “Expofísica 2018”. Cabe mencionar que a sugerencia de las autoridades institucionales, se decidió otorgar premios al primero, segundo y tercer lugar, con miras a que los estudiantes ganadores pudieran representar al Instituto en el evento “Expociencias Quintana Roo 2018”.

La información se analizó mediante las utilerías de Excel y el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Las respuestas abiertas se clasificaron por frecuencia de mención en ideas clave, asignando éstas a las categorías que aparecen en los resultados.

RESULTADOS

Parte 1: observación

El diseño y presentación de experimentos es una actividad que ha generado cada vez más entusiasmo entre los estudiantes. Ésta no fue la excepción, ya que los alumnos mostraron muy buena disposición

para trabajar en equipo. La toma de decisiones fue patente por parte de los alumnos, tal como establecen Jaca-García et al. (2016), lo que se manifestó desde la elección del tema hasta la solución de los problemas que se presentaron durante la elaboración de los proyectos. Estos resultados son los esperados según los organismos acreditadores antes mencionados (CACEI y ABET)

El evento ha ido evolucionando con el tiempo y cobrado más importancia en el Instituto. Puede considerarse que ha mejorado el liderazgo y se ha incrementado la orientación hacia la toma de decisiones por parte de los alumnos, pues han sido ellos mismos quienes han propuesto cambios importantes en la forma de trabajar.

En 2018 la asistencia al evento fue nutrida, contando con alumnos de otras carreras como espectadores, principalmente los de los otros semestres de Ingeniería Eléctrica. Los temas más frecuentes para los experimentos fueron acerca de la reflexión y refracción de la luz, la reflexión total interna y el efecto fotoeléctrico, temas contemplados en el programa del curso. Al estar constituidos por estudiantes de Ingeniería Eléctrica, algunos equipos participantes integraron a la actividad sus conocimientos sobre circuitos, haciendo más automatizados los experimentos.

Parte 2: encuesta

De los cuestionarios administrados a los alumnos participantes, se obtuvieron los siguientes resultados:

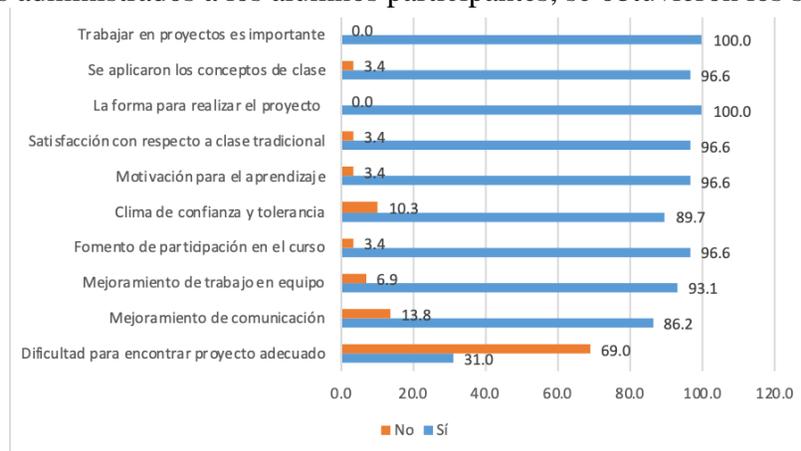


Figura 3. Respuestas de los alumnos al cuestionario (en %)

Los alumnos estuvieron de acuerdo con los ítems relacionados con el ABP (menos el de la dificultad para encontrar un proyecto adecuado, que no es parte de ello). Las respuestas con mayores porcentajes de afirmación apoyan el que trabajar en proyectos es importante y que están satisfechos por la forma como se realizó la experiencia. Reconocen que se aplicaron los temas vistos en clase y que se sintieron más motivados para aprender que en clases tradicionales. Sin embargo, aunque las calificaciones para clima y comunicación fueron altas, hay que mejorar en cuanto a ellas.

En cuanto a la clasificación de las respuestas a los ítems agrupados por los criterios de Lee et al. (2017), puede verse que las respuestas más frecuentes son para la motivación para el aprendizaje y la preferencia para trabajar en equipo, siendo la más baja la de relaciones sociales (ver Tabla 2 y Figura 4).

Tabla 2
Clasificación de los ítems según Lee et al. (2017)

Número de ítem	Concepto	Respuestas afirmativas (%)	Factores relevantes del ABP	Promedio
5	Motivación para el aprendizaje	96.6	Iniciativa	96.6
1	Trabajar en proyectos es importante	100.0		
2	Se aplicaron los conceptos de clase	96.6	Orientación a metas	94.3
9	Mejoramiento de comunicación oral y escrita	86.2		
6	Clima de confianza y tolerancia	89.7	Relaciones sociales	93.1
7	Fomento de participación en el curso	96.6		
3	La forma para realizar el proyecto	100.0		
4	Satisfacción con respecto a clase tradicional	96.6	Preferencia por aprendizaje en equipos	96.6
8	Mejoramiento de trabajo en equipo	93.1		

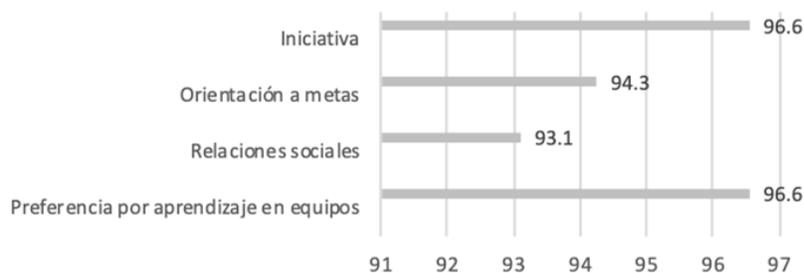


Figura 4. Clasificación de los ítems según Lee et al. (2017)

COMENTARIOS GENERALES

Al final del cuestionario se registraron trece comentarios, los cuales fueron agrupados por similitud en ideas clave, las cuales fueron asignadas a categorías. Los porcentajes de mención se reportan en la figura 5:



Figura 5. Frecuencia de mención y jerarquización de los comentarios abiertos.

Cabe mencionar que también se registraron sugerencias para mejorar la organización del evento, las cuales se refieren a que se realice con el tiempo suficiente, por lo que sería ideal llevarlo a cabo en fines de semana. Además, que el lugar sea espacioso para poder trabajar y apreciar los proyectos. Otros comentarios fueron que el evento debe tener una fecha fija anual para que la gente se entere y prepare, así como que se requieren más prácticas con los equipos instalados en los laboratorios.

DISCUSIÓN

Los estudiantes fueron capaces de comunicar sus ideas al público experto y no experto en el tema. Además, los experimentos pudieron reproducirse al momento mismo de la explicación. Adicionalmente al logro de las competencias ya mencionadas, se verificó que con el ABP los estudiantes: (i) se involucran más en su aprendizaje; (ii) se promueve su creatividad, ya que los fenómenos físicos son presentados con materiales de bajo costo; (iii) se promueve también el uso de nuevas tecnologías; (iv) desarrollan habilidades de organización y (v) desarrollan la capacidad de difundir el evento y hacerlo cada vez más formal y atractivo.

Mediante la ABP mostraron habilidad para diseñar y realizar los experimentos, así como para comunicarse eficazmente, lo cual se reportó en los resultados y es congruente con lo sugerido por Allahverdi y Aldowaisan (2015), así como por Jaca-García et al. (2016). Están muy satisfechos con la experiencia y motivados para aprender, concordando con lo indicado por Basilotta et al. (2017) en sus estudios. Este último punto cobra relevancia si se considera que muchos de los estudiantes en el Instituto son de primera generación, es decir, que son los primeros en sus familias en acceder a educación superior y tienen problemas para comunicar sus ideas.

Hay que recordar, como indican Aceves-Martínez y Barroso-Tanoira (2016), que más allá de los conocimientos técnicos, la atención a las competencias genéricas (en este caso, comunicación y trabajo colaborativo) son las que ayudarán a los estudiantes a tener más y mejores oportunidades en el mercado laboral. En consecuencia, las instituciones educativas que las promuevan tendrán una ventaja competitiva en la formación de egresados capaces de comunicarse, trabajar en equipo, tomar decisiones y ser creativos para la resolución de los problemas en las organizaciones.

En cuanto a la evaluación, coincidiendo con Cuadrado-Salinas et al. (2012), la calificación fue otorgada por el jurado mediante el formato de observación de la Parte 1, y un examen oral final para verificar que todos los integrantes de los equipos hubieran trabajado. Vale la pena mencionar que en algunas respuestas los estudiantes se apoyaban haciendo referencia a los experimentos presentados por sus compañeros.

Como resultado de esta experiencia, puede decirse que el ABP, utilizado para asignaturas como Física Moderna, fomentó la integración, la iniciativa y ayudó a los alumnos a incrementar el gusto por el trabajo en equipo más allá de las relaciones sociales, desarrollando las competencias genéricas sugeridas por el Proyecto Tuning (Cabrera-Lanzo et al., 2016) y por Jaca-García et al. (2016). En cuanto a la comunicación, se reforzó la de tipo “todo canal”, por lo que fue vertical y horizontal (Robbins y Judge, 2013), y aunque obtuvo calificación elevada, ésta fue ligeramente menor a los resultados reportados para trabajo colaborativo (ver figura 4). Esto puede deberse a que, como indican Lee et al. (2017), se hayan desarrollado algunas actitudes individualistas dentro del trabajo grupal. Aquí es donde entra el liderazgo del profesor al formar y dar seguimiento a los equipos de trabajo, de manera que no predomine el ego sobre el deseo de cooperación, revirtiendo el comentario de Seman et al. (2018).

Llama la atención el que mediante esta actividad, los estudiantes hubieran descubierto que hay equipos instalados en el laboratorio y que no conocían. Entonces el ABP, además de ser útil para el aprendizaje y la integración, ayuda a las organizaciones a explorar el entorno y descubrir áreas de oportunidad relacionadas con los intereses de quienes están relacionados con ellas, de manera que puedan aprender a aprender por sí mismas.

CONCLUSIONES

Mediante el diseño y exposición de experimentos como actividad de ABP, los estudiantes tienen la oportunidad de aprender al mismo tiempo que desarrollan sus competencias de comunicación y trabajo en equipo. Esto contribuye al perfil que esperan los futuros empleadores y el deseable por los

egresados, según su propia experiencia e intereses. Adicionalmente, abona a que los estudiantes no vean a la Física como una serie de conocimientos descontextualizados, sino como una ciencia con sentido y que encaja en sus respectivas carreras. Por otra parte, la Institución cumple de manera más amplia con las especificaciones que le marcan las acreditadoras.

Con esta actividad no solo se ha logrado contribuir al desarrollo de las competencias de comunicación y trabajo colaborativo, sino que se han fomentado la lectura, el gusto por la investigación, la creatividad y el que los estudiantes se involucren cada vez más en su propio aprendizaje. En consecuencia, el ABP es eficaz para el desarrollo de competencias de comunicación y trabajo colaborativo, favoreciendo además la integración entre los miembros, mejorando la relación alumno-profesor, el apego institucional y el desarrollo de la creatividad. La aplicación del APB en el curso de Física Moderna permitió a los estudiantes investigar y analizar los conceptos relacionados con la materia desde el momento de elegir el tema a desarrollar. Los alumnos reportaron su satisfacción por entender, y sobre todo, por explicar a sus compañeros y público en general el fenómeno físico involucrado en su proyecto. Además, los proyectos fueron dirigidos principalmente por los mismos estudiantes, lo que resultó en una satisfacción adicional. Además, por lo atractivo de los proyectos expuestos otros alumnos, incluso de otras carreras, manifestaron interés por participar en este tipo de eventos en el futuro.

RECOMENDACIONES

En el futuro se realizará un estudio futuro con una muestra mayor de alumnos, así como un estudio experimental para la comparación específica de las competencias que mejora el ABP con respecto a la clase tradicional, más allá de la percepción del alumno. También sería interesante verificar la eficacia del ABP con respecto a cursos en línea o si pudiera haber alguna combinación entre ambas modalidades de enseñanza.

REFERENCIAS

- Accreditation Board for Engineering and Technology (2019). Accreditation. Recuperado el 9 de febrero de <https://www.abet.org/accreditation/>
- Alcubierre, M. (mayo, 2005). Soy físico. ¿Cómo ves? *Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM*, (78). Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/78/soy-fisico>
- Allahverdi, A. & Aldowaisan, T. (2015). Assessment of student outcomes of the Industrial and Management Systems Engineering programme at Kuwait University. *Global Journal Engineering Education*, 17(3), 103-112.
- Aceves-Martínez, A. & Barroso-Tanoira, F. (2016). Competencias socioemocionales en las prácticas profesionales. Un estudio en la industria hotelera. *Educación y Ciencia*, 5(45), 34-49. Recuperado de <http://educacionyciencia.org/index.php/educacionyciencia/article/view/363>.
- Barroso-Tanoira, F. (22 de enero de 2019). Más allá de los estudios técnicos. *Diario de Yucatán*. Recuperado de <https://www.yucatan.com.mx/editorial/mas-alla-de-los-estudios-tecnicos>
- Basilotta, V., Martín Del Pozo, M. & García-Valcárcel, A. (2017). Project-based learning (PBL) through the incorporation of digital technologies. An evaluation based on the experience of serving teachers. *Computers in Human Behavior*, (68), 501-512.
- Bolman, L. G. & Gallos, J. V. (2016). *Managing difficult people: transforming difficult relations at work*. U.S.A.: John Willey y Sons, Inc.
- Cabrera-Lanzo, N., López-López, M & Portillo-Vidiella, M. (2016). Las competencias de los graduados y su evaluación desde la perspectiva de los empleadores. *Estudios Pedagógicos*, 62(3), 69-87. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1735/173550019004.pdf>

- Carrasco-Alvarado, W., Arroyo-Tirado, J., Ascón-Valdivia, O., Portales-Pairazaman, S., & Rueda-López, J. (2017). *Satisfacción de egresados de ingeniería informática y de sistemas de la Universidad San Pedro*. Universidad de San Pedro. Perú: Dirección General de Investigación.
- Cheng, C. H. & Yang, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: a meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, (26), 71-81.
- Chiavenato, I. (2017). *Comportamiento organizacional. La dinámica del éxito en las organizaciones* (3ª. ed.) (Trad. P. Mascaró y P. Obón). México: McGraw Hill Education.
- Consejo de Acreditación para la Enseñanza de Ingeniería (2019). Acreditación. Recuperado de <http://cacei.org.mx/nvfs/nvfs02/nvfs0201.php>
- Cuadrado-Salinas, C., Fernández-López, F.J., Fernández-López, M., Fernández-Pacheco, C., González-Lagier, D., Lifante-Vidal, I., & Moya-Ballester, J. (2012). Técnicas de trabajo en equipo para estudiantes universitarios. X Jornadas Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Alicante, España.
- Gutiérrez-Esteban, P., Yuste-Tosina, R., Cubo-Delgado, S., & Lucero-Fustes, M. (2011). Buenas prácticas en el desarrollo de trabajo colaborativo en materias TIC aplicadas a la educación. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 15(1), 179-194.
- Harrison, E. B. & Mühlberg (2014). *Leadership communication: how leaders communicate and how communicators lead in today's global enterprise*. New York: Business Expert Press.
- Hernández-Campos, M., & Murillo-Quirós, N. (2018). Instrucción entre pares y enseñanza justo a tiempo: una experiencia en la enseñanza de la Física en educación superior. *UNED Research Journal*, 11(2), 130-136.
- Hernández-Sampieri, R.; Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª. ed.). México: Mc. Graw Hill.
- Herrera, R. F., Muñoz-La Rivera, F. C., & Salazar, L. A. (2017). Diagnóstico del trabajo en equipo en estudiantes de ingeniería en Chile. *Formación universitaria*, 10(5), 49-58.
- Instituto Tecnológico de Chetumal (2018). Ingeniería Eléctrica. Programa y retícula. Recuperado de <http://www.itchetumal.edu.mx/images/competencias/Ing%20Electrica/Reticula%20Ingenieria%20Electrica.pdf>
- Jaca-García, C., Viles-Diez, E., & Zárraga-Rodríguez, M. (2016). Desarrollo de la competencia de trabajo en equipo en un grado universitario. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, (14), 23-34. Recuperado de http://www.um.edu.uy/docs/Desarrollo_de_la_competencia_de_trabajo_en_equipo_en_un_grado_universitario.pdf
- Lee, H.-J., Kim, H. & Byun, H. (2017). Are high achievers successful in collaborative learning? An explorative study of college students' learning approaches in team project-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(5), 418-427. doi: 10.1080/14703297.2015.1105754
- Lluch-Molins, L., Fernández-Ferrer, M., Pons-Seguí, L., & Cano-García, E. (2017). Competencias profesionales de los egresados universitarios: estudio de casos en cuatro titulaciones. *Revista Currículum*, (30), 49-64
- Palacios-Ramírez, M. N. (2018). Experiencias de aprendizaje basado en proyectos: 2015-2017. Manuscrito inédito. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Robbins, S. P. & Judge, T. A. (2013). *Comportamiento organizacional* (15a. ed.) (Trad. L. E. Pineda). México: Pearson.
- Seman, L. O., Hausmann, R., & Bezerra, E. A. (2018). On the students' perceptions of the knowledge formation when submitted to a Project-Based Learning environment using web applications. *Computers and Education*, (117), 16-30.
- Suárez-Rodríguez, P., Ojeda-Gutiérrez, M., Mora, C., & Martínez-Mendoza, J. R. (2013). El efecto del aprendizaje en proyectos colaborativos y contextualizados en la percepción del alumno sobre la física y su conexión con el mundo real. *Tlatemoani*, (14), 2-24. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/index.htm>
- Sullivan, J. (2016). *Simply said: communicating better and beyond*. Hoboken, N. J.: John Wiley y Sons, Inc.