



MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA Y GESTIÓN EDUCATIVA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO ESTRATEGIA PARA
FORTALECER LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL CURSO DE
MECÁNICA DE FLUIDOS EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DE UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA DEL CALLAO EN EL 2018**

PRESENTADO POR:

MARIO ALBERTO GARCÍA PÉREZ

MARGARITA DEL CARMEN CATERIANO CALDERÓN

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN DOCENCIA
UNIVERSITARIA Y GESTIÓN EDUCATIVA**

ASESORA: JADIRA DEL ROCÍO JARA NUNAYALLE

LIMA – PERÚ

2020

A mi esposa Maricel por su incansable apoyo y comprensión en el cumplimiento de esta meta. A mis hijos, Diego, Gabriel y Lucas, mis mayores logros.

Mario García

A mi madre Carmen, a mi esposo Sandro y a mi hija Sofía, quienes me brindaron su apoyo incondicional y me ayudaron a finalizar el presente trabajo de investigación.

Margarita Cateriano

AGRADECIMIENTOS

Gracias a nuestra asesora, Mg. Jadira del Rocío Jara Nunayalle, por sus invaluables correcciones, enseñanzas y continuo aliento para la finalización de este trabajo.

Gracias a nuestros profesores de la Maestría en Docencia Universitaria y Gestión Educativa de la Universidad Tecnológica del Perú, por sus grandes esfuerzos por transformar y perfeccionar nuestros métodos de enseñanza.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo explicar manera en que la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece las competencias específicas *comprensión del comportamiento de los fluidos y aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la práctica* en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018. La metodología empleada desarrolla el enfoque cualitativo, de alcance explicativo y de diseño fenomenológico. Los resultados obtenidos de la evaluación de las calificaciones promedio de los estudiantes durante los últimos siete años (2010-2016) revelan que solo un 5% de estudiantes obtiene promedios que califican como “buenos”, con notas comprendidas entre 14 y 17; un 43% de ellos califica como “regular”, con notas entre 11 y 13; y, un 52% desaprueba el curso, con notas de 0 a 10. Asimismo, en las encuestas realizadas a los estudiantes, en el semestre académico 2018-A, un 68% de estos manifestaron haber logrado la competencia específica *comprensión del comportamiento de los fluidos*, pero también, un 59% de ellos señalaron no haber logrado la competencia *aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la práctica*. Con la finalidad de corregir esta situación, en el semestre 2018-B, se aplicó la estrategia del aprendizaje basado en proyectos, cuya evaluación final demostró que se lograron fortalecer ambas competencias entre los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos.

Palabras claves: Aprendizaje basado en proyectos, competencias, aprendizaje significativo

ABSTRACT

The objective of this research work is to explain how the application of the project-based learning strategy strengthens the specific competences in the students of the Fluid Mechanics course of the fourth cycle of the Electrical Engineering degree of the Faculty of Electrical Engineering and Electronics of a public university of Callao, in 2018

. The methodology used develops the qualitative approach, of explicative scope and phenomenological design. The evaluation's results of the average grades of the students during the last seven years (2010-2016) revealed that only 5% of students obtain an average score that qualifies as "good, with grades between 14 and 17; 43% of them qualify as "regular", with grades between 11 and 13; and, 52% failed the course, with grades from 0 to 10. Likewise, in the surveys carried out on the students, in the academic semester 2018-A, 68% of them stated that they had achieved the specific competence understanding of the behavior of the fluids, but also, 59% of them indicated that they had not achieved the competition application of fluid mechanics knowledge to practice. In order to correct this situation, in the 2018-B semester, the project-based learning strategy was applied, whose final evaluation showed that both competences were strengthened among the students of the Fluid Mechanics course.

KEYWORDS: Project-based learning, competencies, meaningful learning.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Situación problemática	1
1.2. Preguntas de investigación	5
1.2.1. Pregunta general.....	5
1.2.2. Preguntas específicas.....	5
1.3. Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.4. Justificación.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	11
2.2. Bases teóricas	15
2.2.1. Aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos	15
2.2.1.1. Definición del Aprendizaje basado en Proyectos	15
2.2.1.2. Etapas del aprendizaje basado en proyectos	19
2.2.1.2.1. Planificación del proyecto	19
2.2.1.1.2. Desarrollo del proyecto.....	21
2.2.1.1.3. Evaluación del producto.....	22
2.2.2. Competencias específicas del curso de Mecánica de Fluidos.....	24
2.2.2.1. Nociones de competencia	24

2.2.2.2.	Comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan	27
2.2.2.3.	Aplicación de los conocimientos de la mecánica de fluidos.....	30
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		32
3.1.	Enfoque, alcance y diseño.....	32
3.2.	Matrices de alineamiento	33
3.2.1.	Matriz de consistencia	33
3.2.2.	Matriz de operacionalización de variables	34
3.3.	Población y muestra.....	37
3.4.	Técnicas e instrumentos	37
3.5.	Aplicación de instrumentos.....	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS		40
4.1.	Resultados y análisis del diagnóstico situacional del desarrollo de competencias previo a la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos	40
4.2.	Resultados y análisis de la variable 1: Aplicación del aprendizaje basado en proyectos.....	49
4.2.1.	Dimensión 1: planificación del proyecto.	49
4.2.2.	Dimensión 2: desarrollo del proyecto	51
4.2.3.	Dimensión 3: evaluación del producto final.....	53
4.3.	Resultados y análisis de la variable 2: Competencias específicas de la Mecánica de Fluidos..	56
4.3.1	Dimensión 1: comprensión del comportamiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan ..	56
4.3.2.	Dimensión 2: aplicación de la mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos	57
4.4	Análisis de la relación entre Aplicación del aprendizaje basado en proyectos y competencias específicas de la mecánica de Fluidos.....	58
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....		60
5.1.	Propósito.....	60
5.2.	Actividades.....	61
CASO PRÁCTICO DE IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS.....		69
5.3.	Cronograma de ejecución	80

5.4. Análisis costo-beneficio	81
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	86
BIBLIOGRAFIA	88
ANEXOS.....	95
Anexo 1. Instrumentos de recolección de la información	96
Anexo 2. Constancia de validación de expertos.....	101
Anexo 3. Oficios de autorización para recolección de datos.....	113
Anexo 4. Análisis de frecuencias del desarrollo de competencias y uso de estrategias por parte de los estudiantes.....	114
Anexo 5. Análisis de frecuencias de la utilización de estrategias didácticas por parte de los docentes.	117
Anexo 6. Sesiones de aprendizaje para la implementación del aprendizaje basado en proyectos .	119
Anexo 7. Rúbrica 1 para evaluar la sesión de aprendizaje N° 2.....	124
Anexo 8. Rúbrica 2 para evaluar la sesión de aprendizaje N° 3	126
Anexo 9. Rúbrica 3 para evaluar la sesión de aprendizaje N° 4	128
Anexo 10. Rúbrica 4 para evaluar el informe final de la sesión de aprendizaje N° 5	129
Anexo 11. Rúbrica 5 para evaluar el prototipo final de la sesión de aprendizaje N° 5	131
Anexo 12. Guía de observación para la autoevaluación en el aprendizaje basado en proyectos.	132
Anexo 13. Rúbrica 5 para la coevaluación del trabajo colaborativo	133
Anexo 14. Rúbrica para evaluar el examen final de la aplicación del aprendizaje basado en proyectos	135
Anexo 15. Cuaderno de Bitácora	136
Anexo 16. Examen final.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías del dominio cognoscitivo. Taxonomía de Bloom revisada por Anderson & Krathwhol (2001).....	29
Tabla 2. Matriz de consistencia (Elaboración propia).....	33
Tabla 3. Matriz de operacionalización - variable 1: Aplicación del aprendizaje basado en proyectos (Elaboración propia).....	34
Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable 2: Competencias específicas de Mecánica de Fluidos (Elaboración propia).....	35
Tabla 5. Notas promedio de los estudiantes de Mecánica de Fluidos por semestre académico, del 2010-2016. (Elaboración propia).....	40
Tabla 6. Porcentaje de estudiantes aprobados y desaprobados y promedio general, del 2010-2016 (Elaboración propia).....	41
Tabla 7. Coeficiente de Cronbach para el instrumento “Desarrollo de competencias específicas	48
Tabla 8. Resultados cualitativos de la dimensión 1: planificación.	49
Tabla 9. Resultados cualitativos de la dimensión 2: desarrollo del proyecto	51
Tabla 10. Resultados cualitativos de la dimensión 3: evaluación del producto final.....	53
Tabla 11. Consolidado de las sesiones de aprendizaje utilizado en la implementación del aprendizaje basado en proyectos.....	67
Tabla 12. Cronograma de actividades para implementar el aprendizaje basado en proyectos (Elaboración propia).....	80
Tabla 13. Análisis de Costo/ beneficio (Elaboración propia)	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución porcentual de los promedios del curso de Mecánica de Fluidos en el periodo 2010-2016 en la FIEE-UNAC. Elaboración propia	4
Figura 2. Distribución de notas promedios del curso Mecánica de Fluidos en el periodo 2010 -2016. (Elaboración propia)	41
<i>Figura 3. Resultados de analizar la aplicación de estrategias didácticas centradas en el estudiante en la enseñanza tradicional desde la perspectiva de los estudiantes</i>	<i>42</i>
Figura 4. Resultados de evaluar la utilización del aprendizaje basado en proyectos en el curso de Mecánica de Fluidos desde la perspectiva de los estudiantes.	43
Figura 5. Resultados de evaluar la aplicación de estrategias didácticas en la enseñanza tradicional desde la perspectiva de los docentes.	44
Figura 6. Resultados de evaluar el desarrollo de la competencia específica “comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan”.	45
Figura 7. Resultados de evaluar el desarrollo de la competencia “aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos”.	46
Figura 8. Representación gráfica de las fases del aprendizaje basado en proyectos. (Elaboración propia)	61
Figura 9. Bombeo de agua utilizando una bomba de ariete (internet).....	72
Figura 10. Esquema de una instalación de bombeo utilizando bomba de ariete	73
Figura 11. Producto final: Bomba de ariete	78
Figura 12. Primer diseño de prueba.....	78
Figura 13. Estudiantes ensamblando la bomba.	78
Figura 14 Estudiante explicando el funcionamiento de la bomba	79
Figura 15. Agua bombeada alcanzando los 15 m sobre el nivel de la bomba.	79

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

A nivel mundial, el desarrollo de competencias en los estudiantes universitarios es una necesidad. Según Delors (1996) citado por Gutiérrez (2014), que un individuo acumule una determinada cantidad de conocimientos pensando que alguna vez le serán de utilidad en la vida y que alguna vez talvez los use en su desempeño como profesional, es una idea ya obsoleta. En el mundo actual se requiere que los ciudadanos aprendan a aprender constantemente para así desarrollar habilidades, hábitos y valores que lo identifiquen como persona y les permitan estar a la altura de los desafíos de los tiempos modernos. Esto significa que los estudiantes, aparte de nutrirse de conocimientos, deben desarrollar y fortalecer competencias que más adelante les permitirán desempeñarse eficientemente al resolver las situaciones problemáticas que se les puedan presentar.

A nivel latinoamericano, en la Conferencia Regional de Educación Superior de 2008, llevada a cabo en Colombia, se señala que es necesario formar un mayor número de docentes con capacidad de utilizar diversas herramientas didácticas para producir la transformación en los modelos educativos, y que estas herramientas estén adecuadas a las diferentes necesidades de los estudiantes; además, que estos docentes deben ser capaces de desempeñarse eficientemente en las aulas atendiendo a la diversidad social y cultural de los estudiantes.

Complementando lo anterior, una realidad similar fue expuesta en el I Congreso Latinoamericano de Investigación y Postgrado, realizado en agosto de 2017 en la Universidad Enrique Guzmán y Valle de la ciudad de Lima. El Dr. Walther Casimiro Urcos, docente de esta institución y coordinador general del evento, expresó que si bien los gobiernos han dado la responsabilidad a las diferentes instituciones públicas y privadas de elevar la calidad educativa; sin embargo, estos no se han preocupado de apoyar este encargo

procurando el presupuesto necesario para llevar a cabo tales transformaciones y las acreditaciones no han tenido los efectos esperados, salvo raras excepciones”.

A nivel nacional, en la actualidad, prima aun fuertemente la idea de un proceso de enseñanza basado en métodos tradicionales, en donde predomina la exposición del docente y la escucha pasiva de los estudiantes, metodología que ya es insostenible para el desarrollo de competencias en los usuarios de la educación superior. Las necesidades sociales han cambiado, la tecnología está presente, el acceso a la información es cada vez de manera más sencilla y la aparente desmotivación y desinterés por aprender, dificulta la formación profesional competente en la educación superior.

Tomando como punto de partida la desmotivación en los estudiantes, el desinterés de estos por asistir a clases regulares, y que, cuando lo hacen, a menudo están distraídos con sus dispositivos electrónicos, dificulta la construcción del aprendizaje. Asimismo, los estudiantes de últimos ciclos participan en muy contadas ocasiones en proyectos que les demanden la aplicación de sus conocimientos para la solución de los problemas locales o comunales, dejando así de lado el compromiso de la universidad con la sociedad.

Con el fin de contrarrestar esta problemática, se deben aplicar estrategias en las que el estudiante participe de manera activa en la resolución de problemas de su interés, poniendo en acción conjunta su pensamiento crítico, creatividad, capacidad de análisis y habilidades sociales.

El crecimiento desmesurado del conocimiento, la llegada e implementación de las TIC, el fácil acceso a la información y las nuevas exigencias del aparato productivo de la sociedad, exigen un cambio en la forma en que se enseña en las aulas y el desarrollo de las competencias en los estudiantes. Retamal (2014) afirma que la desmotivación y el aburrimiento son características típicas de la enseñanza tradicional y está dirigido para un estándar de alumno, lo cual no facilita la inclusión.

Actualmente, con la implementación de la nueva ley universitaria peruana (ley N° 30220), se están incorporando en los planes de estudio estrategias metodológicas que incluyen contenidos no solo conceptuales sino también procedimentales y actitudinales, para que de este modo y desde los primeros ciclos universitarios, los estudiantes vayan formando y fortaleciendo sus habilidades personales, y así, al culminar la carrera se haya logrado la competencia de la especialidad. Sin embargo, en la práctica, la mayoría de las universidades continúan impartiendo clases con métodos tradicionales. Urge entonces que éstas tomen la batuta del cambio y se alineen con las nuevas políticas educativas del país, fomentando el enfoque educativo por competencias a nivel nacional.

A nivel institucional, en el caso de muchos de los programas de ingeniería, se abordan contenidos relacionados con la Mecánica de Fluidos, la cual es una rama de las ciencias físicas en la que se estudia a los fluidos en reposo o en movimiento. El estudio de la mecánica de los fluidos ayuda a comprender la complejidad del medio natural, para así resolver los problemas que de éstos devienen. A su vez, los modelos que describen el comportamiento de los fluidos utilizan muchos principios fisicomatemáticos, que, estudiados sin aplicación, pueden resultar muy tediosos y sin sentido para la mayoría de los estudiantes. En la práctica, la mecánica de fluidos resuelve cuantiosas situaciones problemáticas, desde las más cotidianas, como dotar de agua a viviendas o parques, a las complejas relacionadas con el transporte de fluidos, la dinámica de los ríos y mares y su relación con las obras de ingeniería, la climatología, la interacción entre los sólidos y los fluidos a través de la aerodinámica, entre otras temáticas que resultan de interés para el estudiante.

En particular, en el curso de Mecánica de Fluidos, dictado en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad nacional del Callao, perteneciente al cuarto semestre del plan de estudios del Área de Ingeniería

Específica, los estudiantes acuden a clases poco motivados y sus calificaciones finales no son satisfactorias.

Al realizarse un análisis de los promedios de notas obtenidos por los estudiantes en el curso en los últimos siete años (2010-2016) a través de la Oficina de Registros Académicos de la universidad, se obtuvo que los resultados de los aprendizajes eran preocupantes. Tal como se aprecia en la Figura 1, solo un 5% de estudiantes obtiene promedios calificados como “buenos”, con notas comprendidas entre 14 y 17; un 43% de ellos califica como “regular”, con notas entre 11 y 13; y un 52% desaprueba el curso, con notas de 0 a 10. Ningún estudiante ha obtenido promedio mayor de 15.

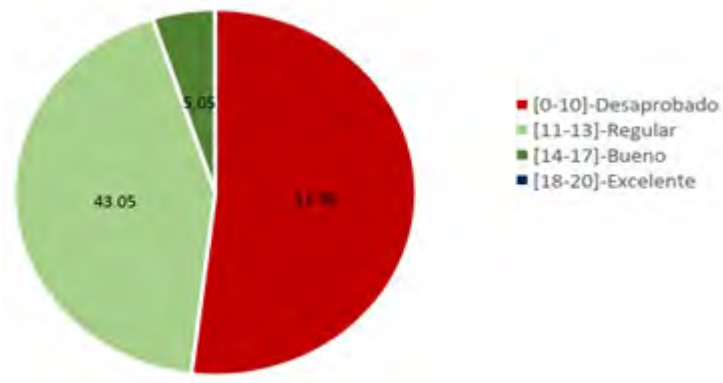


Figura 1. Distribución porcentual de los promedios del curso de Mecánica de Fluidos en el periodo 2010-2016 en la FIEE-UNAC. Elaboración propia

Estos resultados pueden ser atribuidos a múltiples causas, entre ellas, que: el curso pertenece a un área disciplinaria diferente del área de ingeniería eléctrica; el curso prioriza aspectos teóricos; el diseño del sílabo del curso es inadecuado, la metodología de enseñanza no es participativa, entre otras.

Para intentar revertir esta situación, y teniendo en cuenta que la formación integral es el enfoque educativo actual a nivel mundial, se plantea la necesidad de implementar una estrategia de enseñanza que haga frente a las debilidades descritas anteriormente, con el fin de favorecer el desarrollo de competencias en los estudiantes a partir de la combinación de

habilidades, actitudes y responsabilidades, que les permitan aplicar de manera integral los aprendizajes desarrollados durante su formación (Fernández, 2013).

1.2. Preguntas de investigación

1.2.1. Pregunta general

¿De qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece las competencias específicas en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018?

1.2.2. Preguntas específicas

¿De qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece la competencia específica comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018?

¿De qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece la competencia específica aplicación de los conocimientos a la solución de problemas en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Explicar de qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece las competencias específicas en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018

Objetivos específicos

Explicar de qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece la competencia específica *comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan* en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018

Explicar de qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece la competencia específica *aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas* en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018

1.4. Justificación

A nivel teórico, la presente investigación se justifica en tanto que sus resultados permitirán la construcción de un conjunto de conocimientos sistematizados y estructurados acerca del empleo de la metodología de Aprendizaje basado en proyectos para mejorar el desarrollo de competencias específicas del curso de Mecánica de Fluidos, a través de un enfoque constructivista de aprendizaje. El docente de educación superior podrá conocer, de esta manera, las ventajas de las metodologías activas de enseñanza para el desarrollo de

competencias, generando una reorientación de sus métodos tradicionales hacia otros que motiven la participación constante de los estudiantes.

A nivel práctico, esta investigación se justifica en tanto sistematiza una propuesta para el desarrollo del Aprendizaje basado en proyectos dentro de un aula de educación superior. El empleo de esta metodología promueve que los estudiantes pongan en práctica todas sus destrezas y habilidades prácticas aunadas a su bagaje de conocimientos, para que, colaborativamente con sus compañeros, den solución a problemas reales para concretar un proyecto previamente escogido y diseñado en base a una problemática o necesidad real.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Toledo Morales, P. y Sánchez García, J. (2018), realizaron en España, un trabajo de investigación titulado “Aprendizaje Basado en Proyectos: Una experiencia universitaria”, cuyo objetivo era que a través de la aplicación de esta estrategia los estudiantes desarrollen la capacidad de analizar y resolver problemas complejos del mundo real y pensar críticamente. Contó con una muestra de 107 estudiantes del segundo curso en Grado de Educación Infantil de la Facultad de Educación de la Universidad de Sevilla en España.

La muestra estuvo conformada por 107 estudiantes, pertenecientes a dos grupos diferentes, el primero, conformado por 56 estudiantes y el segundo conformado por 51 estudiantes. Cada grupo, a su vez, se dividió en subgrupos de tres a cuatro integrantes, los cuales desarrollaron una actividad enmarcada en el curso de funciones del profesorado, la cual es una asignatura obligatoria en la Facultad.

En dicha investigación, los proyectos fueron realizados bajo el esquema de esta estrategia de aprendizaje, poniendo en acción unas pautas específicas delineadas en cada fase tanto para los estudiantes como para el papel del docente universitario, y en donde se señalaban, además los resultados se esperaban alcanzar.

Como parte del resultado se resalta la mayor satisfacción que demostraron los estudiantes dicha estrategia, quienes manifestaron que a través de estas actividades simulaban los escenarios que podrían encontrar en los colegios cuando estén ya trabajando como educadores.

La importancia de este trabajo reside en que aplicar esta estrategia de Aprendizaje, permite fortalecer en el estudiante la capacidad de estar en contacto con los problemas reales; esto se

evidencia en la presente investigación al demostrar que los estudiantes llegan a solucionar problemas a través de los conocimientos adquiridos.

Cruz Ramírez, A. (2017), en su tesis “El aprendizaje basado en *proyectos como una estrategia docente para el desarrollo de competencias profesionales en estudiantes de Ingeniería Mecánica*” desarrollada en la Escuela Superior Politécnica de la Ciudad de México, tuvo como objetivo analizar el desarrollo de las competencias profesionales en estudiantes de la asignatura de Electrónica Digital aplicada, mediante la resolución de un problema de diseño aplicando la estrategia del aprendizaje basado en proyectos. El trabajo se realizó bajo un enfoque cualitativo del tipo investigación acción participativa. La muestra estuvo conformada por 36 estudiantes del sexto semestre del programa de Ingeniería Mecánica.

Los resultados de su trabajo mostraron que los estudiantes no lograron alcanzar la totalidad de las competencias de la asignatura, sino que prevaleció el desarrollo de las habilidades procedimentales sobre las cognitivas, por lo que concluyen que es importante evaluar por separado los elementos de la dimensión cognitiva y los de las dimensiones técnicas e interpersonales, para así buscar soluciones viables en aras de mejorar el desarrollo de las competencias. Estos resultados revisten importancia para esta investigación puesto que las competencias específicas de la mecánica de Fluidos también tienen que ver con el desarrollo tanto de habilidades cognitivas como procedimentales.

Serrato Martínez, N. (2015), desarrolló en México la tesis “El desarrollo del pensamiento crítico a partir del uso del Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia didáctica”, teniendo como objetivo planteado la determinación del modo en que la estrategia del aprendizaje basado en proyectos permite el desarrollo de la competencia “pensamiento crítico” en estudiantes universitarios en una institución educativa privada.

Para su trabajo utilizó una metodología con enfoque mixto, de diseño no experimental y de tipo transeccional, aplicado a una muestra de 30 estudiantes de Educación Superior del curso Desarrollo de Empresas de Impacto Social, con rango de edad entre los 19 a 22 años. Los resultados de su investigación determinaron que no hubo un desarrollo significativo del pensamiento crítico al aplicar la estrategia de aprendizaje basado en proyectos; solo se midió un incremento de 0.67, pero sí contribuyó con el objetivo del curso orientado a la generación de conciencia social en los estudiantes. El factor tiempo, entre el desarrollo de la estrategia y la aplicación de los instrumentos influyó en que no se diera el desarrollo esperado en esta capacidad. En conclusión, para el logro del objetivo es necesario los estudiantes deben estar bien informados acerca de las habilidades en las que van a ser evaluados y acerca de las competencias que van a desarrollar.

La importancia de esta investigación al presente estudio reviste en el hecho de que el pensamiento crítico es una capacidad que se desarrolla con la implementación del aprendizaje basado en proyectos y está ligada directamente al fortalecimiento de sus competencias de los estudiantes.

Aznar Fernández, F., Pujol López, M., Sempere Luna, J. y Rizo Aldeguer, R. (2012), llevaron a cabo, en España, la investigación titulada: “Adquisición de competencias mediante aprendizaje basado en proyectos como metodología docente: valoración del alumnado. 2011-2012”; cuyo objetivo era conocer el modo en que el aprendizaje basado en proyectos permite la adquisición de competencias transversales requeridas para los graduados de ingeniería informática, desde su propia perspectiva. La investigación se desarrolló con enfoque cualitativo, con alcance explicativo y diseño investigación-acción. La muestra estuvo constituida por los estudiantes de los cursos de modelos de fabricación asistidos por computador y razonamiento de la Universidad de Alicante en España.

Los resultados que se obtuvieron muestran que los estudiantes perciben positivamente que adquirieron competencias transversales, tales como, el aprendizaje autónomo, la toma de decisiones, la comunicación oral y escrita, el razonamiento crítico en el análisis y valoración de alternativas y el trabajo en equipo. El estudio dio como conclusión que esta nueva estrategia formativa era percibida por los estudiantes como el medio para adquirir competencias profesionales, entre los más valorados se citan el aprendizaje autónomo (64 %), la toma de decisiones (77 %), trabajo en equipo (73%) y la capacidad de organización y planificación (68%)”.

Esta investigación es de importancia para el presente estudio porque los autores demuestran que la metodología del aprendizaje basado en proyectos posibilita a los estudiantes adquirir y desarrollar competencias transversales necesarias en la carrera de ingeniería.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Suárez Sánchez, M. (2018), en su tesis de grado de maestría titulado “*Implementación de la metodología de enseñanza: aprendizaje basado en proyectos a ser aplicada en el curso de físico – química para metalurgistas FIGMM – UNI*”, tuvo como objetivo mostrar los resultados de su experiencia al aplicar y evaluar la estrategia del aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de competencias comunicacionales, toma de decisiones y trabajo en equipo en el curso de Físico-Química para metalurgistas. La muestra de la investigación considera 10 estudiantes matriculados en el curso de Físico Química para metalurgistas en el ciclo 2017-2.

La metodología de la investigación tiene enfoque cualitativo, diseño de investigación-acción y alcance explicativo. Los resultados comprueban que el aprendizaje significativo y la práctica reflexiva docente se ven favorecidos con el aprendizaje basado en proyectos y que éste promueve la adaptación de los estudiantes a nuevas metodologías. Como conclusión asegura

que el aprendizaje de los estudiantes mejora desde una efectiva articulación entre la teoría y la práctica, tomando en cuenta que, el docente se debe interesar por reflexionar sobre qué y cómo aprende el estudiante.

Este estudio trasciende a la presente investigación porque demuestra con la aplicación del Aprendizaje basado en proyectos los estudiantes han desarrollado habilidades de pensamiento que le permiten construir razonamientos orientados al desarrollo de un proyecto de investigación. Como consecuencia evidencia la práctica a la autonomía de pensamiento y el desarrollo habilidades actitudinales - procedimentales.

Ramos Valentín. E. (2018), elaboró la tesis *“Formación basada en el enfoque de competencias y el logro de aprendizaje de los estudiantes de nivelación de física de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Campus San Miguel, 2017”*. Tuvo como objetivo establecer el nexo entre la formación por competencias y el logro del aprendizaje en los estudiantes de la mencionada universidad.

La metodología precisa un enfoque cuantitativo y diseño no experimental de corte transversal y con alcance correlacional. La muestra estuvo conformada por 87 estudiantes de Nivelación de Física. Los resultados señalan que la relación que existe entre la formación por competencias y el logro de aprendizaje de los estudiantes de nivelación de física de la universidad en el semestre 2017-I es significativa. Para medir la correlación entre variables elaboró un cuestionario de 42 preguntas y las contrastó con las notas obtenidas por los estudiantes, los cuales evidencian los niveles de logro alcanzado por los mismos. Las conclusiones señalan que la didáctica y la metodología de enseñanza influyen en el logro del aprendizaje para los estudiantes de Física de la citada universidad.

Este estudio es relevante para la presente investigación, debido a que se demuestra la relación del enfoque de competencias con el logro de aprendizaje, esto es importante ya que en

el presente trabajo de investigación se relacionan las competencias específicas de curso de Mecánica de Fluidos con la aplicación de una estrategia de aprendizaje.

Zegarra Ramírez, L. (2017), en su tesis *“Efectos de la aplicación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de competencias en el curso de procesos de manufactura II”*. Lima. Perú, planteó como objetivo medir los efectos que se desprenden de aplicar la estrategia del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de competencias de los estudiantes del curso de procesos de Manufactura II de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica de la UNI.

Para ello realizó una investigación con enfoque cuantitativo con diseño cuasi experimental, con pre y post test, aplicado a una muestra de 60 estudiantes, divididos en 2 grupos, uno de control y experimental. Los resultados probaron que la aplicación de la metodología promovió que los estudiantes incrementen sus capacidades de análisis, síntesis y comprensión de los contenidos del curso y su aplicación en la práctica. Sus investigaciones llevaron a la conclusión que la aplicación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos favoreció el desarrollo de competencias procedimentales, cognitivas y actitudinales en el curso y que con ello logró que los estudiantes fueran capaces de cristalizar los conocimientos teóricos adquiridos en la clase en un proyecto real, similares a los que más adelante trabajaran durante su vida profesional.

El aporte de este estudio al presente trabajo de investigación radica en la comprobación del desarrollo de competencias cognitivas en los estudiantes gracias a la aplicación del aprendizaje basado en proyectos.

Rodríguez Vera, F. (2017), en su tesis *“Aprendizaje basado en proyectos en el nivel de competencias investigativas en estudiantes de Instituto Pedagógico. Trujillo, 2017”*, se planteó como objetivo establecer la influencia que el aprendizaje basado en proyectos

produce en el mejoramiento del nivel de competencias investigativas de los estudiantes del Instituto Pedagógico Trujillo. Utilizó una muestra de 117 estudiantes del primer semestre académico del Instituto Pedagógico Indoamérica de la ciudad de Trujillo.

La investigación realizada fue de enfoque cuantitativo, con alcance correlacional y diseño cuasi experimental. Los resultados del estudio, a través de la aplicación de test de entrada y salida a dos grupos de trabajo: control y experimental, determinaron que el grupo experimental mostró una mejora en el nivel de las competencias investigativas, pues un 35% se ubicó en el nivel alto y un 65% en el nivel medio. La conclusión de este trabajo señala que a través del aprendizaje basado en proyectos se favorece el desarrollo de las competencias toma de decisiones, trabajo en equipo, comunicación, etc. en los estudiantes.

Este trabajo es relevante para la presente investigación porque los resultados y la prueba de hipótesis evidencian y permiten reafirmar que se logra mejorar significativamente el nivel de las competencias investigativas de los estudiantes al aplicar la estrategia del aprendizaje basado en proyectos.

Además de los antecedentes presentados, se considera el artículo Aprendizaje basado en Proyectos del Boletín N° 5 del Instituto de Docencia Universitaria de la Pontificia Universidad Católica del Perú (2017), en donde se publican las experiencias del Profesor Rumiche Zapata, F. del Departamento de Ingeniería, del curso de Ingeniería de Materiales, quien presenta las razones por las que utiliza el aprendizaje basado en proyectos; el docente señala que la implementación de proyectos en los cursos involucra fuertemente a los estudiantes pues se tratan temas que tienen relación con las tecnologías y están orientados a resolver necesidades en muchos ámbitos de la sociedad. Asimismo, los estudiantes desarrollan competencias importantes como el trabajo en equipo, la comunicación, la toma de decisiones, entre otros; y, lo que, es más, en ocasiones esta metodología puede generar aprendizajes no esperados como la negociación o la persuasión.

El mismo docente recomienda que, para su aplicación, se debe seleccionar cuidadosamente el tema del proyecto, estableciendo con claridad el alcance del mismo, tomando en cuenta el tiempo y la flexibilidad de su manejo, manteniendo permanentemente la motivación y las asesorías; y, por último, seleccionar un jurado especializado e interdisciplinar.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos

2.2.1.1. Definición del Aprendizaje basado en Proyectos

El aprendizaje basado en proyectos es una estrategia de enseñanza basada en diversas teorías que forman parte del constructivismo psicológico y pedagógico, el cual sostiene que la construcción de los nuevos saberes se realiza a partir de la reestructuración de saberes previos y que los aprendizajes son desarrollados por las personas participando activamente. En este contexto, el aprendizaje basado en proyectos se caracteriza por centrar el aprendizaje en los estudiantes, asignando al docente el rol de facilitador del aprendizaje. Asimismo, esta estrategia permite a los estudiantes adquirir conocimientos y desarrollar competencias claves en el presente siglo, mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real (Peris, 2018, p 4).

Blank (1997) citado por Galeana (2016), señala que el aprendizaje basado en proyectos es un método con el cual los estudiantes diseñan, planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase” (p 1). El método propicia el aprendizaje significativo, y desarrolla el pensamiento crítico, la capacidad de resolución de problemas, el trabajo colaborativo y diversas formas de comunicación.

Según la Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo del Sistema, Vicerrectoría Académica del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, el aprendizaje basado en proyectos puede definirse de muchas maneras, por ejemplo:

Como un conjunto de experiencias de aprendizaje que llama la atención de los estudiantes, quienes se involucran para resolver problemas complejos del mundo real y, mediante el cual, adquieren o desarrollan capacidades y aplican sus conocimientos. O también se define como una estrategia que considera que los estudiantes son capaces de realizar trabajos significantes, que existe la necesidad de que ellos sean tomados en cuenta y que el aprendizaje que obtienen se convierta en significativo. Este aprendizaje, a su vez, obliga a los estudiantes a recurrir a muchas fuentes de información y a manejar contenidos disciplinares que los lleven a la resolución de problemas o a dar respuestas adecuadas a las preguntas del tema a desarrollar. También, las experiencias en las que se ven inmersos los estudiantes favorecen el manejo y utilización de diversos recursos a la par que desarrollan y mejoran sus habilidades individuales y grupales a través del trabajo académico. Por otro lado, los proyectos que desarrollan, a veces, traspasan las fronteras del aula, llevándoles a entablar contacto con la comunidad, enriqueciéndose todos por dicha relación. Una estrategia de aprendizaje que se enfoca en los contenidos fundamentales y en los principios de una materia, lo que hace posible que los estudiantes actúen de manera autónoma para construir su propio aprendizaje y al término del cual generen soluciones reales obtenidos por sí mismos.

El presente trabajo de investigación asume la definición que la Vicerrectoría Académica del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey precisa acerca de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos.

Asimismo, es conveniente señalar que la aplicación del aprendizaje basado en proyectos propicia el desarrollo de los siguientes procesos (capacidades) en los estudiantes:

a. Trabajo colaborativo

Aguilar, Cedillo y Valenzuela (2015) afirman que el trabajo colaborativo puede ser definido como la construcción del aprendizaje desde puntos de vista variados con el propósito de solucionar algún problema; favoreciendo la tolerancia, la coordinación, integración, etc., para que en un corto plazo se obtenga una solución.

Poma y Becerra (2019) afirman que “el trabajo colaborativo es una forma de trabajo en equipo mediante el cual se espera que los estudiantes aprendan más de lo que aprendería al trabajar individualmente, como consecuencia de la interacción con los demás integrantes del equipo”. Como producto de estas actividades se da paso a un aprendizaje colaborativo, en donde todos los estudiantes apuntan hacia una misma meta.

Por su parte, Tobón (2013) refiere que afirma que mediante el trabajo colaborativo las personas comparten, recursos, ideas y competencias para lograr un propósito que se han trazado, sumando sus fortalezas y comunicándose asertivamente.

b. Protagonismo de los estudiantes en su aprendizaje

Zapata (2005) afirma que en el último siglo se ha seguido la tendencia de otorgar a los estudiantes un mayor protagonismo en su proceso de formación. Por ello una formación en competencias implica todo un proceso de aprendizaje autónomo, lo que permitirá que el estudiante reconozca el medio en que se desenvuelve, se nutra de conocimiento y se conozca a sí mismo.

De esta manera, el docente del curso al asignar un papel protagónico a los estudiantes para la construcción de su aprendizaje, estará fomentando que los estudiantes desarrollen y fortalezcan el liderazgo como competencia del curso.

c. Contacto con problemas reales

En el aprendizaje basado en proyectos, los estudiantes abordarán la solución de un problema real inmerso en su entorno cercano y cotidiano, mediante la elaboración de un proyecto final que evidencie la solución adoptada; es decir, el proyecto no es teórico, sino que es aplicado en la realidad y que esté basado en los conocimientos adquiridos (comprensión) en el curso de Mecánica de Fluidos.

Según menciona Lalueza (2016), los estudiantes identifican necesidades en su entorno, seleccionan y diseñan proyectos para satisfacer las necesidades contando con la ayuda de sus profesores intentando soluciones. Además, es conveniente involucrar tanto a instituciones ajenas a la universidad para que las soluciones adoptadas sean lo más más realistas posibles.

d. Investigación individual

Considera el hecho de que el estudiante debe realizar investigaciones por cuenta propia acerca de los contenidos de la Mecánica de Fluidos que estén en relación con los temas del proyecto. Al respecto, García, Muñoz y Gómez (2017), mencionan que el aprendizaje basado en proyectos puede ser definido como una estrategia de enseñanza- aprendizaje centrada en tareas, tal que los estudiantes, para lograr un producto final, entablan comparten y negocian ideas. También, esta estrategia promueve, dentro de una planificación de trabajo delineado a través de objetivos, procesos y etapas, el aprendizaje tanto autónomo como individual. Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje y en el proceso descubren sus preferencias y estrategias. Por otro lado, los estudiantes también participan en la identificación de los contenidos temáticos y consensuan con los profesores los mecanismos de evaluación.

2.2.1.2. Etapas del aprendizaje basado en proyectos

No existe un consenso general acerca de cuántas y cuáles deben ser las etapas y procesos pedagógicos que se deben llevar a cabo para ejecutar el aprendizaje basado en proyectos. Todo depende de la visión del docente, de las metas que desea alcanzar, de los resultados esperados en los estudiantes, etc. Sin embargo, en la mayoría de los casos existe coincidencia en que se pueden diferenciar tres grandes fases o etapas del aprendizaje basado en proyectos: la fase de planificación del proyecto, la de ejecución y la de evaluación.

El presente trabajo de investigación, basado en lo señalado por Tippelt & Jürgen (2007), así como por Jerez (2015) citado por Malpartida, José (2018, p.61) plantea las siguientes tres fases:

2.2.1.2.1. Planificación del proyecto

Según Tippelt & Jürgen (2007) esta etapa se inicia con la acción de informar, que señala que es tarea del docente familiarizar previamente a los estudiantes con la estrategia para así determinar conjuntamente con el mismo los temas del curso a tratar, de modo que resulten los más indicados para el proyecto. Durante esta primera fase los estudiantes se avocan a la recopilación de la información necesaria para la solución del problema o meta planteada. Para lo cual cuentan con diversas fuentes de información como textos, manuales técnicos, páginas web, vídeos, etc.

La planificación de los logros del proyecto propicia que las experiencias individuales de los estudiantes se vinculen con las experiencias de los demás participantes, lográndose de este modo un alto grado de identificación y compromiso con el trabajo.

Tippelt & Jürgen (2007) precisan además que la planificación consiste en la elaboración del plan de trabajo a desarrollar, la estructuración de una hoja de ruta metodológica, así como el diseño de los instrumentos y materiales de trabajo.

La planificación es la fase que evidencia el principio de socialización de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos. Las variadas personalidades de los estudiantes influyen en el desempeño del trabajo de los equipos. Por ello, el docente debe procurar que la conformación de los grupos sea lo más variopinta posible para obtener resultados mas representativos y consensuados posibles, estableciendo pautas para beneficiar la dinámica de los equipos.

La planificación incluye la actividad de decidir, que consiste en determinar en conjunto una o más soluciones que se desean desarrollar. Ya cuando los participantes en el proyecto llegan a un acuerdo sobre el camino a la solución, dialogan al respecto con el docente. El procedimiento a seguir es una decisión que debe tomarse conjuntamente entre el docente y los miembros del equipo del proyecto. Puede darse el caso de que la opción elegida no sea la que inicialmente trazó el docente.

En la decisión, el docente tiene la potestad de hacer comentarios, refutar y, de ser el caso, hacer las correcciones a las posibles estrategias de solución propuestas por los estudiantes, dialogando con ellos acerca de dimensionar de los problemas, delimitar las soluciones, sopesar los riesgos y los beneficios asociados a cada una de las alternativas a escoger. Un aspecto primordial a considerar en este proceso social de comunicación es la negociación para aprender a tomar decisiones de forma conjunta.

Jerez (2015) citado por Malpartida (2018) precisa que en esta fase se define la ruta informativa y las especificaciones del docente.

Las actividades que se desarrollan en esta fase, por parte del docente, así como de los estudiantes, son:

- Designación de un líder o responsable del equipo. Es recomendable que este rol de líder rote entre los integrantes a lo largo del desarrollo del curso.
- Identificación de los problemas del entorno cercano o lejano cuya solución pueda darse utilizando conocimientos del curso.
- Discusión y debate acerca de las posibles soluciones a aplicarse.
- Elaboración de un resumen o listado de situaciones problemáticas
- Selección de una o más posibles soluciones a la problemática.
- Identificación de temas, contenidos o bases teóricas que contribuyan a la realización del proyecto.
- Asignación de roles para la ejecución de las tareas. Así como el rol de líder, se recomienda que también los demás roles sean rotativos entre los integrantes del equipo.
- Elaboración de planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas.
- Realización del análisis de la información disponible y la que haría falta conocer para la ejecución de su proyecto.
- Elaboración del anteproyecto del tema elegido.

2.2.1.1.2. Desarrollo del proyecto

Tippelt & Jürgen (2007) afirman que esta fase evidencia la acción experimental e investigadora, ejercitando la creatividad, la autonomía y la responsabilidad de los estudiantes. Cada integrante del equipo lleva a cabo su tarea según lo planificado o según la parte de la tarea acordada. Siempre es necesario echar una mirada atrás para comprobar que los resultados parciales coincidan con el plan inicial, y, de ser necesario se efectúen correcciones o precisiones, tanto a nivel del planeamiento como de ejecución del proyecto. De este modo se

estaría revisando y verificando los avances y realizando autocontrol y evaluación, tanto grupal como individual. Se debe también privilegiar en trabajo autónomo, lo cual no significa que los estudiantes sientan que se encuentran solos en el proceso. Los estudiantes se corrigen con el asesoramiento del docente que, como experto en la materia promueve que los resultados sean satisfactorios. El docente asesora permanentemente a los estudiantes, guiando, motivando y corrigiendo.

En esta etapa nuevamente se enfatiza en la función social de la estrategia, a partir de la motivación que también cumple una función emocional importante para los estudiantes.

Jerez (2015) citado por Malpartida, José (2018) precisa que en esta fase se realiza la identificación del proyecto, la definición de objetivos, estrategias y acciones a seguir.

En esta fase, las actividades que se desarrollan los estudiantes como protagonistas de su aprendizaje, son:

3. Recopilación y análisis de la información.
4. Identificación de las variables del proyecto.
5. Establecimiento de criterios de diseño
6. Construcción de un esquema para un prototipo.

2.2.1.1.3. Evaluación del producto

Tippelt & Jürgen (2007) indican que esta fase consiste en valorar la calidad del trabajo realizado, empezando con una autoevaluación de los estudiantes.

Durante esta fase, el docente cumple un rol de asesoría y orientación, interviniendo cuando los estudiantes no concuerden en la significación de los resultados obtenidos.

También se aplica coevaluación y autoevaluación en una discusión final en la que los estudiantes y el docente dialogan conjuntamente acerca de los resultados obtenidos. (p. 6-9)

El centro de investigación y desarrollo de aprendizajes Northwest Regional Educational Laboratory (2006) plantea otras etapas en la aplicación de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos, estableciendo que un proyecto auténtico (real) debe tener claramente definidos, un inicio, un desarrollo y una evaluación:

Descripción y propósito del proyecto: se da un alcance de los objetivos del proyecto y del modo en que este soluciona la situación problemática.

Determinación de las especificaciones de desempeño: presentación de lista de consideraciones de atributos que el proyecto debe cumplir, así como el conjunto de instrucciones u hoja de ruta a seguir. Incluyen objetivos a breves periodos, programación de tiempos, lista de integrantes del o los equipos y funciones que cumplirán en el grupo.

Evaluación: En el aprendizaje por proyectos se valora la actuación de los estudiantes, se evalúa el proceso de aprendizaje, así como el producto final.

Jerez (2015) citado por Malpartida (2018) precisa que en esta etapa se realiza el proceso de evaluación de resultados, así como de evaluación de roles asumidos por los estudiantes.

En esta tercera fase se desarrollan las siguientes actividades:

Los estudiantes realizan:

7. Presentación del informe final.
8. Presentación del prototipo; explicar sus componentes y funcionamiento.
9. Autoevaluación.

Los docentes realizan:

10. Retroalimentación aclarando las posibles dudas.
11. Calificación del informe final y el prototipo.
12. Reflexión con los estudiantes acerca del aprendizaje logrado.

2.2.2. Competencias específicas del curso de Mecánica de Fluidos

2.2.2.1. Nociones de competencia

Al tratarse de un término que tiene muchas connotaciones, las competencias se han definido y descrito de diferentes maneras. Así, Le Boterf (2018) afirma:

“Desde una perspectiva de ser competente, es un proceso de saber cómo actuar en situación profesional mediante la movilización de una conjugación adecuada de recursos internos personales (saber, saber hacer o destreza, aptitudes, emociones, etc.) y externos (medios ambientales) y utilizando funciones de orientación ”.

Desde el punto de vista de tener habilidades, este es un recurso personal o una combinación de recursos personales necesarios para saber actuar en una situación profesional. (p. 57)

La educación por competencias se enfoca en que el aprendizaje es adquirido por el estudiante poniendo en juego un conjunto de atributos, tales como sus habilidades, conocimientos, técnicas, motivaciones, emociones. etc., y que todos ellos debidamente amalgamados le conducen a lograr una o más competencias con las cuales será capaz de enfrentar eficientemente cualquier situación problemática en su entorno social.

De acuerdo con lo expresado con Tobón (2008), puesto que las competencias no constituyen un modelo pedagógico sino más bien se consideran una orientación educativa, de ninguna manera debe entenderse que la formación por competencias implica determinar cómo debe ser el estudiante a formar o determinar el tipo de estrategias a utilizarse, sino que, las competencias se focalizan en algunos determinados aspectos conceptuales o metodológicos como el saber ser, el saber hacer, saber conocer y saber convivir. En tal sentido, el estudiante que aprende por competencias, al dejar de lado la pasividad (receptor de

conocimiento) se vuelve un actor activo, y construye su propio conocimiento; y ello se traduce se traduce en una persona con autonomía, autoconfianza, indagador, ávido de respuestas y predispuesto a enfrentar nuevos retos y con capacidad de tomar decisiones acertadas basado en su capacidad desarrollada de análisis, pensamiento crítico y la comunicación efectiva.

El concepto de competencia nace desde una perspectiva o visión de carácter laboral. Desde la década de 1950, los organismos labores empiezan a preocuparse por conocer cuál sería el perfil adecuado del trabajador que resulte más competente para desarrollarse en uno u otro tipo de trabajo. En los 60's, el psicólogo estadounidense David McClellan sostiene la teoría de que todas las personas poseen una necesidad de logro, referido al esfuerzo por sobresalir, la necesidad de ser mejor que otro; es decir se hace referencia a las competencias laborales conductuales (orientación al logro, proactividad, trabajo en equipo, adaptabilidad, etc.) que hacen que las personas logren desempeños superiores en toda actividad que realicen. Mientras que hacia los 80's, en Inglaterra es ya de conocimiento y se investigan las competencias laborales funcionales (operar un equipo o máquina, llenar formularios, etc.), aquellas que permiten lograr un mejor desempeño en un ambiente de trabajo.

Bertrand Schwartz postula que el pensamiento complejo es un pensamiento que relaciona la formación con el trabajo, el ser con el hacer. Desarrollar este pensamiento lo lleva a formular estrategias que faciliten la construcción del conocimiento, a fin de que su inclusión en su entorno sea posible. De este modo sienta las bases de la competencia constructivista.

Ahora, surge la pregunta de ¿cómo alinear las necesidades de la industria con el mundo educativo?

En 1999, a raíz de la Declaración de Bolonia, acuerdo suscrito por los ministros de educación de la comunidad europea incluyendo a Rusia y Turquía, cuyos propósitos fueron

el de dar lineamientos comunes para simplificar el intercambio , sea para estudiantes en formación o titulados y el de uniformizar lo que se aprende en las aulas universitarias con las necesidades de la sociedad, haciendo que el estudiante sea más competitivo y con mejor performance con una formación centrado en el estudiante y certificado con los créditos debidos, se lleva a cabo la creación del denominado Proyecto Tuning (europeo), con la finalidad de que se cumplan los objetivos señalados. La idea era *afinar* las estructuras educativas de Europa. Posteriormente se trabajaron los Proyectos Alfa Tuning para Latinoamérica (2004-2007) y (2011-2013) en los que se convino, entre otros, propiciar la aplicación de estrategias metodológicas con el propósito de desarrollar y evaluar la formación de competencias, para lo que se requeriría realizar avances en los procesos de reforma curricular.

Según el proyecto Tuning - América Latina (2007), las competencias pueden clasificarse como genéricas y específicas. Se denominan competencias genéricas a aquellas que son comunes a cualquier área, las que a su vez se clasifican en interpersonales, instrumentales y cognitivas. Las competencias específicas son aquellas que corresponden a cada especialidad o área de estudio. Son competencias instrumentales las capacidades de: organización y planificación, la resolución de problemas, la comunicación oral y escrita, la toma de decisiones, análisis y síntesis los conocimientos básicos de la profesión, etc. Son competencias sistémicas: la capacidad para trabajar en forma autónoma, la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, la capacidad de adaptarse a nuevas situaciones etc.; son competencias interpersonales: el trabajo en equipo disciplinar e interdisciplinar, la capacidad de comunicarse con expertos, y otras habilidades interpersonales.

El curso de Mecánica de Fluidos, tal como se imparte en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UNAC, promueve que los estudiantes desarrollen dos competencias específicas: *la comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los*

gobiernan y la aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas.

2.2.2.2. Comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan

Es una competencia que se desarrolla a partir del conocimiento de las propiedades y leyes o ecuaciones que rigen el comportamiento de los fluidos. Para ello se requiere que los estudiantes adquieran los conocimientos básicos del curso; es decir, que aprendan los contenidos de la asignatura dosificados secuencial y coherentemente. A decir de Salas (2005, p.4) su organización [de los contenidos del curso] es fundamental en el proceso de aprendizaje. Cuanta más coherencia exista entre estos contenidos, los estudiantes encontrarán las relaciones entre ellos más fácilmente, y ello hará que su nivel de comprensión aumente. Alcanzar la comprensión implica también el desarrollo de la competencia *capacidad de análisis y síntesis*, que, a decir de Alcaraz et al (2014, p. 5) ambas competencias son genéricas de tipo instrumental-cognitivas complementarias y por tanto al desarrollarlas se está facilitando la comprensión. Alcanzar la capacidad de análisis implica que el estudiante es capaz de abordar metódicamente situaciones complejas y descomponerlo en sus elementos básicos, estando consciente de la importancia y significación de cada uno de ellos; mientras que alcanzar la capacidad de síntesis implica que el estudiante es capaz de integrar los diferentes elementos que forman parte de una situación problemática. El desarrollo de esta capacidad constituye el soporte para la comprensión de la teoría y su consiguiente aplicación a casos y problemas reales.

Además, una real comprensión de los contenidos del curso significa también que los estudiantes sean capaces de *resolver problemas*; el cual se refiere al hecho de que los estudiantes encuentran soluciones rápidas y efectivas haciendo uso racional de los recursos y minimizando los riesgos, previo a un análisis concienzudo del problema.

Sin embargo, como lo señala Salas (2005) el hecho de los conceptos o contenidos sean comprendidos, no garantiza que el estudiante haya obtenido un aprendizaje significativo. En ese sentido, señala que el estudiante que ha desarrollado competencia es aquel que ha sabido actuar en concordancia con sus saberes, comprendiendo sus pensamientos y el modo como los conceptos se interrelacionan.

Por lo anterior, es necesario que la competencia específica “*comprensión...*” venga acompañada por la competencia específica “*aplica...*” para asegurar que el estudiante ha alcanzado un aprendizaje significativo.

Procesos cognitivos para el logro de la competencia específica: comprensión del comportamiento de los fluidos en la Mecánica de Fluidos.

Benjamín Bloom, propuso una teoría denominada *taxonomía de Bloom*, consistente en una categorización de los aprendizajes cuyo fin es que, al finalizar un determinado proceso de aprendizaje, el alumno alcance nuevos conocimientos y habilidades; y que, según la cual, el aprendizaje comienza desde el proceso cognitivo básico o elemental que es “conocimiento” hasta el más complejo que es “evaluación” (versión original). En la versión revisada de Anderson & Krathwhol, del año 2001, se cambiaron los sustantivos de la propuesta original a verbos y se varió la secuencia en que las categorías de orden superior son presentadas; en esta taxonomía revisada, inicia con la categoría más básica que es “recordar” hasta la más compleja, que es “crear”, ejecutando de manera simultánea procesos cognitivos específicos que permiten evidenciar ordenadamente el logro de las competencias. Posteriormente, en 2008, Churches presenta una versión actualizada denominada taxonomía para la era digital, en la que complementa cada categoría con verbos e instrumentos utilizados en los tiempos modernos.

Eisner (2000) afirma que para un estudiante se encuentre en un determinado nivel, primero debió haberse desempeñado en los niveles que lo anteceden; es decir, si el estudiante

quiere, por ejemplo, aplicar el conocimiento, debe primero haber comprendido la información. Por ello debe entenderse que la taxonomía es una forma de ordenar jerárquicamente las categorías de dominio cognitivo y no debe considerarse solo como un esquema de clasificación,

Para este trabajo de investigación se utilizó la taxonomía revisada de Anderson & Krathwhol, cuyas acciones correspondientes a cada categoría para lograr los procesos, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías del dominio cognoscitivo. Taxonomía de Bloom revisada por Anderson & Krathwhol (2001).

De orden inferior		CATEGORÍA DEL PROCESO COGNITIVO				De orden superior
RECORDAR	COMPRENDER	APLICAR	ANALIZAR	EVALUAR	CREAR	
Definir	Identificar	Resolver	Clasificar	Juzgar	Diseñar	
Bosquejar	Describir	Usar	Categorizar	Justificar	Construir	
Enumerar	Explicar	Implementar	Comparar	Apreciar	Elaborar	
Nombrar	Resumir	Operar	Diseñar	Valorar	Trazar	
Reconocer	Interpretar	Manipular	Planificar	Comparar	Programar	
Enlistar	Distinguir	Computar/calcular	Proyectar	Criticar	Desarrollar	
Citar	Ejemplificar	Demostrar	Esquematizar	Seleccionar	Proponer	
Copiar	Extraer conclusiones	Desarrollar	Organizar	Contrastar	Modelar	
	Parafrasear		Validar	Debatir	Formular	

A continuación, se describen las acciones (o procesos mentales), acompañadas de ejemplos tomados de las evaluaciones parciales, que los estudiantes del curso de mecánica de Fluidos tuvieron que realizar para fortalecer la competencia *comprensión*.

Recordar. Referido a la capacidad de rememorar hechos específicos y universales, conceptos básicos, ideas, esquemas o estructuras que están almacenados en la memoria, sin que sea indispensable el entendimiento de los mismos, basta con recordarlos. Por ejemplo:

- *Liste*, al menos, cinco propiedades de los fluidos.

Comprender. Referido a la capacidad de entender o aprehender. Significa que el estudiante es capaz de construir significado a partir de la información brindada, ya sea por el docente o a través los materiales de enseñanza. Esto se consigue realizando procesos mentales como la organización de ideas, comparación de información e interpretación de las mismas.

Por ejemplo:

- *Identifique* las causas de la turbulencia en el flujo en tuberías.
- *Dé un ejemplo* de cada uno de los siguientes flujos: turbulento e incompresible; incompresible y laminar; unidimensional y permanente.

2.2.2.3. Aplicación de los conocimientos de la mecánica de fluidos

Es la competencia específica que se enfoca en *la solución de problemas relacionados con el flujo de los fluidos*. Implica la necesidad de que los estudiantes fortalezcan la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica; es decir, utilicen las leyes de la mecánica de fluidos pertinentemente y resuelvan problemas de flujo de fluidos.

Aplicar los conocimientos a la práctica es considerada una competencia sistémica/metodológica que consiste en poner en acción lo aprendido ante una situación problemática con la finalidad de buscar una solución, trazando un plan de acción detallado para alcanzar los objetivos; según el proyecto Tuning - América Latina (2007), esta capacidad “le permite al sujeto establecer puentes entre el saber y la aplicación práctica” (p. 209) y lo coloca como la segunda capacidad más valorada por los empleadores en el ámbito profesional. Por tanto, es imprescindible que los estudiantes de ingeniería desarrollen esta capacidad a través de ejecución de actividades que guarden relación con problemas reales.

Ahora bien, para lograr el desarrollo de estas dos competencias específicas, se deben poner en práctica distintos procesos cognitivos de manera progresiva en los estudiantes.

Procesos cognitivos para el logro de la competencia específica: aplicación de los conocimientos de la mecánica de fluidos.

Aplicar. Consiste en poner en práctica un proceso aprendido, ya sea en una nueva situación o en una conocida. Este proceso mental suele reforzar la memorización y la comprensión. Por ejemplo:

- *Utilice* la ecuación del número de Reynolds para calcular el régimen de flujo de una corriente de agua que viaja a 5 m/s en una tubería de 2 pulgadas de diámetro.

Analizar. Consiste en desmontar el conocimiento en sus partes más reducidas para encontrar el modo en que estos se relacionan dentro de la estructura global. A partir de aquí es posible que el estudiante infiera, clasifique o haga deducciones; por ejemplo:

- *Clasifique* a las bombas atendiendo al modo de transformar la energía.

Evaluar. Trata de formular un juicio acerca del valor de materiales o métodos, de acuerdo con ciertos propósitos o criterios. Por ejemplo:

- *Discuta* la posibilidad de que un fluido compresible como el aire pueda tener un flujo incompresible.

Crear. Consiste en reunir cosas y hacer algo nuevo a partir de su capacidad intelectual o artística. Para realizar tareas creativas, los estudiantes generan ideas, planifican y producen; por ejemplo.

- *Elabore* un esquema para una tobera, *seleccione* un volumen de control y *grafique* todas las fuerzas que intervienen en el flujo de un caudal de agua saliendo del mismo.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, alcance y diseño

En la presente investigación se utilizó un enfoque cualitativo, el que, a decir de Hernández, Fernández y Baptista, (2014) éste se centra en la comprensión de los hechos, examinándolos desde el punto de vista de los participantes en su propio ambiente y en relación con su contexto.

El alcance es de tipo explicativo, puesto que, como lo señalan los mismos autores, se pretende dar una explicación de las razones de ocurrencia de un fenómeno, señalando las condiciones en la que se produce o indicando como las variables se relacionan entre sí. Responden, también, el origen de los eventos sociales.

El diseño es fenomenológico, puesto que se trata de analizar los puntos de vista o percepciones de los personajes. Hernández et al (2014) señalan que su propósito principal es entender las vivencias de las personas en relación a un evento para conocer lo que tienen en común.

Para el desarrollo del trabajo se ha efectuado previamente un diagnóstico de la enseñanza-aprendizaje (tradicional) del curso de Mecánica de Fluidos en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao, mediante el análisis estadístico de las notas de los estudiantes de los últimos 7 años y la aplicación de sendas encuestas a estudiantes y a docentes que conducen el curso.

Es preciso señalar que esta investigación también es de tipo proyectivo, puesto que, en palabras de Hurtado (2008), consiste en la búsqueda de la solución a un determinado problema particular o de interés colectivo mediante la confección de un modelo o propuesta, partiendo de un diagnóstico exacto de la problemática.

3.2. Matrices de alineamiento

3.2.1. Matriz de consistencia

Título: El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para fortalecer las competencias específicas del curso de Mecánica de Fluidos en los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de una universidad pública del Callao en el 2018

Tabla 2. Matriz de consistencia (Elaboración propia)

Preguntas	Objetivos	Variable	Dimensiones	Metodología
<p>Pregunta general ¿De qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece las competencias específicas en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018?</p> <p>Preguntas específicas ¿De qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece la competencia específica <i>comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan</i> en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018?</p> <p>¿De qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece la competencia específica <i>aplicación de los conocimientos a la solución de problemas</i> en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018?</p>	<p>Objetivo general Explicar de qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece las competencias específicas del curso de Mecánica de Fluidos en los estudiantes del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018.</p> <p>Objetivos específicos Explicar de qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece la competencia específica <i>comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan</i> en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018</p> <p>Explicar de qué manera la aplicación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos fortalece la competencia específica <i>aplicación de los conocimientos a la solución de problemas</i> en los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de una universidad pública del Callao, en el 2018</p>	<p>Aplicación del aprendizaje basado en proyectos</p> <p>Competencias específicas de la Mecánica de Fluidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Planificación del proyecto Desarrollo del proyecto Evaluación del producto final <ul style="list-style-type: none"> Comprensión del comportamiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan. Aplicación de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos. 	<p>Enfoque: Cualitativo</p> <p>Alcance: Explicativo</p> <p>Diseño: Fenomenológico</p> <p>Población: 92 estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica del curso de Mecánica de Fluidos</p> <p>Muestra: 46 estudiantes para encuesta 31 estudiantes para aplicación del aprendizaje basado en proyectos</p> <p>Técnicas: Observación, entrevista y encuesta.</p> <p>Instrumentos: Rúbricas, bitácora, entrevista semiestructurada, prueba escrita y cuestionario de escala valorativa tipo Likert.</p>

3.2.2. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 3. Matriz de operacionalización - variable 1: Aplicación del aprendizaje basado en proyectos (Elaboración propia)

Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones (Etapas)	Indicadores (actividades)	Criterios e ítems de las rúbricas	Bitácora	Ítems de la entrevista
Una estrategia de aprendizaje que se enfoca a los conceptos centrales y principios de una disciplina, involucra a los estudiantes en la solución de problemas y otras tareas significativas, les permite trabajar de manera autónoma para construir su propio aprendizaje y culmina en resultados reales generados por ellos mismos. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (p.4)	Planificación, desarrollo y evaluación como etapas del proyecto, que se evaluarán con rúbricas, bitácora y entrevista	Planificación del proyecto	1. Los estudiantes identifican problemas del entorno.	Rubrica 1: Identificación de problemas a resolver Identifican más de dos problemas por resolver utilizando los conocimientos de la Mecánica de Fluidos, en el entorno nacional o local.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes identifican problemas del entorno.	¿Qué problema resuelve la solución que presentan?
			2. Los estudiantes seleccionan el problema a solucionar.	Seleccionan un problema a resolver analizando todos los aspectos: significancia, pertinencia, factibilidad y viabilidad del proyecto.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes seleccionan el problema a solucionar	
			3. Los estudiantes identifican la información necesaria para el desarrollo del proyecto.	Realizan con entusiasmo investigación individual identificando más de dos fuentes bibliográficas relacionadas con la temática del proyecto y explican detalladamente el valor de la información	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes identifican la información necesaria para el desarrollo del proyecto	¿Qué temas de la Mecánica de Fluidos intervinieron en la realización de su proyecto?
			4. Los estudiantes se asignan roles para la ejecución de las tareas en cada equipo.	Cada estudiante tiene un rol, lo desempeña cabalmente y supervisa el desempeño de sus demás compañeros.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes se asignan roles para la ejecución de las tareas en cada equipo.	
			5. Los estudiantes elaboran el plan de actividades del proyecto.	Elaboran planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas y acuerdan fechas para evaluar el trabajo.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes elaboran el plan de actividades del proyecto	
			6. Los estudiantes elaboran el anteproyecto de la solución elegida.	Presentan un anteproyecto completo, indicando la descripción del problema y la formulación del problema, los objetivos, la justificación, el ítem temático, el cronograma de ejecución y el presupuesto.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes elaboran el anteproyecto de la solución elegida	
		Desarrollo del proyecto	7. Los estudiantes recopilan y analizan la información.	Rúbrica 2: Recopilación y análisis de información Consultan bibliografía adecuada al tema utilizando diversas fuentes impresas y/o electrónicas. Las fuentes son apropiadas, fiables y de calidad.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes recopilan y analizan la información.	
			8. Los estudiantes identifican las variables del proyecto.	Identificación de las variables Identifican correctamente todas las variables intervinientes en la ejecución de su proyecto.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes identifican las variables del proyecto.	¿Cuáles son las variables del proyecto?
			9. Los estudiantes establecen los criterios de diseño.	Criterios de diseño Establecen criterios de diseño para el prototipo en cuanto a tamaño, parámetros hidráulicos, rango de operación, y restricciones de utilización.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes establecen los criterios de diseño.	
			10. Los estudiantes construyen el esquema para un prototipo.	Esquema o diseño de prototipo El esquema del prototipo es claro, muestra detalles, cumple con los criterios de diseño y está acotado	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes construyen el esquema para un prototipo.	

Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones (Etapas)	Indicadores (actividades)	Criterios e ítems de las rúbricas	Bitácora	Ítems de la entrevista
		Evaluación del producto final	11. Los estudiantes exponen el informe final.	Rúbrica 3: Exposición grupal Exposición clara, coherente del grupo en el tiempo asignado, demostrando suficiencia en la exposición y respondiendo satisfactoriamente (100%) a las preguntas del docente.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes exponen el informe final.	
	12. Los estudiantes presentan el prototipo; explican sus componentes y funcionamiento.		Rúbrica 5: Funcionamiento del prototipo El prototipo funciona correctamente al 100% de eficiencia con los parámetros de diseño del proyecto.	Registro de las actividades que evidencian cómo los estudiantes presentan el prototipo; explican sus componentes y funcionamiento.	- ¿Son capaces de explicar el funcionamiento del prototipo? - ¿Qué dificultades afrontaron durante la construcción de su prototipo? - ¿Cómo lo resolvieron?	
	13. Los estudiantes realizan autoevaluación y coevaluación.					
	14. El docente retroalimenta aclarando las dudas y precisando conceptos.					
	15. El docente reflexiona con los estudiantes acerca del aprendizaje logrado.				- En general, ¿qué rescatan de la realización de este tipo de aprendizaje? - ¿Qué capacidades adquirieron o desarrollaron durante la experiencia?	

Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable 2: Competencias específicas de Mecánica de Fluidos (Elaboración propia)

Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador (actividades)	Criterios e ítems de la rúbrica	Examen final-ítem
Las competencias son “la integración y movilización de conocimientos, normas, técnicas, procedimientos, habilidades y destrezas, emociones, actitudes y valores, en contextos diversos y auténticos, evaluables en un buen desempeño” (Red Psicología CUECH, en Juliá 2012: 122 citado en PUCP (2015:158).	Comprensión del comportamiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan y Aplicación de los conocimientos de la mecánica de fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos que se evalúan aplicando una rúbrica, examen final y escala valorativa.	Comprensión del comportamiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan.	Comprende el comportamiento de los fluidos	Distingue los diferentes tipos de propiedades de los fluidos.	Resuelve las siguientes preguntas: 1. Del listado de propiedades de fluidos siguiente: densidad, temperatura, masa, viscosidad, presión, volumen, distinga entre propiedades extensivas e intensivas.
				Identifica los distintos tipos de flujos de fluidos.	2. Cuál de los siguientes tipos de flujo representa al comportamiento del agua en el proyecto que desarrolló: turbulento, incompresible, viscoso, etc. Explique.
			Comprende las leyes que gobiernan al flujo de fluidos	Explica correctamente las leyes fundamentales que gobiernan al flujo de fluidos	3. Explique las leyes de la Mecánica de Fluidos que utilizó en la ejecución de su proyecto y señale en qué circunstancias las utilizó.
				Interpreta correctamente todos los términos que constituyen las ecuaciones de la MF	4. Formule la ecuación de conservación de masa para un volumen de control y establezca el significado físico de cada término.
		Aplicación de la mecánica de fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos.	Resuelve problemas utilizando pertinentemente las leyes de la Mecánica de Fluidos	Resuelve problemas adaptándose sus conocimientos a nuevas situaciones	5. Utilice las ecuaciones de la Mecánica de Fluidos y el esquema del prototipo de su proyecto para plantear la solución a un problema similar al que desarrolló en su proyecto.
			Resuelve problemas de flujo de fluidos con aplicación en sistemas de bombeo	Resuelve un problema de flujo aplicando la ecuación de Bernoulli con presencia de bomba	6. En una comunidad rural de la sierra se desea disponer agua para fines domésticos. Para ello se pretende instalar un sistema de bombeo que traslada las aguas desde una cisterna hasta un tanque elevado, utilizando tuberías de PVC de 1 pulgada y $\frac{3}{4}$ de pulgada, para la succión e impulsión respectivamente. De trabajos anteriores en la localidad se sabe que la necesidad de caudal es de 20 l/s y la altura geométrica por vencer, medida desde la superficie del agua en la cisterna y la superficie del agua en el tanque elevado es de 15 m. a) Utilice un esquema básico de instalación de una bomba centrífuga y dimensione, a discreción, los tramos de aspiración e impulsión del sistema de bombeo. b) Calcule la potencia necesaria, en HP, de la bomba a utilizar. Suponga una eficiencia del 75% Nota. Justifique la necesidad de incluir cualquier otro parámetro no indicado en la pregunta

3.3. Población y muestra

La población estuvo constituida por 92 estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao. El curso pertenece al cuarto semestre de la malla académica y los estudiantes son distribuidos en dos secciones: 01T y 02T, a elección de los mismos. Las edades de los estudiantes varían entre los 18 y 36 años y proceden de un nivel socioeconómico de clase media baja.

La muestra, para el diagnóstico del desarrollo de competencias del curso mediante la aplicación de un cuestionario tipo Likert fue de tipo no probabilístico y de criterio no intencional, estuvo conformada por estudiantes de ambos sexos matriculados en la sección 02T durante el semestre académico 2018-A. Participaron 47 estudiantes, 44 de ellos de sexo masculino y tres de sexo femenino.

La muestra, para la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos estuvo conformada por 31 estudiantes de ambos sexos matriculados en la sección 01T durante el semestre académico 2018-B.

3.4. Técnicas e instrumentos

Para la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas de recopilación de datos: la observación, la encuesta y la entrevista.

La observación, como lo definen Hernández, Fernández y Baptista (2014), consiste en tomar nota ordenadamente y de modo confiable de las conductas o comportamientos de las personas. Se utiliza como instrumento de medición en situaciones variadas.

La entrevista, según Buendía et al (1998), consiste en la recopilación de información a través de un proceso comunicativo con el entrevistado, siguiendo un guion previamente diseñado en función a las variables que se pretenden estudiar.

La encuesta, según refieren Buendía, Colas y Hernández (1998), es una técnica que intenta responder a problemas tanto en términos descriptivos como de relación de variables. Se considera que es la metodología más indicada para el recojo de opiniones, creencias o actitudes porque, a pesar de que los encuestados no siempre suelen decir lo que necesariamente piensan, sin embargo, le mencionan al entrevistador lo que ellos quieren que éste sepa.

Las técnicas y los respectivos instrumentos utilizados en el presente trabajo son:

Observación: rúbricas y bitácora

Entrevista: Entrevista semiestructurada

Encuesta. Escala valorativa de Likert

La rúbrica es un instrumento de evaluación que se elaboró definiendo criterios e indicadores a manera de descriptores de cada nivel de logro.

La bitácora es un instrumento de evaluación cualitativa que posibilitó el estudio de las dimensiones de las variables; fue aplicado en las diferentes sesiones de aprendizaje (anexo 15).

La entrevista semiestructurada, instrumento de evaluación cualitativa, se aplicó a los estudiantes, en la recopilación de información de las dimensiones de la variable *aplicación del aprendizaje basado en proyectos* (anexo 17).

El cuestionario tipo Likert, instrumento de evaluación cuantitativa, se utilizó como instrumento complementario de diagnóstico. Permitió conocer la percepción de los estudiantes en relación al desarrollo de las competencias específicas de la Mecánica de Fluidos y la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos, en una clase con enseñanza tradicional. El instrumento fue aplicado el semestre 2018-A, anterior al semestre de aplicación de la estrategia.

También se consideró la información del examen final del curso (anexo 16).

3.5. Aplicación de instrumentos

Para la aplicación de los cuestionarios tipo Likert a los estudiantes, previamente se gestionó ante la Dirección Académica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica el permiso para la aplicación de los mismos, en el aula de clases del curso (modalidad presencial) y en el horario correspondiente (Anexo 3). La fecha de realización de la encuesta quedó fijada para el día 28 de junio de 2018 para la sección 02-T. Se explicó a los estudiantes los motivos de la encuesta y se les dieron algunos alcances acerca de los términos utilizados en el cuestionario. Así también se les exhortó a responder el cuestionario de manera veraz.

La aplicación de los cuestionarios a los docentes se efectuó en la sala de docentes de la Facultad el mismo día de la encuesta a los estudiantes. La encuesta se realizó a cinco docentes de la Escuela que dictan o dictaron el curso en la Escuela de Ingeniería a Eléctrica.

El análisis cuantitativo de los datos se realizó utilizando herramientas como la hoja de cálculo Excel y el software estadístico SPSS.

La aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos se realizó con los estudiantes del curso, un semestre después, 2018-B, pertenecientes a la sección 01-T.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente capítulo muestra los resultados y análisis de las variables de investigación, teniéndolas como criterio organizador. Sin embargo, a manera de diagnóstico, se inicia con la presentación de las estadísticas de las calificaciones de los estudiantes en los últimos siete años y los resultados de las encuestas de utilización de estrategias didácticas centradas en el estudiante, previos a la aplicación del aprendizaje basado en proyectos.

4.1. Resultados y análisis del diagnóstico situacional del desarrollo de competencias previo a la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos

Calificaciones en el curso de Mecánica de Fluidos del 2010A al 2016A.

En la tabla 5 se muestran los promedios de calificaciones, alcanzados por los estudiantes durante los últimos 21 semestres académicos, previo al cambio del modelo educativo de la UNAC en el curso de Mecánica de Fluidos.

Tabla 5. Notas promedio de los estudiantes de Mecánica de Fluidos por semestre académico, del 2010-2016. (Elaboración propia)

Nota	2010-A		2010-B		2011-A		2011-B		2012-A		2012-B		2013-A		2013-B		2014-A		2014-B		2015-A		2015-B		2016-A	
	01T	02T	01T	02T	01T	02T	01T	02T	01T	02T	01T	02T	01T	02T	01T	02T	01T	01T	01T	01T	01T	01T	01T	01T	01T	01T
Total matriculados	59	131	71	76	88	64	62	72	37	96	76	45	73	30	63	30	43	37	30	71	60					
Total aprobados	48	68	22	36	33	26	25	25	17	37	36	15	41	16	39	17	32	11	19	34	22					
Total desaprobados	11	63	49	40	55	38	37	47	20	59	40	30	32	14	24	13	11	26	11	37	38					
% aprobados	81.36	51.91	30.99	47.37	37.50	40.63	40.32	34.72	45.95	38.54	47.37	33.33	56.16	53.33	61.90	56.67	74.42	29.73	63.33	47.89	36.67					
%desaprobados	18.64	48.09	69.01	52.63	62.50	59.38	59.68	65.28	54.05	61.46	52.63	66.67	43.84	46.67	38.10	43.33	25.58	70.27	36.67	52.11	63.33					
Nota Promedio	11.27	8.96	7.90	9.57	8.39	8.14	7.82	8.03	8.51	7.95	7.96	5.84	8.48	8.00	10.08	10.07	10.93	7.00	9.70	9.77	8.38					

De este cuadro se deducen: el promedio general en porcentaje de los estudiantes aprobados y desaprobados, y la nota promedio general en el periodo comprendido entre 2010 y 2016, los que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Porcentaje de estudiantes aprobados y desaprobados y promedio general, del 2010-2016 (Elaboración propia).

CONDICIÓN	PORCENTAJE (%)
Aprobados	48
Desaprobados	52
Promedio general	8.70

Una representación gráfica de la tabla 5, se muestra en la figura 2.

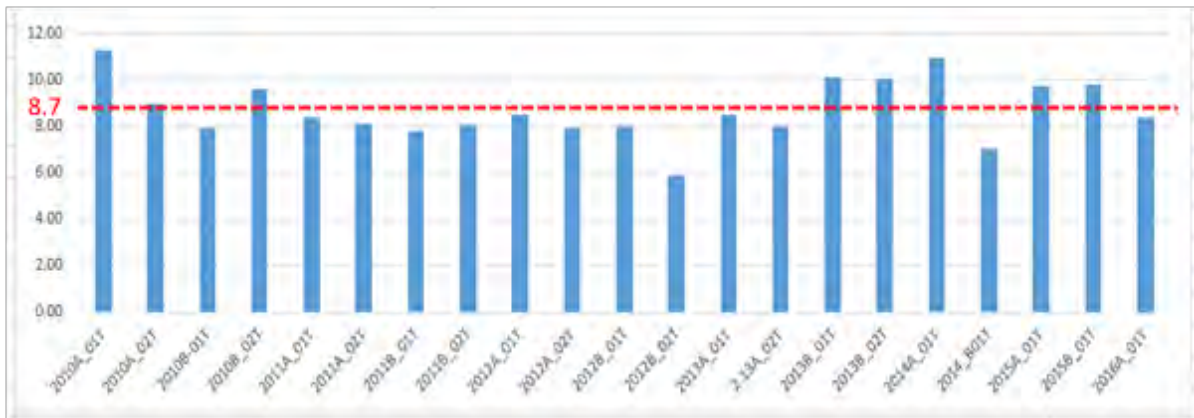


Figura 2. Distribución de notas promedios del curso Mecánica de Fluidos en el periodo 2010 -2016. (Elaboración propia).

De las tablas 5 y 6 y la figura 2 se puede apreciar que la nota promedio general del período es 8.70, y que el promedio semestral más alto no supera la nota 12.

Las calificaciones finales obtenidas por los estudiantes en los semestres académicos entre el año 2010 y el 2016, como se muestran en la tabla 5 y la figura 2 son realmente muy bajas. El hecho de que la nota promedio por semestre no supere el valor de 12 indica que apenas se han desarrollado las competencias del curso; además, solamente en dos semestres académicos el promedio general supera el valor mínimo aprobatorio. En los demás semestres académicos el valor promedio de las calificaciones está por debajo de once; lo que indica que la mayoría de los estudiantes no lograron desarrollar las competencias específicas del curso; hecho que se corrobora con la nota promedio general de 8.70 (nota desaprobatoria).

Resultados y análisis de las encuestas respecto a la aplicación de estrategias didácticas centradas en el estudiante en la enseñanza tradicional desde la perspectiva de los estudiantes

Los resultados de analizar la pregunta 18 del cuestionario se muestran en la figura 3. Se aprecia que un 28 % de los estudiantes opina que en clase se aplicó casi siempre o siempre alguna estrategia centrada en el estudiante; un 23% señaló que a veces; mientras que, un mayoritario 49 % afirma que raras veces y/o nunca aplicaron estrategias didácticas en las clases.

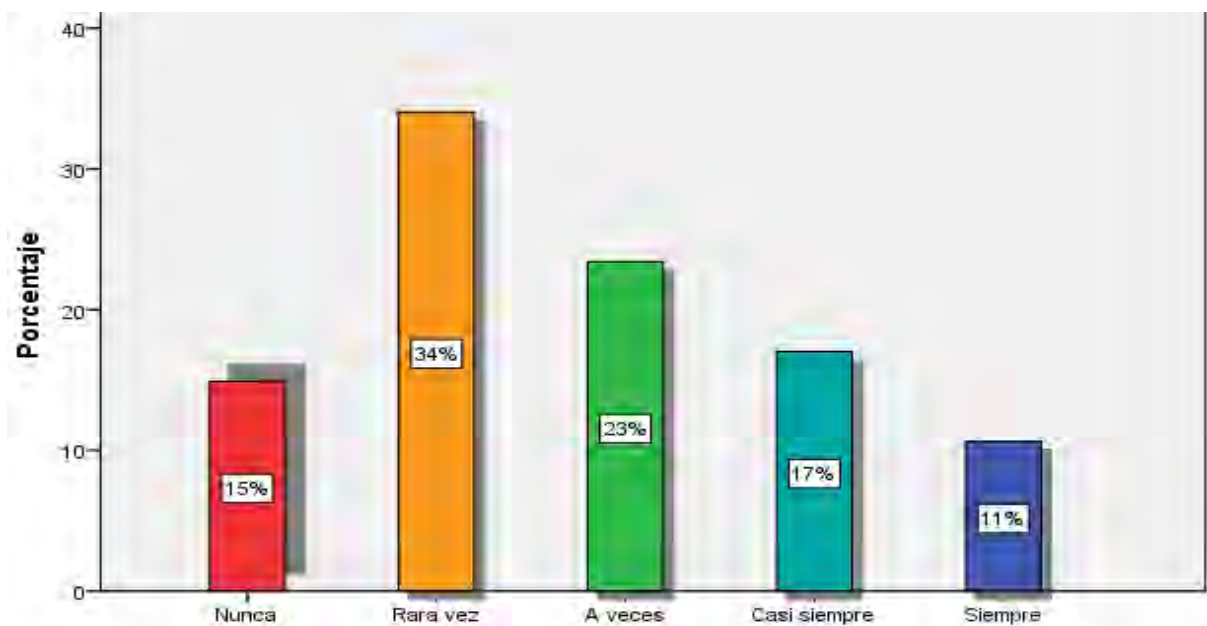


Figura 3. Resultados de analizar la aplicación de estrategias didácticas centradas en el estudiante en la enseñanza tradicional desde la perspectiva de los estudiantes

En relación a los resultados de la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos en el curso (P19 del cuestionario), que se muestran en la figura 4, los estudiantes respondieron en un 60% que nunca o rara vez lo habían aplicado, mientras que en un 40% afirmó haberlo hecho a veces y siempre.

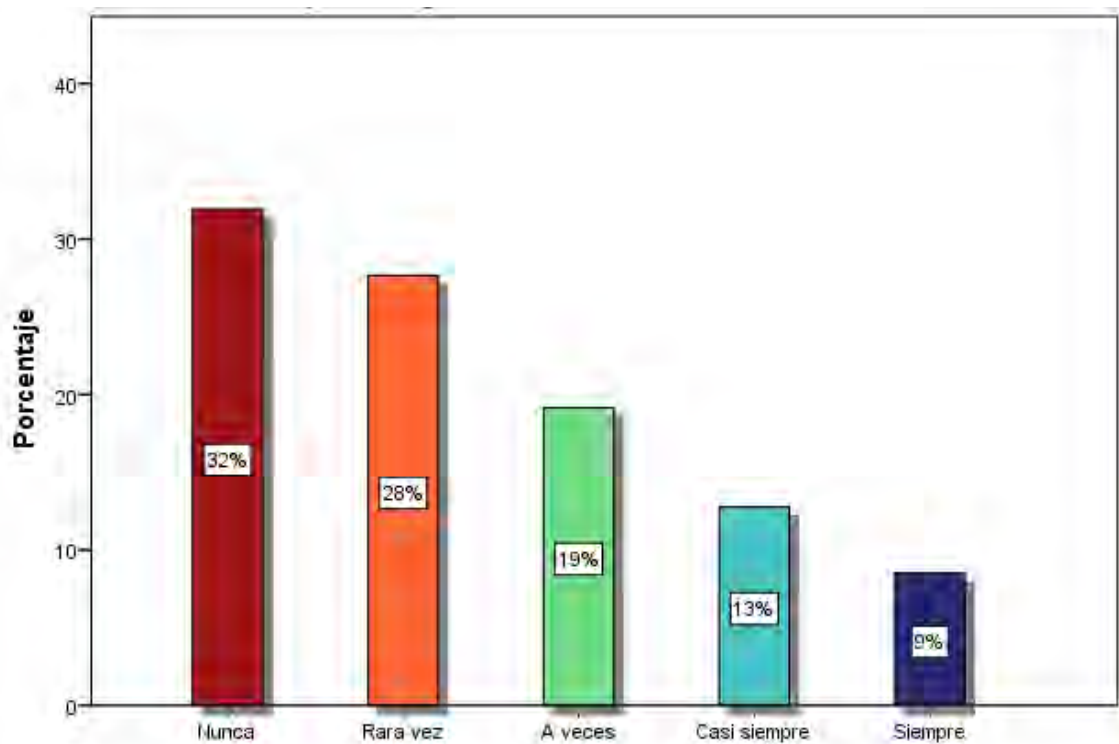


Figura 4. Resultados de evaluar la utilización del aprendizaje basado en proyectos en el curso de Mecánica de Fluidos desde la perspectiva de los estudiantes.

Vistos los resultados de las encuestas, mostrados en las figuras 3 y 4 respecto a la utilización de alguna estrategia didáctica centrada en el estudiante y en particular del aprendizaje basado en proyectos, se puede afirmar que lo que indican los estudiantes es congruente, es decir, la gran mayoría de ellos niega haber utilizado una práctica centrada en el estudiante durante su formación, la cual se basa en la enseñanza tradicional, lo cual es coherente con lo sostenido por diversos investigadores, quienes afirman que la utilización de estrategias centradas en el estudiante no es una característica de la enseñanza tradicional. Con ello se pierde una gran oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en el curso.

Resultados y análisis respecto a la aplicación de estrategias didácticas centradas en el estudiante en la enseñanza tradicional desde la perspectiva de los docentes.

Un 60% de los 5 docentes encuestados manifestaron haber aplicado algunas veces estrategias didácticas en sus cursos, un 20% a veces y un 20% siempre.

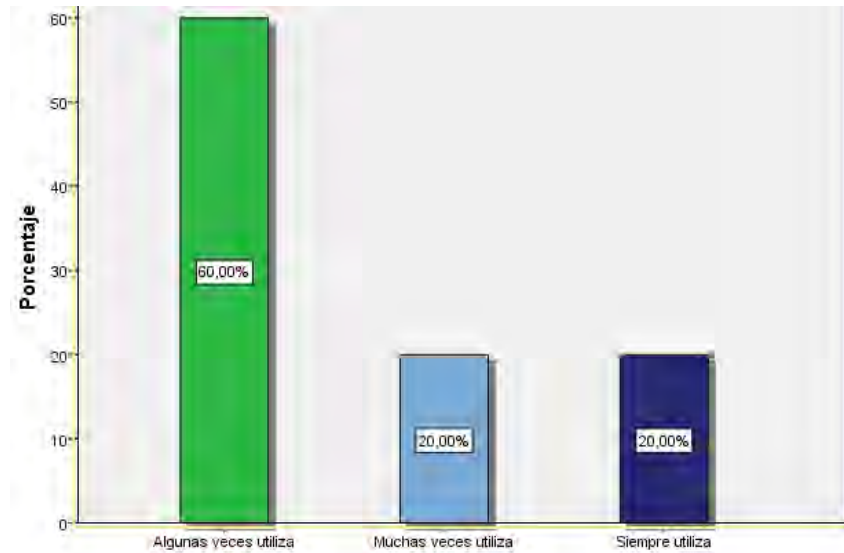


Figura 5. Resultados de evaluar la aplicación de estrategias didácticas en la enseñanza tradicional desde la perspectiva de los docentes.

Al comparar las figuras 3 y 5 acerca de la percepción de los docentes y estudiantes con respecto a la aplicación de estrategias didácticas en el curso de Mecánica de Fluidos, se encuentra una contradicción y una coincidencia: mientras el 49% de los estudiantes afirma que en clases no se aplicó nunca alguna estrategia centrada el estudiante, el 100% de los docentes afirma lo contrario, es decir que todos los docentes señalan que aplican estrategias de aprendizaje centradas en el estudiante. Esto podría obedecer al hecho de que algunos estudiantes no tienen muy clara la idea de las estrategias didácticas o que los docentes creen que las aplican, sin estar conscientes de que no lo hacen. Sin embargo, tanto estudiantes como docentes coinciden en afirmar que alguna vez, en las clases del curso de Mecánica de Fluidos, se aplicó la estrategia didáctica centrada en el estudiante.

**Resultados y análisis respecto al desarrollo de la competencia específica
“comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan” desde
la perspectiva del estudiante**

En la encuesta realizada a los estudiantes, previo a la aplicación del aprendizaje basado en proyectos, se analizan las preguntas relativas al desarrollo de la competencia específica *comprensión...* (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 y P9). El resultado de agrupar las nueve preguntas que miden la competencia comprensión se indica en la figura 6.

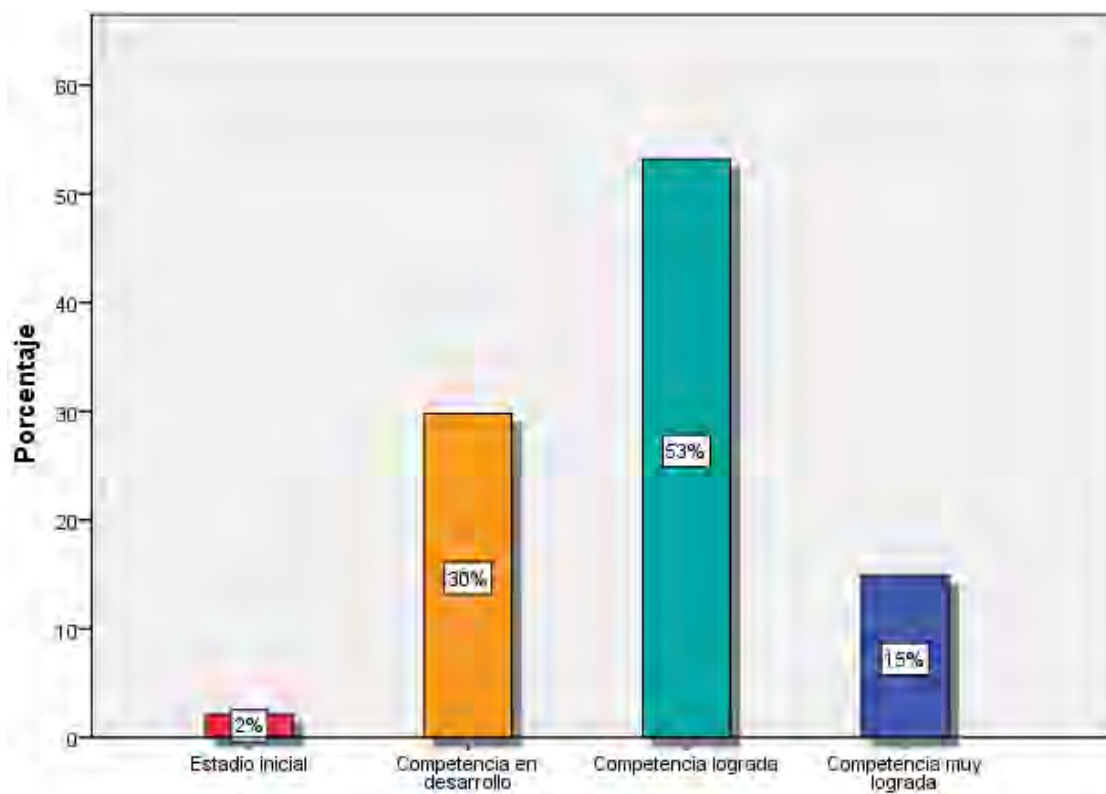


Figura 6. Resultados de evaluar el desarrollo de la competencia específica “comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan”.

En esta figura se evidencia que el 68% de los estudiantes manifiesta tener la competencia *comprensión* entre lograda y muy lograda; mientras que un 30% de ellos se encuentran en desarrollo y un 2% manifiesta estar en fase inicial

Resultados y análisis respecto al desarrollo de la competencia específica

“aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos” desde la perspectiva de los estudiantes.

De igual manera, como se muestra en la figura 7, al agrupar las preguntas relacionadas con la competencia “*Aplicación de los conocimientos...*” (P10, P11, P12 y P13) se observa que el 41% de los estudiantes afirma haber logrado la competencia, el 36% se encuentra en desarrollo y un 23% se halla en la etapa inicial del logro.

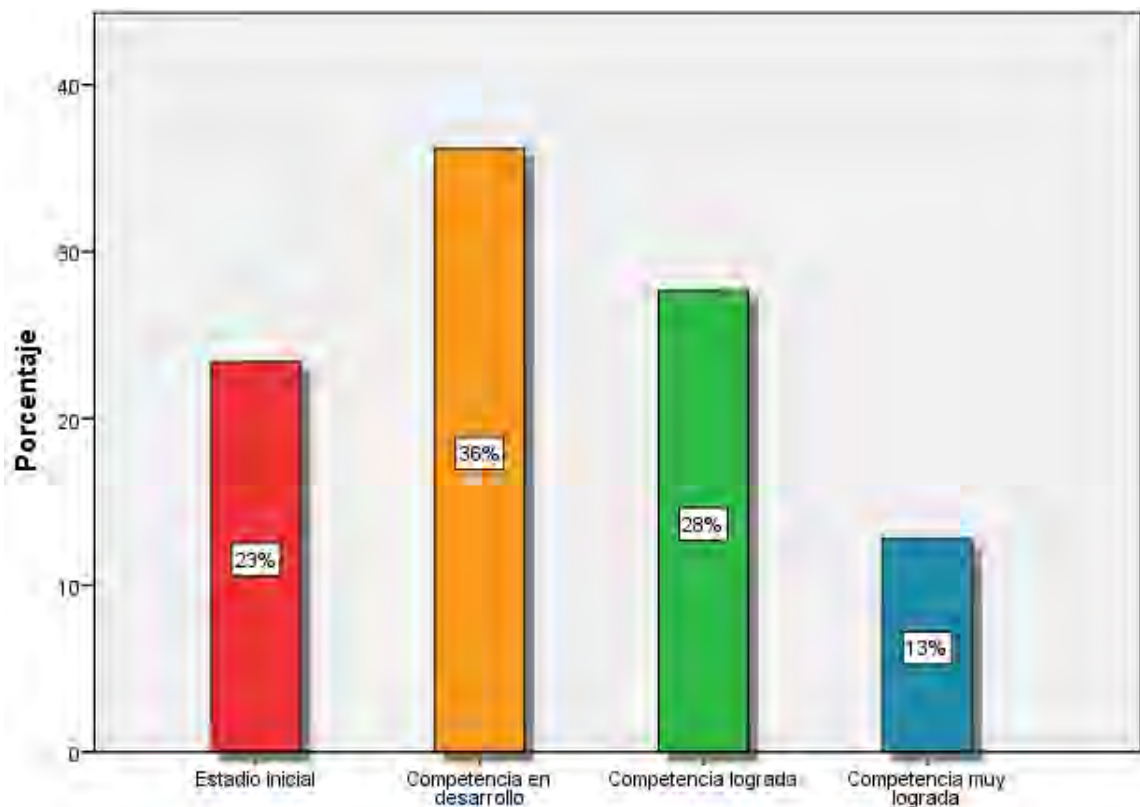


Figura 7. Resultados de evaluar el desarrollo de la competencia “aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos”.

Tomando en cuenta ambos resultados obtenidos de las encuestas a los estudiantes, relativos al desarrollo de las competencias específicas: *comprensión del comportamiento de*

los fluidos..., mostrados en la figura 6, y *aplicación de los conocimientos...*, mostrados en la figura 7, revelan que la mayoría de los estudiantes encuestados (68%) manifiestan haber logrado la competencia de *comprensión...*; es decir, adquirieron conocimiento de la temática de la Mecánica de Fluidos.

Llama la atención un detalle como es el hecho de que las notas promedio de los estudiantes en el curso, obtenidas bajo la enseñanza tradicional, son muy bajas (tabla 5); sin embargo, en las encuestas, un 68% de ellos pone de manifiesto que la competencia *comprensión* del curso fue lograda y un 30 % tienen un logro muy alto (figura 6). Podría pensarse que la manera de evaluar el curso, por el docente titular, no era la adecuada.

En contraparte, los resultados de la evaluación de las encuestas respecto a la competencia específica: *Aplicación de los conocimientos...*, revela que más de la mitad de los estudiantes (59%) no ha logrado la competencia. En consecuencia, se puede deducir que la situación de los estudiantes al finalizar el curso basado en la enseñanza tradicional, se encuentra en el estado de **“conocen, pero no aplican”** (típico del modelo tradicional de aprendizaje), lo cual, a decir de Salas (2005), los estudiantes no han alcanzado el aprendizaje significativo.

Por lo anterior, se sostiene que la introducción en el curso de la estrategia didáctica centrada en el estudiante sería una buena manera de revertir este estado, ya que esta metodología pone manos a la obra a los estudiantes.

En resumen, el análisis de las notas promedio de los estudiantes y la evaluación del desarrollo de las competencias específicas del curso de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad nacional del Callao, revela un bajo desarrollo de las competencias específicas del curso.

Análisis de confiabilidad y validez para la variable1: competencias específicas de la Mecánica de Fluidos

El análisis de confiabilidad de los instrumentos se efectuó utilizando el software estadístico SPSS, versión 24. Los resultados obtenidos para el cuestionario relativo al desarrollo de competencias específicas en la asignatura de Mecánica de Fluidos por los estudiantes, se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Coeficiente de Cronbach para el instrumento “Desarrollo de competencias específicas

Análisis de confiabilidad Alfa Cronbach: desarrollo de competencia específicas del curso de Mecánica de Fluidos			
Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	47	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	47	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,804	13

De acuerdo con lo sugerido por George y Mallery, el valor del coeficiente $\alpha = 0.804$ califica como “Bueno”, con lo que se concluye que el instrumento aplicado es fiable.

4.2. Resultados y análisis de la variable 1: Aplicación del aprendizaje basado en proyectos.

Los resultados que se muestran a continuación corresponden al semestre 2018-B, en el que se aplicó la estrategia del aprendizaje basado en proyectos.

Esta variable posee tres dimensiones: planificación del proyecto, desarrollo del proyecto y evaluación del producto final.

4.2.1. Dimensión 1: planificación del proyecto.

Tabla 8. Resultados cualitativos de la dimensión 1: planificación.

Rúbrica	Bitácora	Entrevista semiestructurada
<p><u>Planificación</u></p> <p>1. En relación a la identificación de problemas a resolver, todos los equipos mencionaron al menos uno, utilizando los conocimientos de la Mecánica de Fluidos, en el entorno local.</p>	<p>Todos los equipos identificaron al menos un problema. Cuatro de ellos, identificaron más de dos problemas. Solo uno de los equipos tuvo mucha dificultad para ponerse de acuerdo en la identificación. Se notó mucho entusiasmo en los estudiantes mientras realizaban esta actividad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> En relación a la pregunta ¿qué problema resuelve el proyecto que desarrollan? -Todos los equipos contestaron con claridad la problemática que abordan y justificaron la solución adoptada.
<p>2. En relación a la selección del problema a solucionar, todos los equipos lograron una selección considerando al menos dos aspectos entre: significancia, pertinencia, factibilidad y viabilidad.</p>	<p>Solamente tres de los siete equipos lograron seleccionar un problema cumpliendo con los cuatro indicadores de la rúbrica. Los otros cuatro tuvieron algunas dificultades para lograr el objetivo.</p>	
<p>3. Respecto a la identificación de la información necesaria para la ejecución del proyecto, se notó gran disposición de todos los equipos para la búsqueda de información en relación a la temática de su proyecto, utilizando como fuente principal de consulta el internet.</p>	<p>Dos de los siete grupos identificaron plenamente lo temas involucrados; los demás debieron ser asistidos por el docente para culminar la identificación de los temas, a través de la formulación de preguntas: ¿Y con qué tema está relacionado esta situación...?, ¿Qué ecuación gobierna el flujo que están analizando?, etc.</p>	<p>En relación a la pregunta ¿qué temas de la Mecánica de Fluidos intervinieron en la realización de su proyecto? - Todos los equipos participantes fueron capaces de exponer los temas del curso involucrados en la ejecución de su prototipo.</p>

<p>4. Respecto a la asignación de roles, luego de la conformación de los equipos, esta actividad se llevó a cabo con entusiasmo por todos los equipos, elaborando planes para acordar cómo y dónde se reunirán para la realización de las tareas asignadas.</p>	<p>Los equipos demuestran un poco de dificultad al comienzo porque recién se conocen, pero luego que explicaron las pautas a cada integrante, la situación quedó superada. Todos los equipos cumplieron cabalmente esta actividad, pero sobresalieron cuatro de los siete equipos.</p>	
<p>5. Referente a la elaboración del plan de actividades del proyecto, los estudiantes acordaron lugar y fechas para realizar el proyecto, fijándose fechas para evaluar el progreso</p>	<p>Todos los grupos cumplieron eficientemente esta actividad.</p>	
<p>6. Referente a la elaboración del anteproyecto, todos los equipos cumplieron con entregar su producto final, pero tres de ellos señalaron recomendaciones para su mejora.</p>	<p>Todos los equipos lograron cumplir con esta actividad, sobresaliendo tres de los siete equipos</p>	

Como se aprecia en los resultados obtenidos de las rúbricas y la bitácora, no todos los estudiantes, distribuidos en equipos, lograron excelencia al momento de realizar todas las actividades de la planificación del proyecto. Lo que se evidenció es que, pese a las dificultades propias de cada actividad, el entusiasmo mostrado por los estudiantes era muy grande y actuaba como un elemento motivador para el cumplimiento de las tareas, cumpliéndose de este modo lo expresado por Tippelt & Jürgen (2007) quienes señalan que la participación de los estudiantes en equipos fomenta el entusiasmo e integración de los participantes y esto conlleva a que el proceso de aprendizaje sea más productivo.

También, en cada una de las actividades fue vital la asistencia y asesoría del docente para que todos pudieran alcanzar el logro de cada sesión, sobre todo en las actividades referentes a la selección del proyecto y a la identificación de los temas de la Mecánica de Fluidos involucrados. Esto debido a que la mayoría de estudiantes no conocía previamente el curso ni estaba familiarizado con el contenido del mismo. Tippelt & Jürgen (2007) también

prevén este resultado, ya que indican que los estudiantes, en la mayoría de los casos, requieren de la asesoría experta del docente, quién como conocedor de los temas y contenidos del curso contribuirá con sus consejos a la consecución de mejores resultados.

La entrevista semiestructura realizada a los estudiantes al finalizar la aplicación de la estrategia confirma que esta fase fue cumplida exitosamente. El testimonio de uno de los integrantes lo señala: “Hemos podido visualizar (aplicar) los diversos temas del curso de mecánica de fluidos, como por ejemplo impacto de chorro sobre álabes, transformación de energía mecánica en eléctrica, entre otros”

Aquí, es sumamente importante entender que, si esta etapa queda mal ejecutada, los estudiantes tendrán serios problemas para seguir con las etapas siguientes. La planificación constituye la fase clave que garantizará el éxito de la implementación de la estrategia.

4.2.2. Dimensión 2: desarrollo del proyecto

Tabla 9. Resultados cualitativos de la dimensión 2: desarrollo del proyecto

Rúbrica	Bitácora	Entrevista semiestructurada
<p><u>Desarrollo</u></p> <p>7. Respecto a la recopilación y análisis de la información, esta actividad fue desarrollada parcialmente por todos los equipos. Utilizaron primordialmente fuentes electrónicas; solo un equipo presentó fuentes bibliográficas impresas con información de calidad y confiable.</p>	<p>En esta sesión, los estudiantes recopilan y analizan la información en relación al índice temático de su proyecto. La ayuda del profesor fue gravitante pues indicaba las fuentes de donde buscar la información. Algunos equipos hicieron planes para visitar empresas para recibir la orientación necesaria en el diseño y aplicación del curso Mecánica de Fluidos. Todos los equipos lograron cumplir con esta actividad,</p>	

	sobresaliendo tres de los siete equipos	
8. En relación a la identificación de las variables del proyecto, no todos los equipos lograron identificar las variables o parámetros hidráulicos de su proyecto en su totalidad. Se requirió de asistencia del docente para completar la actividad.	Hubo mucha dificultad en el logro de esta actividad, pero con la ayuda del docente se logró el propósito. Todos cumplieron la tarea. Ningún equipo obtuvo excelencia	Preguntados acerca de cuáles son las variables intervinientes en el proyecto, los estudiantes respondieron con precisión acerca de las variables que intervinieron en el diseño de cada uno de sus proyectos
9. Respecto al establecimiento de los criterios de diseño para el prototipo, no todos los estudiantes lograron el cometido de determinar el tamaño adecuado del prototipo, identificando los parámetros hidráulicos correspondientes o el rango de operación del mismo.	Los estudiantes se pusieron a la tarea de establecer los criterios de diseño del prototipo según la rúbrica entregada. Solamente tres equipos lograron excelencia; los demás, obtuvieron mucha dificultad para lograr este propósito. Quedó como tarea para los equipos que tuvieron dificultad, mejorar el resultado para la siguiente sesión.	
10. Referente al diseño del prototipo, todos los estudiantes elaboraron un esquema del prototipo a desarrollar debidamente acotado, mostrando detalles y cumpliendo con los criterios de diseño.	Hubo mucho esfuerzo y dedicación para el cumplimiento de esta actividad. Cinco de los siete equipos, lograron presentar un esquema a cabalidad; los otros dos, presentaron esquemas incompletos o sin rigurosidad.	

El *desarrollo* del proyecto es la etapa en la cual los estudiantes conciben las características técnicas de su prototipo y realizan la parte experimental (construcción), empezando por la búsqueda exhaustiva de toda información relacionada con su proyecto, tarea que no es sencilla cuando no se tiene en mente las técnicas de búsqueda y las fuentes apropiadas donde conseguir la información.

Tanto las rúbricas como la bitácora indican que los estudiantes no superan esta etapa sin esfuerzos. Y deben hacerlo, ya que, la calidad de su prototipo dependerá de cuan riguroso sea su concepción. Aquí se debe incentivar a los estudiantes a realizar su trabajo o rol asignado actuando lo más autónomamente posible; es decir, hay que dejarlos ser protagonistas de su propio aprendizaje, permitiéndoles errar y corregir sus errores, pero sin que ello implique que tengan la sensación de estar solos (Tippelt, 2001). La entrevista confirma que después de cumplir esta etapa todos los estudiantes respondieron adecuadamente acerca de las actividades realizadas.

4.2.3. Dimensión 3: evaluación del producto final

Tabla 10. Resultados cualitativos de la dimensión 3: evaluación del producto final

Rúbrica	Bitácora	Entrevista semiestructurada
<p><u>Evaluación</u> 11. Respecto a la exposición del informe final, los estudiantes expusieron de manera clara y coherente en los tiempos asignados demostrando suficiencia y respondiendo a las preguntas del docente.</p>	<p>El entusiasmo era muy notorio, a pesar de que al principio se notó un gran nerviosismo en algunos equipos, pero la confianza se restableció conforme avanzaba la actividad. Todos los estudiantes participaron en esta actividad y respondieron a las preguntas efectuadas por el docente</p>	<p>En relación a la pregunta de si podrían explicar el funcionamiento del prototipo, los cinco equipos que llegaron al final fueron capaces de explicar y demostrar el funcionamiento de su prototipo</p> <p>- A la pregunta de qué dificultades afrontaron durante la construcción de su prototipo, respondieron acerca de las dificultades que encontraron en la ejecución de su proyecto e informaron de cómo lo resolvieron</p> <p>- Preguntados cómo resolvieron sus dificultades, señalaron que con más investigación, discusión grupal y toma de decisiones</p>
<p>12. Referente a la demostración de funcionamiento y operación del prototipo, los estudiantes mostraron a la comunidad universitaria el funcionamiento del prototipo, explicando los componentes del mismo, el principio de funcionamiento y la operación del mismo.</p>	<p>Se utilizó el patio central de la Facultad como escenario. El ambiente registrado fue de puro entusiasmo y expectativa. De los seis equipos, solamente cinco de ellos cumplieron con esta actividad. Un equipo no logró culminar la construcción de su prototipo. Sobresalieron tres de ellos.</p>	
<p>13. El docente reflexiona con los estudiantes acerca del aprendizaje logrado</p>	<p>El docente invita a los estudiantes a reflexionar acerca de sus aprendizajes y la manera en que lo lograron, identifican y proponen aspectos de mejora en cada una de las sesiones impartidas.</p>	

	El docente demuestra satisfacción en esta etapa, porque ve en los grupos el logro del aprendizaje.	
--	--	--

La etapa final del proyecto estuvo caracterizada por la gran expectativa causada en los estudiantes, todos ávidos de demostrar la utilidad y buen funcionamiento de su producto final, el prototipo. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos por parte del docente, uno de los equipos no logró llegar a la demostración de su prototipo, esto a causa del poco interés de algunos de sus miembros o la imposibilidad de agruparse para el cumplimiento de las tareas comunes por diversos motivos.

Esto coincide con lo expresado por Tippelt & Jürgen (2007) en el sentido de que si no hay suficiente motivación o los estudiantes presentan un bajo nivel de curiosidad, será complicado iniciarlos en este modo de aprendizaje. Pero, como los mismos autores lo señalan, el producto final, aunque es un aspecto muy importante del proyecto, debe comprenderse que solo se trata un componente de todo el proceso y que lo importante es que, a lo largo del camino de la implementación de la estrategia, los estudiantes ya han ganado algunas capacidades, puesto que investigaron, analizaron, discutieron, tomaron decisiones, evaluaron, etc.

La última actividad realizada en el aula es, quizá, una de las actividades más enriquecedoras del aprendizaje por proyectos, ya que, por medio de la reflexión sobre lo aprendido, los estudiantes comentaron, discutieron y valoraron los aprendizajes. El docente aprovechó para solicitar a los estudiantes que indiquen acciones de mejora en las diferentes sesiones de aprendizaje.

La aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos tuvo como objetivo movilizar entre los estudiantes un conjunto de recursos (conocimientos, saberes, haceres,

cualidades, cultura, emociones, etc.), con la finalidad de fortalecer el desarrollo de las competencias específicas del curso de Mecánica de fluidos, a través de la realización de un conjunto de actividades ordenadas secuencialmente que conlleva a transferir los conocimientos a la práctica. Quedó demostrado que el cumplimiento de estas actividades y de los logros esperados puede resultar no ser una tarea sencilla; es decir, la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos no se limita al seguimiento estricto de un conjunto de pasos o una metodología rígida y que con ellos se lograrán los objetivos per se. En el camino, el docente se encuentra con muchas situaciones “nuevas” o particulares, lo que obliga a repensar y/o replantear lo actuado. Y esto, según Tippelt & Jürgen (2007) obliga a que en el proceso muchas veces se utilicen, complementariamente, otras estrategias o métodos de aprendizaje (la demostración, el mapa conceptual, el método de los cuatro pasos, etc.) que faciliten la realización del mismo. Lo que es realmente importante, es que, durante todo el proceso, los estudiantes se mantuvieron inmersos en actividades de carácter interdisciplinarios, trabajaron en entornos reales, desarrollaron formas de aprendizaje autónomo, realizaron investigación individual, aplicaron el trabajo colaborativo, etc., ingredientes didácticos esenciales para el desarrollo de competencias. Así lo expresan los testimonios de los estudiantes:

“Yo he aprendido bastante de esto, una vez lo vi [el proyecto] en YouTube, pero una cosa es verlo allí y otra es llevarlo a la práctica. Cuando lo llevas a la práctica te encuentras con un sinfín de problemas y necesariamente uno lo tiene que investigar para solucionar esos problemas”.

“Del trabajo en equipo rescato las investigaciones individuales que luego compartíamos y discutíamos; de las dificultades que encontramos, las que superamos aportando nuevas ideas, investigando, consultando en internet e inclusive preguntando a los mismos vendedores como podríamos hacer para que el proyecto sea más eficiente”.

4.3. Resultados y análisis de la variable 2: Competencias específicas de la Mecánica de Fluidos

Esta variable posee dos dimensiones: La comprensión del comportamiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan; y, la aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos.

Ambas dimensiones fueron medidas con un examen final y evaluadas mediante una rúbrica (anexo 14), de modo que se pueda establecer si se logró o no el fortalecimiento de las competencias específicas del curso.

4.3.1 Dimensión 1: comprensión del comportamiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan

Para evaluar esta dimensión se formularon 4 preguntas teóricas (totalizando 12 puntos) acerca de la temática del curso utilizando verbos, en presente indicativo, que contribuyen al logro de la competencia comprensión, tales como: distingue, explica, ejemplifica, formula e interpreta:

- Del listado de propiedades de fluidos siguiente: densidad, temperatura, masa, viscosidad, presión, volumen, *distinga* entre propiedades extensivas e intensivas.
- *Explique* cuál de los siguientes tipos de flujo representa al comportamiento del agua en el proyecto que desarrolló: turbulento, incompresible, viscoso, etc.
- *Explique* las leyes de la Mecánica de Fluidos que utilizó en la ejecución de su proyecto y señale en qué circunstancias las utilizó.
- *Formule* la ecuación de conservación de masa para un volumen de control e interprete el significado físico de cada término.

Los resultados obtenidos fueron alentadores puesto que, los estudiantes demostraron ser capaces de construir significado a partir de la información brindada, puesto que distinguieron, explicaron, dieron ejemplos e interpretaron los conceptos e ideas principales de la Mecánica de Fluidos; lo cual prueba que la competencia específica comprensión fue lograda mayoritariamente por estos.

Esto se comprueba, ya que un 70% de los estudiantes aprobaron la parte teórica del examen, alcanzando la mayoría de ellos puntajes entre 7 y 12 puntos. En cambio, el 30% restante obtuvo puntajes menores de 6, lo cual los sitúa entre inicio y desarrollo de la competencia.

4.3.2. Dimensión 2: aplicación de la mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos

Para evaluar esta dimensión se formularon 2 preguntas prácticas acerca de la temática del curso, utilizando verbos, en presente indicativo, que contribuyen al logro de la capacidad *aplicación*, tales como: resuelva, solucione, calcule, utilice, justifique:

- *Utilice* las ecuaciones de la Mecánica de Fluidos y el esquema del prototipo de su proyecto y *plantee* la solución a un problema similar al que desarrolló en su proyecto.
- En una comunidad rural de la sierra se desea disponer agua para fines domésticos. Para ello se pretende instalar un sistema de bombeo que traslada las aguas desde una cisterna hasta un tanque elevado, utilizando tuberías de PVC de 1 pulgada y $\frac{3}{4}$ de pulgada, para la succión e impulsión respectivamente. De trabajos anteriores en la localidad se sabe que la necesidad de caudal es de 20 l/s y la altura geométrica por vencer, medida desde la superficie del agua en la cisterna y la superficie del agua en el tanque elevado es de 15 m.
- a) *Utilice* un esquema básico de instalación de una bomba centrífuga y dimensione, a discreción, los tramos de aspiración e impulsión del sistema de bombeo.
- b) *Calcule* la potencia necesaria, en HP, de la bomba a utilizar. Suponga una eficiencia del 75%
- Nota. *Justifique* la necesidad de incluir cualquier otro parámetro no indicado en la pregunta

Los resultados obtenidos para la parte práctica del examen resultaron también satisfactorios, puesto que, como se señala en el proyecto Tuning-América Latina (2007) los estudiantes fueron capaces de poner en acción lo aprendido ante una situación problemática con la finalidad de buscar una solución, trazando un plan de acción detallado para alcanzar los objetivos; es decir, establecieron un nexo entre el saber y la aplicación práctica; logrando aplicar los conocimientos de la Mecánica de fluidos a la práctica mediante el cálculo y la utilización de ecuaciones de la materia.

Esto se comprueba, ya que un 60% de los estudiantes aprobaron la parte práctica del examen, alcanzando la mayoría de ellos puntajes entre 5 y 8 puntos. En cambio, el 40% restante obtuvo puntajes menores de 4.

Comparando los resultados de las dos dimensiones, se desprende que la competencia *comprensión* se desarrolló ligeramente más que la competencia *aplica los conocimientos*, ya que, sumando los puntajes de la parte teórica con la parte práctica del examen final, la evaluación integral arrojó los siguientes resultados: estudiantes aprobados: 24; estudiantes desaprobados: 7; estudiantes que no se presentaron: 0; nota más alta: 18; nota más baja: 08; nota promedio: 14.

4.4 Análisis de la relación entre Aplicación del aprendizaje basado en proyectos y competencias específicas de la mecánica de Fluidos

El análisis y la interpretación de los distintos instrumentos aplicados, permitió establecer que:

La competencia específica *comprensión del comportamiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan* se ha fortalecido entre los estudiantes del curso, ya sea aceptando lo señalado por ellos mismos a través de la encuesta o, como quedó demostrado mediante la

aplicación de los instrumentos de evaluación, durante la ejecución cuidadosa y rigurosa de todas las actividades de cada una de las tres fases de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos.

La competencia específica *aplica los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas...*, no estuvo desarrollada antes de la aplicación de la estrategia del aprendizaje basada en proyectos. Como se señaló anteriormente, los mismos estudiantes afirmaron en la encuesta previa *conocer, pero no aplicar*. Sin embargo, luego de la aplicación del aprendizaje basado en proyectos se pudo comprobar, a través de las diversas actividades realizadas y los instrumentos aplicados, que esta capacidad ha sido fortalecida grandemente.

De este modo, se comprueba también lo señalado por Alcaraz et al (2014), quienes indican que una real comprensión de los contenidos del curso significa también que los estudiantes son capaces de *resolver problemas*; es decir, que los estudiantes son capaces de encontrar soluciones rápidas y efectivas utilizando racionalmente los recursos y minimizando los riesgos, previo a un análisis concienzudo del problema.

Los resultados obtenidos comprueban firmemente que la aplicación del aprendizaje basado en proyectos desarrolla o fortalece las competencias de los estudiantes en las materias en que se aplican.

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En el año 2016, la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao (UNAC) cambió el enfoque del currículo, de enfoque por objetivos a enfoque por competencias. En otras palabras, las técnicas y métodos tradicionalistas de enseñanza-aprendizaje deben ser cambiadas por otras basadas en el desarrollo de las competencias, en las que los estudiantes, a decir de Galeana (2016) planeen, implementen y evalúen proyectos que tienen relación con en el mundo real, no necesariamente dentro de las aulas.

En tal sentido, este trabajo pretende constituirse en un aporte a lograr dicho cambio introduciendo una propuesta de implementación de una metodología de aprendizaje que promueva el desarrollo de los tres diferentes saberes (cognitivo, procedimental y afectivo), para que sean coherentes con el enfoque adoptado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica y para que, de este modo, resulte más atractivo para los estudiantes y tenga un carácter de aprendizaje significativo.

Fernández (2013) afirma que en diversas partes del mundo se están introduciendo cambios en el interior de las aulas universitarias de ingeniería; esto debido a que se está reconociendo la importancia de que la pedagogía con sus métodos y estrategias aporta valor en el enriquecimiento de los procesos de aprendizaje.

5.1. Propósito

Con el fin de revertir el estado de aprendizaje diagnosticado para los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos de la Universidad Nacional del Callao se plantea una

propuesta de llevar a cabo el aprendizaje basado en proyectos como una estrategia de aprendizaje que promueva el desarrollo de los tres diferentes saberes (cognitivo, procedimental y afectivo), para que sean coherentes con el enfoque adoptado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica y para que, de este modo, resulte más atractivo para los estudiantes y tenga un carácter de aprendizaje significativo.

5.2. Actividades

La implementación de la estrategia abarca tres etapas: una inicial de planificación; una intermedia de desarrollo/ejecución de la estrategia, incluida la socialización del proyecto; y, una final de evaluación. No son excluyentes, sino que una se puede desarrollar en simultáneo con las otras, como se muestra gráficamente en la figura 13.



Figura 8. Representación gráfica de las fases del aprendizaje basado en proyectos. (Elaboración propia)

FASE INICIAL: Planificación. Está conformada por un conjunto de actividades que el docente principalmente y los estudiantes deben efectuar previo a la ejecución del proyecto. Se trata de la elaboración de un plan de acción a seguir a través de una secuencia detallada de pasos o acciones para llegar a un fin; es decir, se trata de la elaboración de una hoja de ruta que marcará el derrotero a seguir. Constituye la fase clave que garantizará el éxito de la

implementación de la estrategia; la cual debe ser planeada cuidadosamente considerando todas las variables intervinientes en la fase de planeación de todo proyecto.

En esta fase, el docente debe establecer el alcance del proyecto; la autonomía de la que dispondrán los estudiantes, la fijación de las metas y los resultados que se quieran lograr al finalizar el proyecto, la disponibilidad de recursos, etc.

* El alcance de proyecto tiene en consideración la duración del proyecto: define si se tratará de un proyecto de unos pocos días que cubra una o dos unidades del curso o de un proyecto de duración semestral, que cubra la totalidad de las unidades del curso. Otro aspecto importante a decidir aquí, es si el proyecto involucrará solo a temas exclusivamente del curso, o si involucrará temas de otros cursos; es decir, debe definirse si el proyecto será interdisciplinar. Al respecto, basados en nuestra experiencia docente, se encuentra que los estudiantes se sienten más interesados por los proyectos que impliquen la utilización de temas que van más allá de la propia asignatura, ya que sienten curiosidad por conocer adelantadamente materias o temas de cursos de ciclos avanzados. Pero aquí debe evaluarse cuidadosamente acerca de la manera en que los temas más allá del curso van a ser conseguidos por los estudiantes. Muchos de ellos optan por dirigirse a los docentes de las otras materias para obtener información y, a veces, estos no están muy dispuestos a colaborar.

El alcance del proyecto se refiere también a evaluar si el proyecto a llevarse a cabo se limita al aula de clase, a los ámbitos de la sede universitaria, o abarcará a la comunidad o región. Esta respuesta solo podrá obtenerse luego de un paciente análisis de los recursos (humanos, tiempo, técnicos, tecnológicos, documentarios, etc.) y presupuestos para la ejecución del proyecto a realizar.

* La autonomía de la que dispondrán, el estudiante está referida a si el proyecto debe ser elegido por los estudiantes o debe ser uno propuesto por del docente. Si los estudiantes se hallan muy motivados, éstos prefieren elegir ellos mismos sus proyectos; además de que

sienten que son los protagonistas de las decisiones que toman acerca de su aprendizaje. En este caso, es una buena estrategia pedirles que presenten entre dos y tres propuestas de proyectos (siempre preguntándose ¿qué problema está pendiente de solución?, ¿qué se debe saber para resolver el problema?, ¿se cuentan con suficientes recursos?); de los cuáles, con ayuda del docente, se elegirá el que sea más adecuado y viable de ejecución. En otros casos, el docente, luego de una cuidadosa evaluación, define cuál es el proyecto que encomendará realizar a los estudiantes.

* Las metas u objetivos responden a las preguntas ¿qué problema se quiere solucionar?, ¿Con qué fin se pretende realizar el proyecto? ¿Cómo se va a abordar? Las respuestas deben estar enlazadas con el perfil profesional de los estudiantes; es decir, que la problemática a solucionar utilice técnicas y estrategias enmarcadas en su quehacer profesional.

* Los resultados a obtenerse como consecuencia de llevarse a cabo el proyecto se refieren a lo que los docentes esperan lograr en sus estudiantes, en cuanto a competencias y actitudes adquiridas o reforzadas, y en cuanto a capacidades cognitivas y habilidades adquiridas, luego de finalizada la experiencia.

* Los recursos se refieren a la disposición de herramientas para la consecución del proyecto. Pueden ser: humanos (docentes, tutores, etc.); bibliográficos; técnicos/tecnológicos (internet, equipos audiovisuales y de cómputo, tabletas, software, CDs con información, etc.); materiales de construcción, etc.

Por su parte, los estudiantes Preliminarmente, realizan en el aula las siguientes actividades

1. La formación de equipos, definiendo el tamaño del grupo, la composición del mismo y los roles y funciones asignados a cada integrante.

2. La identificación de problemas en el ámbito (local, regional, nacional) definido por el docente.

3. La selección del proyecto, con ayuda del docente y teniendo en consideración los recursos disponibles; la nominación o título del proyecto.

4. La elaboración de un anteproyecto, definiendo la problemática, los objetivos, la justificación, los recursos, el presupuesto y el cronograma de ejecución.

FASE INTERMEDIA: Desarrollo o ejecución. Se refiere al conjunto de actividades que los estudiantes y los docentes realizan para llevar a cabo el proyecto.

Durante la ejecución misma del proyecto, los estudiantes se avocan a la búsqueda de información desde diversas fuentes: bibliotecas, páginas de internet y también consultando a especialistas o expertos. Discuten y seleccionan la información que consideran será relevante para el proyecto. Además, en estas circunstancias, los estudiantes cometieron errores, discutieron, reflexionaron y corrigieron. Asimismo, durante esta fase, los estudiantes son continuamente evaluados y retroalimentados por el docente, dando lugar a revisión de sus trabajos y a la corrección de detalles.

Posteriormente, los estudiantes se dedican a:

5. La construcción de prototipos.

6. Pruebas y ensayo. Para asegurarse de su correcto funcionamiento y cumplimiento de los objetivos del proyecto.

7. Elaboración del informe final.

La retroalimentación es una actividad docente que se considera de mucha importancia para el alcance de los objetivos del proyecto por parte de los estudiantes, ya que a través de este son informados inmediata y oportunamente acerca de sus logros y/o deficiencias en el proceso lo que les brinda la oportunidad de corregir, repensar y afinar sus proyectos.

FASE FINAL: Socialización del proyecto y Evaluación. La socialización del producto final se refiere a la presentación del producto terminado. Esto suele hacerse en el

salón de clase a través de la exposición oral del proyecto a cargo de uno o más integrantes elegidos de cada equipo, acompañado de la presentación del informe final, el que incluye una carpeta que contiene las evidencias de la realización del proyecto, como son: informes de avance, fotografías, encuestas, entrevista, resúmenes o fichas, etc.

La demostración del proyecto puede hacerse inicialmente en presencia solo de los estudiantes del curso y posteriormente con el concurso de toda la comunidad universitaria.

Si bien a esta fase se le denomina fase final; sin embargo, la evaluación del aprendizaje basado en proyectos es una actividad que se realiza constantemente desde la planificación del proyecto. Comprende la evaluación de los aprendizajes a lo largo del proceso, así como como la evaluación del producto final. La evaluación del producto final suele realizarse mediante tres prácticas: una, por parte del docente; otra, cada estudiante individualmente (autoevaluación) y otra, por pares (coevaluación).

Por parte del docente se evalúa utilizando instrumentos como la guía de observación, la rúbrica, lista de cotejo, etc.

La autoevaluación permite a cada estudiante juzgar su propio aprendizaje; con ella, describe la manera en que consiguió sus logros, se coteja con su demás compañeros y toma conciencia de lo que puede hacer para mejorar. Se solicita al estudiante responder el cuestionario con la mayor sinceridad.

La coevaluación es la evaluación de un estudiante desde la perspectiva de cada uno de sus compañeros integrantes del equipo. Se recomienda que el docente haga hincapié a los estudiantes en lo valioso que es la sinceridad y la objetividad a la hora de calificar a sus compañeros.

Las sesiones de aprendizaje que se pueden implementar para la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos se muestran en el anexo 6 y el consolidado de estas sesiones se muestra en la tabla 11.

En los anexos 7, 8 y 9 se muestran los cuestionarios, rúbricas que pueden utilizarse para la evaluación, auto y coevaluación.

Tabla 11. Consolidado de las sesiones de aprendizaje utilizado en la implementación del aprendizaje basado en proyectos.

N° SESIÓN	NOMBRE DE SESIÓN	FASE	ACTIVIDADES (Docentes y estudiantes)
1	Definición (selección) del Proyecto	Planificación	<p>Docente: - Explica cada una de las fases del ABP: Planificación, desarrollo, socialización y evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Forma equipos de estudiantes en número máximo de cinco integrantes cada uno utilizando una técnica de selección aleatoria. - Retroalimenta a los estudiantes luego de revisar las propuestas. - Da instrucciones para la presentación de un anteproyecto en la siguiente sesión <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Designan un líder o responsable del equipo. - Identifican problemas del entorno cercano o lejano cuya solución pueda darse utilizando conocimientos de la Mecánica de Fluidos. - Discuten y debaten acerca de las posibles soluciones a aplicarse sopesando la factibilidad y la viabilidad de las mismas, contando con la ayuda del docente. - Elaboran un resumen o listado de situaciones problemáticas - Seleccionan una opción. - : Elaboran un resumen de las distintas fases y sus actividades del aprendizaje basado en proyectos
2	Elaboración del anteproyecto	Planificación	<p>Docente: - Explica cada una de los ítems que conforman la estructura de un anteproyecto, los mismos que incluyen las metas u objetivos, la importancia del proyecto, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retroalimenta a los estudiantes luego de revisar el avance de su trabajo. - Evalúa el trabajo de cada estudiante, procedimental y actitudinalmente, utilizando una lista de cotejo. <p>Estudiantes: - Identifican los temas del curso de Mecánica de Fluidos involucrados en su proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizan la información disponible y la que haría falta conocer para la ejecución de su proyecto. - Trazan planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas. - Se asignan roles para la ejecución de las tareas. - Trabajando juntos elaboran el anteproyecto de su tema elegido. - Presentan un informe del anteproyecto
3	Modelamiento y Diseño Hidráulico	Desarrollo	<p>Docente: - Explica la teoría del modelamiento hidráulico haciendo hincapié en las relaciones modelo-prototipo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retroalimenta a los estudiantes luego de revisar el avance de su trabajo. - Evalúa el progreso de cada equipo, procedimental y actitudinalmente, utilizando una lista de cotejo. <p>Estudiantes: - Leen resumen de la teoría de modelos y prototipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifican las variables de su proyecto y construyen un esquema de diseño para de un prototipo. - Efectúan cálculos utilizando las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos y de la semejanza hidráulica. - Presentan un borrador del diseño de su prototipo.
4	Presentación de avance parcial del informe final y	Desarrollo	<p>Docente: Revisa conjuntamente con los estudiantes de cada equipo los avances parciales de sus informes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resuelve dudas, retroalimenta, indica fuentes de información.

	de construcción del prototipo		<ul style="list-style-type: none"> - Realiza una evaluación del progreso de cada equipo en cuanto al informe parcial y al prototipo mediante rúbrica <p>Estudiantes: - Presentan y exponen el informe final - Presentan el prototipo y explican su funcionamiento</p>
5	Evaluación final	Evaluación	<p>Estudiantes: -Presentan el informe final del proyecto indicando las dificultades que tuvieron para la realización del mismo y cómo lo superaron. –Presentan el prototipo y explican sus componentes y el modo de funcionamiento del mismo.</p> <p>Docente: -Retroalimenta aclarando las posibles dudas y corrigiendo los pequeños errores. Docente: Evalúa el informe final y la presentación del prototipo utilizando una rúbrica con el que valora tanto aspectos procedimentales como actitudinales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reflexiona con los estudiantes acerca del aprendizaje logrado. <p>Estudiantes: realizan coevaluación de los integrantes de su equipo</p>

CASO PRÁCTICO DE IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Durante el semestre 2018-B, los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UNAC pusieron en práctica, por primera vez, la estrategia de aprendizaje basado en proyectos, como resultado del diagnóstico de los aprendizajes y desarrollo de competencias específicas en el curso, realizado en el semestre anterior 2018-A.

Actividades de aprendizaje por parte de los estudiantes:

Fase inicial: Planeamiento

Luego de la socialización de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos y haber de logrado una gran expectativa en el estudiantado, se conformaron 6 grupos heterogéneos de trabajo: cinco grupos conformados por cinco estudiantes cada uno y uno de seis integrantes; elegidos utilizando la técnica del conteo. Debido a la alta motivación, decidieron por unanimidad elegir ellos mismos el proyecto que cada grupo iba a desarrollar. Cada grupo identificó algún tipo de situación problemática por resolver y propuso más de un posible tema; y finalmente, luego de analizar cada uno de ellos, se optaron por los siguientes:

1. Diseño y construcción de una bomba de ariete.
2. Construcción de una micro turbina Pelton.
3. Diseño y construcción de una bomba de pistón
4. Construcción de una turbina tipo waterotor.
5. Construcción de un módulo viscosímetro controlado con Arduino
6. Implementación de riego por micro aspersion de los jardines de la FIEE.

A continuación, los estudiantes se avocaron a la construcción de un anteproyecto indicando las actividades a realizar, señalando fechas de ejecución de las mismas y calendarizando las fechas de presentación de los avances del proyecto.

Fase Intermedia: Desarrollo

En posteriores sesiones, los estudiantes propusieron y evaluaron diseños, y, elaboraron informes. Aquí la tarea del docente es ardua. Las dudas y cuestiones de los estudiantes son muchas. Se les brindó asistencia en cuanto a donde buscar información (sitios electrónicos o referencias bibliográficas), y se les obligó a repensar sus propuestas utilizando la técnica del “*¿qué pasaría si...?*” o “*¿cómo solucionarían este impase?*”. Fuera del aula, buscaron información técnica y realizaron consultas a especialistas docentes de la Escuela.

Los ambientes exteriores de la Facultad fueron los escenarios donde los estudiantes montaron sus prototipos. Efectuaron pruebas, modificaron y mejoraron los diseños de acuerdo con los resultados y la retroalimentación obtenida.

Fase Final: Socialización y Evaluaciones

Al finalizar el semestre, en el aula, los estudiantes efectuaron las presentaciones de cada proyecto, momento en el que el docente aprovechó para realizar las evaluaciones individuales o grupales.

Finalmente, los estudiantes demostraron a la comunidad universitaria el funcionamiento del sistema de bombeo, respondieron a preguntas relativas a las fases de diseño y construcción, a las materias involucradas en la realización del proyecto, y a los aspectos positivos que rescatan de esta experiencia.

Con fines ilustrativos, se muestra la hoja de ruta de uno de los proyectos desarrollados:

Curso: Mecánica de Fluidos.

Semestre académico: 2018-B

Docente: Ing. Mario García Pérez

Institución: Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica-Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica. UNAC

Título: “Diseño y construcción de una bomba de ariete”.

Situación problemática

Muchas localidades de la sierra y selva del país no cuentan con energía eléctrica suministrada por la red interconectada nacional, razón por la cual no pueden contar con equipos de bombeo eléctrico para dotarse de agua y satisfacer sus demandas para usos domésticos o agropecuarios. La utilización de otra fuente para producir energía eléctrica puede ser onerosa para estas comunidades. En consecuencia, se trata de buscar una solución a este problema a través de la utilización de un sistema de bombeo que no utilice energía eléctrica.

Descripción de Proyecto:

El proyecto consiste en diseñar y luego construir un sistema de bombeo utilizando una bomba basada en el fenómeno del golpe de ariete. Con este sistema no se requiere de energía eléctrica o térmica para trasladar el agua a grandes distancias o elevarla hasta alturas superiores de 60 metros. Por esta razón, en el área rural y en el sector agropecuario predominantemente se ha tomado conciencia de sus beneficios. Con esta técnica se puede dar solución al problema de riego de terrenos próximos a arroyos, manantiales o ríos, los cuales, por hallarse en cotas más elevadas no pueden irrigarse utilizando dispositivos de riego

por gravedad. La bomba de ariete resulta de utilidad hasta en alturas pequeñas que apenas superan un metro. Ver figura 9.

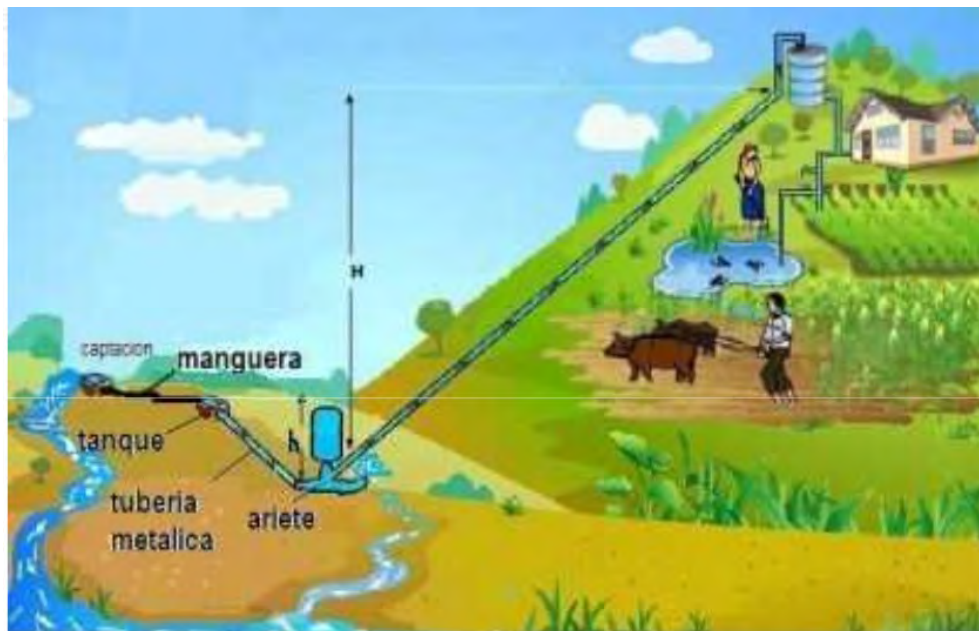


Figura 9. Bombeo de agua utilizando una bomba de ariete (internet)

Descripción del fenómeno:

Para una mejor comprensión de tema se señala que el fenómeno del golpe de ariete consiste en la formación de una onda de presión ocasionada por la abertura o cierre intempestivo (instantáneo) de una válvula en sistema de flujo de fluido. Lo que ocurre realmente en la bomba de ariete es que el cierre de una válvula impide el tránsito del fluido y esto provoca una reducción severa e instantáneamente de la energía cinética del flujo. Ante la reducción de la energía cinética, la energía de presión se ve incrementada significativamente y esta sobrepresión es aprovechada por el diseño de la bomba para elevar una cantidad de agua.

Principio de funcionamiento:

La figura 10 muestra el esquema correspondiente a la instalación de una bomba de ariete y se utilizará para describir el fenómeno:

El líquido procedente de un depósito o fuente de suministro (A) se conduce hacia la bomba mediante un conducto cerrado (tubería) (B) convirtiéndose en energía cinética y de presión a la entrada de la bomba toda la energía potencial (h).

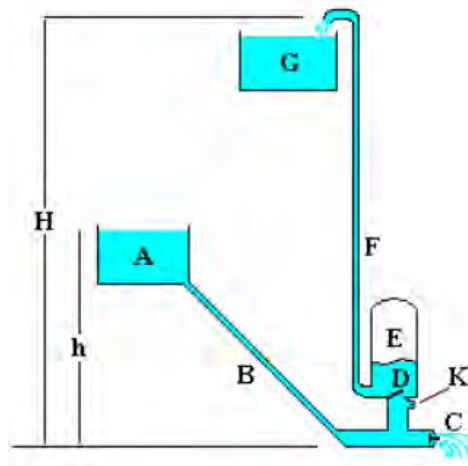


Figura 10. Esquema de una instalación de bombeo utilizando bomba de ariete

Al llegar el flujo a la válvula de descarga (C), ésta instantáneamente detiene el movimiento del flujo, lo cual provoca onda de presión positiva (sobrepresión) en el extremo inferior del tubo de aspiración; es decir, un golpe de ariete. Esto provoca que el agua fuerce a la válvula check (D) a abrirse y a subir por el tubo de impulsión (F) hacia el tanque elevado (G). La válvula de descarga (C) vuelve a abrirse debido a la baja de presión del flujo, reiniciándose el ciclo. En el depósito de carga (E) se coloca aire a presión (u otro gas) cuya función es la de amortiguar el fenómeno de la sobrepresión y la de mantener un flujo de agua constante por el tubo de descarga (F). El aire o gas de la cámara debe reponerse periódicamente ya que termina disolviéndose en el agua; o, de lo contrario es necesario recubrirlo con una envoltura de goma para evitar su disolución.

El alcance del proyecto

La duración estimada para el proyecto fue de todo el semestre 2018-B. El nivel de complejidad estuvo catalogado como intermedio y de carácter multidisciplinar; es decir, contó con el apoyo del docente del curso de Mecánica de Fluidos y el del curso de Turbomáquinas. El trabajo final será presentado en aula y demostrado a la comunidad universitaria al finalizar el semestre.

Metas y objetivos del proyecto:

Los estudiantes diseñarán y construirán un prototipo de bomba de ariete utilizando materiales de bajo costo, pero basándose en los mismos principios de una bomba de ariete comercial.

Objetivo general:

* Diseñar y construir de una bomba de ariete para su utilización en zonas rurales del país.

Objetivos específicos:

* Aplicar los conocimientos adquiridos en clase en un proyecto real relacionado con la especialidad.

* Determinar el caudal mínimo de llegada a la bomba para lograr la impulsión del caudal de diseño.

* Determinar el desnivel mínimo necesario de succión para lograr la elevación del agua hasta la zona de almacenamiento o consumo.

Resultados esperados:

Como consecuencia de este aprendizaje se espera que los estudiantes:

- * Apliquen ideas creativas y desarrollen habilidades complejas en ambientes reales.
- * Apliquen sus habilidades a situaciones variadas en contextos variados.
- * Resuelvan situaciones problemáticas.
- * Diseñen planes y/o experimentos.
- * Adquieran responsabilidad
- * Adoptan actitudes y valores positivos, especialmente relacionados con el trabajo colaborativo y buscan alternativas de solución a los desacuerdos.
- * Establezcan un clima libre de competencia, y de apoyo mutuo entre todos, etc.

Preguntas relativas al proyecto:

1. ¿De qué modo se podría elevar agua desde una fuente hídrica hasta una zona de consumo en comunidades rurales en donde no existe energía eléctrica para utilizar electrobombas ni hay facilidades para el uso de combustibles para utilización de motobombas?
2. ¿Se dispone de los conocimientos suficientes para emprender el proyecto seleccionado?
3. ¿Será necesario indagar conocimientos impartidos en otras materias de ciclos avanzados?
4. ¿Se requerirá de la ayuda de otros maestros de la Escuela o será suficiente con el maestro del curso actual?
5. ¿Se podrá afrontar económicamente los costos de la implementación del proyecto?
6. ¿Se requerirá de la implementación de actividades para coleccionar fondos?

Productos presentables:

Se presentarán informes parciales acerca del avance logrado en aspectos teóricos, así como el avance parcial en el diseño y/o construcción del prototipo de bomba.

Se presentará un informe final del proyecto (teórico) y la presentación y demostración de la solución física (prototipo) del problema a resolver.

Apoyo Especializado :

Los estudiantes recibieron constantemente apoyo del profesor del curso y de los profesores especialistas de la Escuela a través de instrucciones procedimentales, sugerencias de mejora, facilitación de fuentes de información, etc. Asimismo, los estudiantes recurren hasta los mismos fabricantes o vendedores de equipos cuando de obtener información especializada se trata.

Aquí es sumamente importante la retroalimentación que reciben los estudiantes tanto de sus propios compañeros, del profesor y de personas especialistas en el tema.

Ambiente de aprendizaje:

El ambiente escogido en este proyecto es extra-áulico: como lugar de experimentación se escogieron los jardines exteriores de la Escuela de Ingeniería Eléctrica. Los estudiantes disponen también de un ambiente cerrado en donde guardar o almacenar los materiales que van usar en el proyecto.

En las aulas de clase los estudiantes intercambiaron y ordenaron sus ideas, presentaron los avances teóricos, etc.

Recursos utilizados:

Los recursos utilizados en este proyecto fueron:

* Para la investigación y presentación de informes: textos especializados, CDs educativos, internet, computadoras, papel, etc.

* Para la implementación del sistema de bombeo: Mangueras de plástico de $\frac{3}{4}$ y 1 pulgada.

Botella de plástico de 2 litros, válvulas antirretorno (check), tanque de agua de 500 litros, etc.

Galería Fotográfica.

Las imágenes que se muestran en las figuras 11 a 15 corresponden a la puesta en práctica del aprendizaje basado en proyectos con el tema Construcción de una bomba de ariete, desarrollado por los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la UNAC durante el ciclo 2018-B



Figura 11. Producto final: Bomba de ariete



Figura 12. Primer diseño de prueba



Figura 13. Estudiantes ensamblando la bomba.



Figura 14 Estudiante explicando el funcionamiento de la bomba



Figura 15. Agua bombeada alcanzando los 15 m sobre el nivel de la bomba.

5.3. Cronograma de ejecución

La aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos en los estudiantes del curso de Mecánica de fluidos, durante el ciclo 2018-B, tuvo una duración de un semestre académico, considerando 13 semanas lectivas.

Es preciso recalcar, que el cronograma, mostrado en la tabla 12, también está alineado a los objetivos y recomendaciones del trabajo de investigación.

Tabla 12. Cronograma de actividades para implementar el aprendizaje basado en proyectos (Elaboración propia).

Actividades	Acciones	Semanas													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Programa de capacitación docente	Difusión del programa														
	Sensibilización														
	Taller de capacitación en metodología														
Implementación de la estrategia del Aprendizaje Basado en Proyectos	PLANEAMIENTO DEL PROYECTO														
	Socialización del ABP	x													
	Identificación de problemas	x													
	Selección del proyecto		x												
	Formación de equipos y asignación de los roles		x												
	DESARROLLO DEL PROYECTO														
	Elaboración del anteproyecto		x												
	Identificación e investigación de las variables del proyecto			x	x	x	x	x	x	x	x				

Elaboración de esquema del prototipo			x	x	x	x								
Construcción de prototipos.							x	x	x	x	x			
Prueba y ensayos									x	x	x			
Elaboración del proyecto final										x	x			
SOCIALIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL														
Presentación del informe y del producto terminado													x	
Demostración del proyecto														x
Aplicación de instrumentos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

5.4. Análisis costo-beneficio

Según Tippelt y Jürgen (2007, p.14) la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos suele no ser siempre ser lo más adecuado para la adquisición de los logros de aprendizaje; estudiantes poco motivados o con poca cercanía a contenidos técnico-tecnológicos, o escaso desarrollo de interrelaciones personales, puede ser traer como consecuencia que no se cumplan los previstos de la aplicación de la estrategia. Es necesario comparar los esfuerzos realizados, tanto de los estudiantes como los del docente, versus los resultados alcanzados. En ese sentido, una evaluación realizada a través de los instrumentos adecuados nos proporciona valiosa información al respecto. Por ejemplo, los testimonios personales de los estudiantes evidencian el éxito o fracaso de la implementación del proyecto.

La aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos en el curso de Mecánica de Fluidos, permitió obtener los testimonios de los estudiantes a través de una entrevista semi estructurada en campo, la misma que incluía preguntas referenciales como se señalan en el anexo 15.

Testimonio N° 1. “Yo he aprendido bastante de esto, una vez lo vi [el proyecto] en YouTube, pero una cosa es verlo allí y otra es llevarlo a la práctica. Cuando lo llevas a la práctica te encuentras con un sinfín de problemas y necesariamente uno lo tiene que investigar para solucionar esos problemas. Yo lo veo bastante productivo este proyecto porque yo vivo en la sierra y allí veo esta necesidad de subir el agua de las partes más bajas hacia las más altas donde no llega el agua. Bueno, [en conclusión], hemos aprendido bastante”.

Testimonio N° 2. “Hemos podido visualizar [aplicar] los diversos temas del curso de mecánica de fluidos, como por ejemplo impacto de chorro sobre álabes, transformación de energía mecánica en eléctrica, entre otros...”

Testimonio N° 3. “Del trabajo en equipo rescató las investigaciones individuales que luego compartíamos y discutíamos; de las dificultades que encontramos, las que superamos aportando nuevas ideas, investigando, consultando en internet e inclusive preguntando a los mismos vendedores como podríamos hacer para que el proyecto sea más eficiente”.

Testimonios como los citados evidencian el beneficio cualitativo obtenido al lograr los objetivos propuestos por la aplicación de la estrategia, justificando la inversión de esfuerzos, tanto del docente como de los estudiantes en términos de tiempo, dedicación en la preparación de materiales, en la investigación, en la evaluación etc.

El beneficio de la presente propuesta de solución es eminentemente cualitativo, ya que está enfocado en el fortalecimiento de las competencias específicas del curso.

En términos de costos, es preciso señalar que solo la primera actividad representa costo económico, tal como se aprecia en la tabla 13.

Tabla 13. Análisis de Costo/ beneficio (Elaboración propia)

Actividades	Acciones	Costo global
Programa de capacitación docente	Difusión del programa	S/. 200.00
	Sensibilización	S/. 100.00
	Taller de capacitación en metodología	S/. 400.00
Total		S/. 700.00

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados y los análisis realizados en el presente trabajo de investigación permiten establecer las conclusiones siguientes:

PRIMERA. El fortalecimiento de las competencias específicas del curso de Mecánica de Fluidos y aplicación de la Mecánica de Fluidos puede lograrse a través de la planeación e implementación de una estrategia didáctica centrada en el estudiante, tal como el aprendizaje basado en proyectos; describiendo y ejecutando ordenada y estructuradamente las distintas fases de la estrategia: planificación del proyecto, desarrollo del proyecto y evaluación del producto final, ya que estas permiten a los estudiantes desarrollar sus habilidades cognitivas, instrumentales e interpersonales, motivándoles fuertemente y permitiéndoles experimentar que toda la teoría aprendida en el aula puede cristalizarse en una obra que soluciona un determinado problema.

Con la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos, se logró que los estudiantes movilicen e integren conocimientos, saberes, habilidades, cualidades, cultura, emociones y sentimientos, lo que propició el fortalecimiento del desarrollo de las competencias específicas del curso de Mecánica de fluidos. A pesar de que no es una tarea sencilla, y que el tránsito por las distintas fases no necesariamente significa que se alcancen los logros planteados, lo que es realmente importante, a decir de Tippelt & Jürgen (2007) es que durante todo el proceso, los estudiantes se mantuvieron inmersos en actividades de carácter interdisciplinarios, trabajaron en entornos reales, desarrollaron formas de aprendizaje autónomo, realizaron investigación individual y aplicaron el trabajo colaborativo, desarrollando competencias.

SEGUNDA. Desde la perspectiva de los estudiantes, estos perciben que la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos en el curso de Mecánica de Fluidos, permitió

el fortalecimiento de la competencia específica *comprensión del comportamiento de los fluidos y de las leyes que los gobiernan*, hecho que fue confirmado a través de los testimonios obtenidos de los propios estudiantes al finalizar la aplicación de la estrategia.

Desde la perspectiva del docente, se comprobó que la aplicación de la estrategia fortaleció la competencia en mención ya que los resultados obtenidos de la evaluación final de la aplicación mostraron que un alto porcentaje de los estudiantes (70%) lograron responder la evaluación final en donde interpretaron, explicaron y ejemplificaron, la información relativa a los conceptos e ideas fundamentales de la Mecánica de fluidos, lo que en palabras de Bloom (1956) significa que el estudiante fue capaz de construir significado a partir de la información brindada.

TERCERA. Desde la perspectiva de los estudiantes, estos perciben que la aplicación de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos en el curso de Mecánica de Fluidos, permitió el fortalecimiento de la competencia específica *aplicación de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos*, hecho que fue confirmado a través de los testimonios obtenidos de los propios estudiantes al finalizar la aplicación de la estrategia.

Desde la perspectiva del docente, se comprobó que la aplicación de la estrategia fortaleció la competencia en mención, puesto que los estudiantes fueron capaces de solucionar los problemas propuestos satisfactoriamente, observándose que el 60% evidenció la aplicación de los conocimientos de la Mecánica de fluidos a la práctica mediante el cálculo y la utilización de ecuaciones de la materia, en la evaluación final del logro.

RECOMENDACIONES

Ante los cambios beneficiosos experimentados en el fortalecimiento de las competencias específicas el curso de Mecánica de Fluidos con la implementación de una estrategia centrada en el estudiante, y en coherencia con las actividades de la propuesta de solución, se recomienda:

PRIMERA. Efectuar una investigación con enfoque mixto con el fin de tener un mejor conocimiento de la manera en que la aplicación del aprendizaje basado en proyectos contribuye con el fortalecimiento de las competencias específicas de los estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos, en razón de que los resultados obtenidos en este estudio fueron positivos al lograr la integración de los saberes cognitivos, procedimentales y afectivos.

SEGUNDA. Sugerir a los docentes de la Facultad tomar como referencia la propuesta de este trabajo; es decir, la de implementar una estrategia centrada en el estudiante como el aprendizaje basado en proyectos u otro similar, para que a través de una secuencia ordenada de pasos se logre el fortalecimiento de las competencias específicas del curso que dictan en la Facultad; en particular la competencia específica *comprensión del comportamiento de los fluidos y de la leyes que los gobiernan*, en el curso de Mecánica de Fluidos. De este modo se tendrá un aprendizaje más atractivo y con carácter de significativo para los estudiantes.

TERCERA. Capacitar a todos los docentes del curso de Mecánica de Fluidos de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica para que implementen la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos en sustitución de la metodología tradicional, a través de cursos-talleres sobre metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, con la finalidad de desarrollar la competencia

específica aplicación de los conocimientos a la práctica; en particular de la competencia *aplicación de la Mecánica de fluidos a la solución de problemas de flujos*.

Adaptar las fases de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos a las necesidades particulares de cada curso a fin de cumplir con su cometido; es decir, los docentes son libres de realizar cualquier cambio y/o mejora para ajustar la aplicación a sus respectivos cursos.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, N., Cedillo, M. y Valenzuela, J. (2015) Logro de aprendizajes significativos a través de la competencia transversal “trabajo colaborativo” en educación superior. Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol. 6, No.1, 22-32. Recuperado de: <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.18175/vys6.1.2015.03>
- Alcaraz, J. et al. (2014). *Desarrollo de competencias profesionales a través de prácticas en empresa en la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT)*. Universidad Politécnica de Cartagena. Colombia.
- Alcober, J., Ruíz S., Valero M. (2003) *Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC. Escuela Politécnica de Superior de Castelldefels*. España. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- Alvarado, J., García, M. y Castellanos, L. (s.f). *Aprendizaje significativo en la Educación Superior*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Recuperado de: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n9/e1.html>
- Arrugatea, J., Sancho, J., Puelles, E, y Ramos, J. (2013) *¿Por qué aplicar el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en proyectos en ingeniería? Resultados de su aplicación en varias asignaturas*. Universidad de Girona. España. Recuperado de: <https://dugi-doc.udg.edu>
- Aznar, F., Pujol, M., Sempere, M. y Rizo, R. (2012). *Adquisición de Competencias Mediante Aprendizaje Basado en Proyectos Como Metodología Docente: Valoración del Alumnado*. Dpto. de Ciencia de la Computación e inteligencia artificial. Universidad Alicante. X jornada de redes de investigación en docencia universitaria. España.
- Blank, W. (1997). Authentic instruction. In W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), *Promising practices for connecting high school to the real world* (pp. 15–21)

- Bloom, B. (1956). *Taxonomía de los objetivos educacionales, Manual I: El dominio cognitivo*. Nueva York: David McKay Co Inc.
- Boni, A., Lozano, J.F. y Walker, M., (2010) “*La Educación Superior desde el Enfoque de Capacidades*”. Una propuesta para el Debate. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, nº 13 (3), pp- 123-131.
- Bengoechea, G. P. (2003). *Una perspectiva constructivista de la enseñanza y el aprendizaje*. Colegio Oficial de psicología de Madrid. Temas. Psicología educativa. Anuarios Educational psychology. Recuperado de: <http://www.cop.es/publicaciones/educa/>
- Buendía, L; Colás, P y Hernández, F. (1998). *Métodos de investigación en Psicopedagogía*. Ed. McGraw Hill/Interamericana de España. ISBN: 84-481-1254-7
- Campos, J y Chinchilla, J. (2009). *Reflexiones acerca de los desafíos de la formación de competencias para la investigación en educación superior*. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, vol. 9, núm. 2, pp. 1-20. Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/447/44713058023.pdf>
- Castañeda, H. (2013). *Pedagogía, tecnologías digitales y Gestión de la información y el conocimiento en la enseñanza de la ingeniería*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/>
- Cerato, A y Gallino, M. (2013) *Competencias genéricas en carreras de ingeniería*. *Ciencia y Tecnología*, 13, 2013, pp. 83-94 ISSN 1850-0870
- Chagoyán, P. (2013). *Rastreado el origen pedagógico del modelo educativo por competencias*. Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior de Guanajuato. México. Recuperado de: <http://www.revistacoepesgto.mx/revistacoepes7/>

- Cruz, A (2017). *El aprendizaje basado en proyectos como una estrategia docente para el desarrollo de competencias profesionales en estudiantes de Ingeniería Mecánica*. (tesis de grado). Escuela Superior Nacional de Ciudad de México. Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/23524>
- Delors *et al.* (1996). *La educación encierra un tesoro*. Informe de la UNESCO de la comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI. Madrid: Santillana-UNESCO.
- Eisner, E. (2000). Benjamín Bloom (1913-1999). *Perspectivas: revista trimestral de educación comparada*, vol. XXX, n° 3, septiembre 2000, págs. 423-432 ©UNESCO: Oficina Internacional de Educación, 2000. págs. 423-432.
- Fernández, E. (2013) *Diseño de una propuesta metodológica para contribuir a mejorar la enseñanza de cálculo en carreras de ingeniería utilizando herramientas del ABP*. (Tesis de Grado). Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de: <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/8337>
- Galeana de la O, L (2016). *Aprendizaje basado en proyectos*. Universidad de Colima. México. Recuperado de: <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/12835/Aprendizaje%20basado%20en%20proyectos.pdf?sequence=1>
- García, A, Muñoz, R. y Gómez, P. (2017). *Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de estudiantes de Educación Primaria*. España. Recuperado de: <https://revistas.um.es/rie/article/view/246811>
- González-Santander, J.; Castellano, G. (2014). *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. España. Editorial Club Universitario.
- Gutiérrez, E (2014). *Procesos de Selección Docente en un Modelo Educativo basado en Competencias*. Secretaría Académica de la Universidad Nacional de México. Recuperado de: http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia_78.pdf

- Hernández F., Duarte, J. (2013). *El Aprendizaje basado en Problemas como Estrategia para el Desarrollo de Competencias Específicas en Estudiantes de Ingeniería*. (tesis de grado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014) *Metodología de la investigación*. México D.F. Mc Graw Hill.
- IESALC-Unesco. (2008). *Declaración de la Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y El Caribe- CRES 2008*. Colombia. Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982009000300007
- Instituto Tecnológico de Monterrey (2012). LAS ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS DIDÁCTICAS EN EL REDISEÑO. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Vicerrectoría Académica. Obtenido de
http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/casos/casos.pdf
- Laluzza, J. (2016). Aprender a diseñar proyectos en respuesta a necesidades reales y en colaboración con entidades. España: 2016. Recuperado de:
<https://www.cidui.org/revistacidui/index.php/cidui/article/download/991/957>
- Le Boterf, G. (2018). Desarrollo e implementación de competencias: cómo invertir en profesionalismo y habilidades. Eyrolles. París, Francia.
- Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. Laurus, vol. 13, núm. 23, pp. 263-278 Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezuela
- Malpartida, J. (2018) *Efecto del aprendizaje basado en proyectos en el logro de habilidades intelectuales en estudiantes del curso de contabilidad superior en una universidad pública de la región Huánuco*. (tesis de grado). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.

- Munson, B; Young, D y Okiishii, T. (2016). *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. Editorial Limusa Wiley. 7ma, ed. México.
- Passinato, H. (2008). *Fundamentos de mecánica de Fluidos*. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional de Plaza Huinul. 1era. Edición. Argentina
- Pontificia Universidad Católica del Perú. (2015). *El currículo por competencias en la educación superior. I Encuentro Internacional Universitario*. Editora: Gabriela Carrillo Mendoza. Perú. Recuperado de: vicerrectorado.pucp.edu.pe/.../wp.../Encuentro_Curriculo_Competicencias_2014.pdf
- Proyecto Tuning – América Latina. (2007). *Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en America Latina*. Publicaciones de la Universidad de Deusto. España.
- Ramos, E. (2018). *Formación basada en el enfoque de competencias y el logro de aprendizaje de los estudiantes de nivelación de física de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Campus San Miguel, 2017*. (tesis de grado). Universidad Nacional de Educación Enrique guzmán y valle, Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/1564/TM%20CE-Du%203509%20%20R1%20-%20Ramos%20Valentin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Retamal, E. (2014). *Enseñanza Tradicional vs Aprendizaje basado en proyectos*. BPMOOC_INTEF [blog post]. Haciendo las Tareas [Blog]. Recuperado de: <http://profesoraegenia.blogspot.pe/2014/04/ensenanza-tradicional-vs-aprendizaje.html>
- Rodríguez, F., Kolmos, A. y Guerra, A. (2017). *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería*. Aalborg University. Denmark. Recuperado de: http://vbn.aau.dk/files/262849611/Book_PBL_online.PDF
- Rodríguez, F., Vivitskaya O., Silva, M., (2017). *Aprendizaje basado en proyectos en el nivel de competencias investigativas en estudiantes de Instituto Pedagógico. Trujillo, 2017*. (tesis de grado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/22688/rodriguez_vf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rosario, F. (2016). *Aprendizaje basado en problemas y comprensión lectora en estudiantes del I Ciclo- 2015 de la Facultad de Educación de la UNMSM*. (tesis de grado).

Universidad nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

https://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/el_metodo_de_proyectos.pdf

Sancho, J., Fernández, U. y Errasti, I. (2011). “*Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a Ingeniería Fluidomecánica*”. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko

Unibertsitatea. España. Recuperado de: <https://web.ua.es/es/ice/jornadas-redes-2011/documentos/posters/184707.pdf>

Salas, W. (2005). *Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano*. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). Recuperado de:

<https://rieoei.org/RIE/article/view/2765>

Salgado C. (2017). *Alcances y tipos de investigación*. Separata de Clase de la sección de postgrado. UTP. Perú.

Serrato, N. (2015). “*El desarrollo del pensamiento crítico a partir del uso del Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia didáctica*”. (tesis de grado). Instituto Tecnológico de Monterrey. México. Recuperado de:

<https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/622448>

Suárez, M. (2018). “*Implementación de la metodología de enseñanza: aprendizaje basado en proyectos a ser aplicada en el curso de físico – química para metalurgistas FIGMM – UNP*”. (tesis de grado). Universidad Jesuita, Antonio Ruíz de Montoya, Lima, Perú.

Recuperado de: <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/622448>

- Tippelt, R. y Lindemann, H. (2001). *EL Método de Proyectos*. Ministerio de Educación. Gobierno de El Salvador. Unión Europea. Recuperado de:
http://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/el_metodo_de_proyectos.pdf
- Tobón, S. (2008). *La formación basada en competencias en la educación superior: El enfoque complejo*. México. Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Tobón, S. (2013). *Trabajo colaborativo e interaprendizaje*. México. Instituto CIFE.
- Toledo, P. y Sánchez, J. (2018, 1 de junio). *Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria*. Profesorado. *Revista de curriculum y formación de profesorado*. Recuperado de:
<https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/66383>
- Unesco. (1998). *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción y Marco de Acción Prioritaria para el Cambio y el Desarrollo en la Educación Superior*. Recuperado de: www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm
- Unesco/Cres. (2008). *Declaración de la Conferencia Regional de Educación Superior en América Latina y El Caribe: Cartagena de Indias*. Colombia.
- Vilca M. (2017). *El ABP en la enseñanza de los estudiantes del III ciclo de la Facultad de Ingeniería Industrial y Civil del curso de Química de la Universidad Alas Peruanas*. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Educación con mención en Docencia Universitaria. UNMSM
- Zegarra Ramírez, L. (2017), “Efectos de la aplicación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de competencias en el curso de procesos de manufactura II”. (tesis de grado). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.upch.edu.pe/handle/upch/1443>

ANEXOS

ENCUESTA PARA ESTUDIANTES-1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ
SECCIÓN DE POSGRADO.
MAESTRIA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA Y GESTIÓN EDUCATIVA

Tema de investigación: “El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao”.

Objetivo: Recabar información sobre el **El desarrollo de Competencias Específicas** en el proceso de aprendizaje del curso de Mecánica de Fluidos.

Indicaciones: Estimado estudiante te presentamos, a continuación, un conjunto de enunciados, los que debes leer con atención y responderlos verazmente marcando con una X en la escala que corresponda.

Datos característicos:

Semestre académico: 2018-A Grupo horario: _____ Edad: ___ años Sexo: (M)
(F)

Valoración:

Siempre	5	Casi siempre	4	A veces	3	Muy rara vez	2	Nunca	1
---------	---	--------------	---	---------	---	--------------	---	-------	---

Comprensión del comportamiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan

P1. Soy capaz de definir las diferentes propiedades de los fluidos para caracterizarlos.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P2. Puedo identificar los diferentes tipos de flujo de fluidos basado en el tiempo y la posición de las partículas de fluido.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P3. La metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada en el curso me ha ayudado a comprender el comportamiento de los fluidos.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P4. Explico las leyes que gobiernan a los fluidos en movimiento.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P5. Comprendo la necesidad de utilizar un volumen de control para el análisis de los flujos de fluidos.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P6. Soy capaz de analizar correctamente la ecuación de conservación de masa para efectuar el balance de masa en un volumen de control.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P7. Reconozco los diversos tipos de fuerzas que actúan sobre un volumen de control

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P8. Comprendo los diferentes métodos de solución de los flujos laminar y turbulento en los sistemas de tuberías.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P9. La metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada en el curso me ha ayudado a comprender las leyes que gobiernan la mecánica de los fluidos.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

Aplicación de los conocimientos de la Mecánica de Fluidos a la solución de problemas relacionados con el flujo de fluidos.

P10. El curso me ha ayudado a desarrollar mi capacidad de pensamiento crítico.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P11. Soy capaz de analizar y resolver un sistema de bombeo para determinar la potencia de la bomba que debe utilizarse.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P12. El curso me ha ayudado a analizar y aplicar situaciones de interés para mi práctica profesional.

P13. El curso me ha ayudado a desarrollar mi capacidad de toma decisiones al momento de analizar problemas.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

Muchas gracias por tu colaboración.

ENCUESTA PARA ESTUDIANTES-2

Tema de investigación: “El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao”.

Objetivo: Recabar información sobre la **Aplicación de Estrategias Didácticas** en el desarrollo del proceso de aprendizaje del curso de Mecánica de Fluidos.

Indicaciones: Estimado estudiante te presentamos, a continuación, un conjunto de enunciados, los que debes leer con atención y responderlos verazmente marcando con una X en la escala que corresponda.

Datos característicos:

Semestre académico: 2018-A Grupo horario: _____ Edad: ___ años Sexo: (M) (F)

Valoración:

Siempre	5	Casi siempre	4	A veces	3	Muy rara vez	2	Nunca	1
---------	---	--------------	---	---------	---	--------------	---	-------	---

Aplicación de estrategias didácticas

P14. He desarrollado mi capacidad de trabajar colaborativamente para mejorar mis habilidades sociales al momento de elaborar tareas.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P15. El docente del curso asigna un papel protagónico a los estudiantes para la construcción de su aprendizaje.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P16. Para el aprendizaje de ciertos temas de la Mecánica de Fluidos he tenido contacto con la naturaleza o con un problema real de mi entorno.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P17. En el aprendizaje de la Mecánica de Fluidos he realizado investigaciones por mi cuenta.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P18. En las clases, el docente ha aplicado estrategias didácticas centradas en el estudiante para facilitar la comprensión de los temas

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

P19. He aplicado *el aprendizaje basado en proyectos* como estrategia para el aprendizaje de la mecánica de fluidos.

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

Muchas gracias por tu colaboración.

ENCUESTA PARA DOCENTES DE LA ASIGNATURA MECÁNICA DE FLUIDOS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERU
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA Y GESTIÓN EDUCATIVA

Tema de investigación: “El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao”.

Objetivo: Recabar información sobre el desarrollo de competencias específicas y el conocimiento y aplicación de estrategias metodológicas centradas en el estudiante en el desarrollo del proceso de enseñanza del curso de Mecánica de Fluidos.

Indicaciones: Estimado docente le presentamos, a continuación, un conjunto de enunciados, los que debe leer con atención y responderlos verazmente marcando con una X en la escala que corresponda.

Valoración:

Siempre	5	Casi siempre	4	A veces	3	Muy rara vez	2	Nunca	1
---------	---	--------------	---	---------	---	--------------	---	-------	---

Cuestionario:

1. ¿Considera que el proceso de enseñanza –aprendizaje que utiliza en sus clases de la asignatura Mecánica de Fluidos está centrado en el estudiante?

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

2. ¿Considera que el proceso de enseñanza –aprendizaje que utiliza en sus clases desarrolla y/o fortalece las competencias específicas del curso de Mecánica de Fluidos?

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

3. ¿Utiliza diferentes espacios físicos de aprendizaje en la enseñanza del curso de Mecánica de fluidos?

4. ¿Fomenta *el trabajo en equipo* en sus estudiantes en la enseñanza del curso de Mecánica de fluidos?

5. ¿Aplica alguna estrategia didáctica centrada en el estudiante para lograr una participación activa de los estudiantes en el aprendizaje de la Mecánica de Fluidos?

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

6. ¿Ha aplicado la estrategia didáctica *aprendizaje basado en proyectos* como una herramienta para formación de competencias?

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

7. ¿En particular, aplica la estrategia del *aprendizaje basado en proyectos* como una herramienta para el desarrollo y fortalecimiento de competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos?

Siempre () Casi siempre () A veces () Muy rara vez () Nunca ()

Muchas gracias por su colaboración

Anexo 2. Constancia de validación de expertos

a) Especialista Temático



MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA Y GESTIÓN EDUCATIVA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES DEL INSTRUMENTO

Nombre: Encuesta a estudiantes para medir la adquisición de competencias específicas en la asignatura de Mecánica de Fluidos.

DEL INFORMANTE

Apellidos y Nombres: Rangifo Abanto, Guillermo Alejandro

Grado académico: Magister en Educación

Cargo e Institución donde labora: Docente en UTP y UCV

DE LA INVESTIGACIÓN Y AUTORES

Título: *El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao en el semestre académico 2018-A*

Apellidos y Nombres: *Cateriano Calderón Margarita del Carmen/ García Pérez Mario Alberto*

II.-ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

Indicadores de evaluación		Valoración				
Aspecto	El instrumento:	Deficiente (A)	Regular (B)	Buena (C)	Muy Buena (D)	Excelente (E)
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					✓
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					✓
Actualidad	Responde al avance científico tecnológico.					✓
Organización	Está estructurado en forma lógica.					✓
Suficiencia	Presenta la cantidad adecuada de reactivos.					✓
Intencionalidad	Está diseñado según los propósitos del estudio.					✓
Consistencia	Presenta sustento científico.					✓
Coherencia	Presenta reactivos coherentes con la operacionalización de la variable.					✓
Metodología	Responde al tipo y diseño de investigación.					✓
Oportunidad	Está diseñado para ser aplicado en el momento preciso.					✓
Cuento de marcas						

$$\text{II. Coeficiente de valoración} = \frac{1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E}{50} = \frac{50}{50} = 1$$

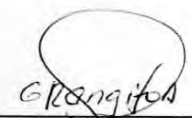
- III. **Calificación Global (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el paréntesis asociado)**

CATEGORÍA	INTERVALO	
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	()
Con observaciones	]0.60 – 0.70]	()
Aprobado	]0.70 – 1.00]	(X)

IV. **OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD:** *El instrumento de investigación cumple con los aspectos de validación y debe ser aplicado*

(El instrumento puede ser aplicado / El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación.)

Lugar y Fecha: *Lima*
05-07-2018


Firma del experto informante
DNI N° *06944603*
Teléf. *969414649*

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

DEL INSTRUMENTO

Nombre: Encuesta a estudiantes para medir la utilización de estrategias didácticas en la asignatura de Mecánica de Fluidos.

DEL INFORMANTE

Apellidos y Nombres: Rengifo Abanto, Guillermo Alejandro

Grado académico: Magister en Educación

Cargo e Institución donde labora: Docente - UTP-y-UCV

DE LA INVESTIGACIÓN Y AUTORES

Título: El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao en el semestre académico 2018-A

Apellidos y Nombres: Cateriano Calderón Margarita del Carmen/ García Pérez Mario Alberto

II-.ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

Indicadores de evaluación		Valoración				
Aspecto	El instrumento:	Deficiente (A)	Regular (B)	Buena (C)	Muy Buena (D)	Excelente (E)
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					✓
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					✓
Actualidad	Responde al avance científico tecnológico.					✓
Organización	Está estructurado en forma lógica.					✓
Suficiencia	Presenta la cantidad adecuada de reactivos.					✓
Intencionalidad	Está diseñado según los propósitos del estudio.					✓
Consistencia	Presenta sustento científico.					✓
Coherencia	Presenta reactivos coherentes con la operacionalización de la variable.					✓
Metodología	Responde al tipo y diseño de investigación.					✓
Oportunidad	Está diseñado para ser aplicado en el momento preciso.					✓
Conteo de marcas						

$$\text{II. Coeficiente de valoración} = \frac{1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E}{50} = \frac{50}{50} = 1$$

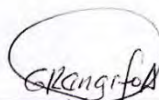
III. **Calificación Global (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el paréntesis asociado)**

CATEGORÍA	INTERVALO	
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	()
Con observaciones	]0.60 – 0.70]	()
Aprobado	]0.70 – 1.00]	(X)

IV. **OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD:** *El instrumento de Investigación.*
cumple con los aspectos de validación y debe ser
aplicado.

(El instrumento puede ser aplicado / El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación.)

Lima
Lugar y Fecha: 05-07-2018



Firma del experto informante
DNI N° 06944603
Teléf. 969414649

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES DEL INSTRUMENTO

Nombre: Encuesta a docentes para medir adquisición de competencias y uso de estrategias didácticas en el curso de Mecánica de Fluidos.

DEL INFORMANTE

Apellidos y Nombres: Rengifo Abanto, Guillermo Alejandro

Grado académico: Magister en Educación

Cargo e Institución donde labora: Docente en UTP y UCV

DE LA INVESTIGACIÓN Y AUTORES

Título: El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao en el semestre académico 2018-A

Apellidos y Nombres: Cateriano Calderón Margarita del Carmen/ García Pérez Mario Alberto

II.-ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

Indicadores de evaluación		Valoración				
Aspecto	El instrumento:	Deficiente (A)	Regular (B)	Bueno (C)	Muy Bueno (D)	Excelente (E)
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					/
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					/
Actualidad	Responde al avance científico tecnológico.					/
Organización	Está estructurado en forma lógica.					/
Suficiencia	Presenta la cantidad adecuada de reactivos.					/
Intencionalidad	Está diseñado según los propósitos del estudio.					/
Consistencia	Presenta sustento científico.					/
Coherencia	Presenta reactivos coherentes con la operacionalización de la variable.					/
Metodología	Responde al tipo y diseño de investigación.					/
Oportunidad	Está diseñado para ser aplicado en el momento preciso.					/
Conteo de marcas						

$$\text{II. Coeficiente de valoración} = \frac{1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E}{50} = \frac{50}{50} = 1$$

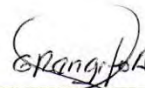
III. **Calificación Global (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el paréntesis asociado)**

CATEGORÍA	INTERVALO	
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	()
Con observaciones	]0.60 – 0.70]	()
Aprobado	]0.70 – 1.00]	(X)

IV. **OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD:** El instrumento de investigación cumple con los aspectos de validación y debe ser aplicado.

(El instrumento puede ser aplicado / El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación.)

Lugar y Fecha: Lima
05-07-2018



Firma del experto informante
DNI N° : 06944603
Teléf. : 969414649

b) Especialista Metodológico

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

DEL INSTRUMENTO

Nombre: Encuesta a estudiantes para medir adquisición de competencias específicas en la asignatura de Mecánica de Fluidos.

DEL INFORMANTE

Apellidos y Nombres: MESIAS RATTO, ROSA VICTORIA

Grado académico: DOCTORA EN EDUCACION

Cargo e Institución donde labora: DOCENTE - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

DE LA INVESTIGACIÓN Y AUTORES

Título: El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao en el semestre académico 2018-A

Apellidos y Nombres: Cateriano Calderón Margarita del Carmen/ García Pérez Mario Alberto

II.-ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

Indicadores de evaluación		Valoración				
Aspecto	El instrumento:	Deficiente (A)	Regular (B)	Buena (C)	Muy Buena (D)	Excelente (E)
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					✓
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					✓
Actualidad	Responde al avance científico tecnológico.					✓
Organización	Está estructurado en forma lógica.					✓
Suficiencia	Presenta la cantidad adecuada de reactivos.					✓
Intencionalidad	Está diseñado según los propósitos del estudio.					✓
Consistencia	Presenta sustento científico.					✓
Coherencia	Presenta reactivos coherentes con la operacionalización de la variable.					✓
Metodología	Responde al tipo y diseño de investigación.					✓
Oportunidad	Está diseñado para ser aplicado en el momento preciso.					✓
Conteo de marcas						

$$\text{II. Coeficiente de valoración} = \frac{1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E}{50} = \frac{50}{50} = 1$$

III. Calificación Global (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el paréntesis asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO	
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	()
Con observaciones	]0.60 – 0.70]	()
Aprobado	]0.70 – 1.00]	(X)

IV. OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD: *El instrumento revisado es idóneo para los fines de esta investigación.*

(El instrumento puede ser aplicado / El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación.)

Fecha: 02.07.2018

Rosa V. Morán Ratto
Firma del experto informante
DNI Nº 08192644
Teléf. 998975507

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES DEL INSTRUMENTO

Nombre: Encuesta a estudiantes para medir la utilización de estrategias didácticas en la asignatura de Mecánica de Fluidos.

DEL INFORMANTE

Apellidos y Nombres: MESIAS RATTO, ROSA VICTORIA

Grado académico: DOCTORA EN EDUCACIÓN

Cargo e Institución donde labora: DOCENTE - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

DE LA INVESTIGACIÓN Y AUTORES

Título: El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao en el semestre académico 2018-A

Apellidos y Nombres: Cateriano Calderón Margarita del Carmen/ García Pérez Mario Alberto

II.-ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

Indicadores de evaluación		Valoración				
Aspecto	El instrumento:	Deficiente (A)	Regular (B)	Bueno (C)	Muy Bueno (D)	Excelente (E)
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					✓
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					✓
Actualidad	Responde al avance científico tecnológico.					✓
Organización	Está estructurado en forma lógica.					✓
Suficiencia	Presenta la cantidad adecuada de reactivos.					✓
Intencionalidad	Está diseñado según los propósitos del estudio.					✓
Consistencia	Presenta sustento científico.					✓
Coherencia	Presenta reactivos coherentes con la operacionalización de la variable.					✓
Metodología	Responde al tipo y diseño de investigación.					✓
Oportunidad	Está diseñado para ser aplicado en el momento preciso.					✓
Coteo de marcas						

II. Coeficiente de valoración = $\frac{1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E}{50} = \frac{50}{50} = 1$

- III. Calificación Global (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el paréntesis asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO	
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	()
Con observaciones	]0.60 – 0.70]	()
Aprobado	]0.70 – 1.00]	(X)

IV. OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD: *El instrumento revisado es pertinente para el logro de los objetivos de la investigación propuesta.*

(El instrumento puede ser aplicado / El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación.)

Fecha: 02. 07. 2018

Pera V. Mesias Palto
Firma de Experto informante
DNI Nº 08192644
Teléf. 998975507

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES DEL INSTRUMENTO

Nombre: Encuesta a docentes para medir adquisición de competencias y uso de estrategias didácticas en el curso de Mecánica de Fluidos.

DEL INFORMANTE

Apellidos y Nombres: MESIAS RATTO, ROSA VICTORIA

Grado académico: DOCTORA EN EDUCACION

Cargo e Institución donde labora: DOCENTE - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

DE LA INVESTIGACIÓN Y AUTORES

Título: El aprendizaje basado en proyectos como estrategia para el fortalecimiento de las competencias específicas en el curso de Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao en el semestre académico 2018-A

Apellidos y Nombres: Cateriano Calderón Margarita del Carmen/ García Pérez Mario Alberto

II.-ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

Indicadores de evaluación		Valoración				
Aspecto	El instrumento:	Deficiente (A)	Regular (B)	Bueno (C)	Muy Bueno (D)	Excelente (E)
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					✓
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					✓
Actualidad	Responde al avance científico tecnológico.					✓
Organización	Está estructurado en forma lógica.					✓
Suficiencia	Presenta la cantidad adecuada de reactivos.					✓
Intencionalidad	Está diseñado según los propósitos del estudio.					✓
Consistencia	Presenta sustento científico.					✓
Coherencia	Presenta reactivos coherentes con la operacionalización de la variable.					✓
Metodología	Responde al tipo y diseño de investigación.					✓
Oportunidad	Está diseñado para ser aplicado en el momento preciso.					✓
Conteo de marcas						

$$\text{II. Coeficiente de valoración} = \frac{1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D + 5 \times E}{50} = \frac{50}{50} = 1$$

III. Calificación Global (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el paréntesis asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO	
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	()
Con observaciones	[0.60 – 0.70]	()
Aprobado	[0.70 – 1.00]	(X)

IV. OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD: *El instrumento revisado cumple con los aspectos de validación y es pertinente para el logro de las metas trazadas en esta investigación.*

(El instrumento puede ser aplicado / El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación.)

Fecha: 03.07.2018

Rosa V. Mesías Ratto
Firma del experto informante
DNI N° 08192644
Teléf. 998975507

Anexo 3. Oficios de autorización para recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Bellavista, 04 de Junio de 2018

OFICIO N° 100-2018-DEPIE/FIEE

Señor
Ing. Mario Alberto García Pérez
Docente -FIEE
Presente.-

Asunto: **AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ENCUESTA A ESTUDIANTES DEL CURSO DE MECANICA DE FLUIDOS GRUPO HORARIO 02T DEL SEMESTRE ACADÉMICO 2018-A**

Referencia: **OFICIO N°08-2018-MAGP**

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente y, asimismo concederle la autorización para la realización de la encuesta a estudiantes del curso de Mecánica de Fluidos, grupo horario 02T del Semestre Académico 2018-A, a realizarse en el aula de clase en la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, durante la última semana del mes de junio de 2018.

Los resultados que se obtengan de esta encuesta deberán ser utilizada únicamente en el trabajo de Investigación Titulado "EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO ESTRATEGIA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN EL CURSO DE MECÁNICA DE FLUIDOS DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO".

Sin otro particular aprovecho la ocasión para expresarle mis sentimientos de consideración y estima personal.

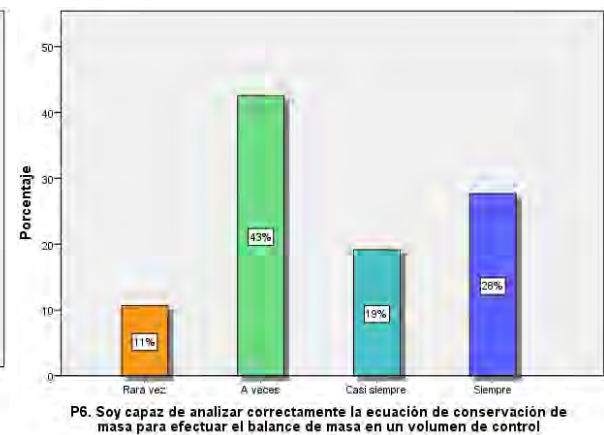
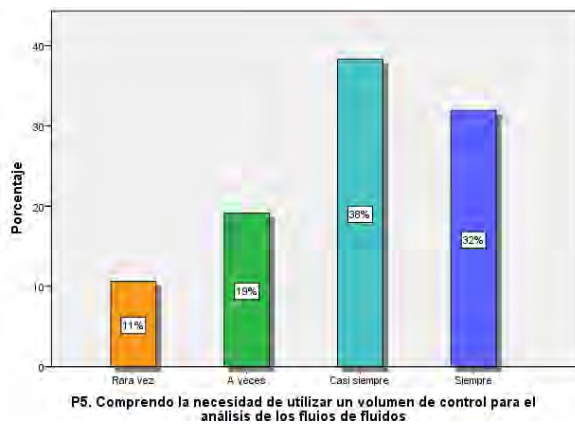
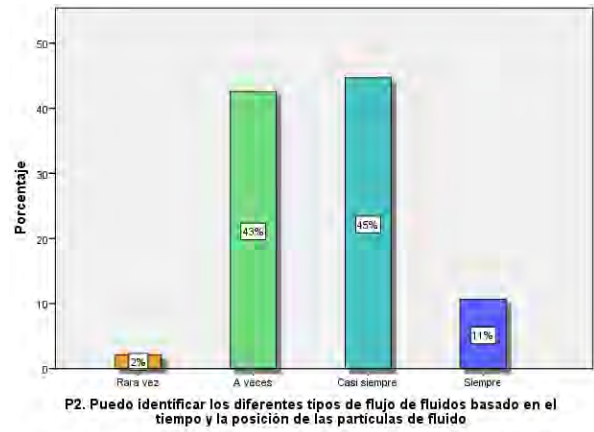
Atentamente,

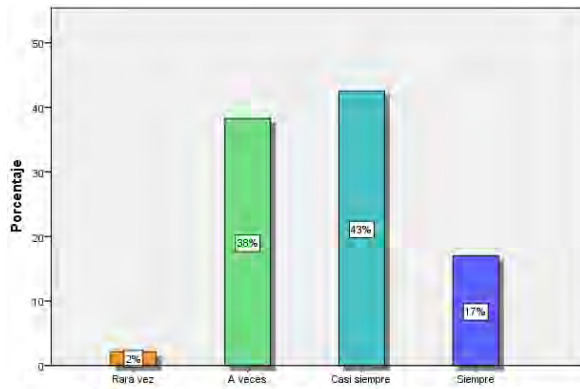

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Dr. Ing. Fernando Sanguen Ramírez
DIRECTOR DE LA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

c.c.
FJOR/Katty

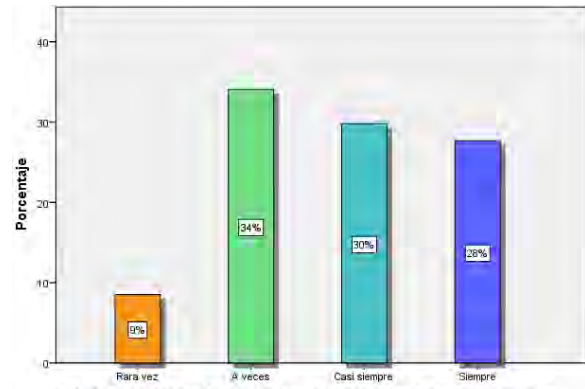
Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista, Callao. Apdo. Postal 138 Callao
Telf. (511) 4299740 Telefax (511) 4530165 Anexo 14 E-Mail decfiee@unac.edu.pe

Anexo 4. Análisis de frecuencias del desarrollo de competencias y uso de estrategias por parte de los estudiantes.

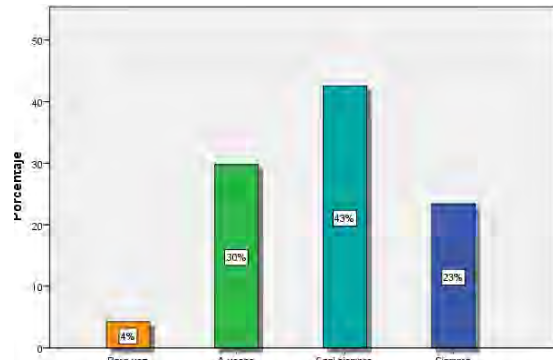




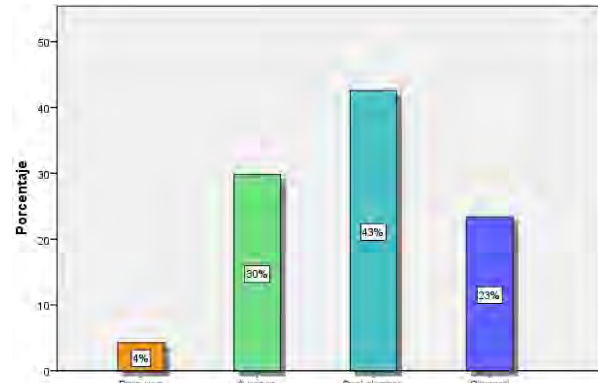
P7. Reconozco los diversos tipos de fuerzas que actúan sobre un volumen de control



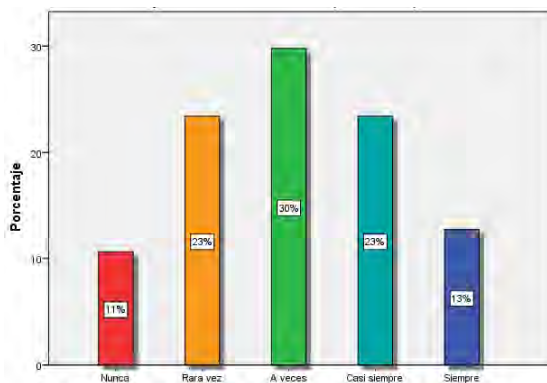
P8. Comprendo los diferentes métodos de solución de los flujos laminar y turbulento en los sistemas de tuberías.



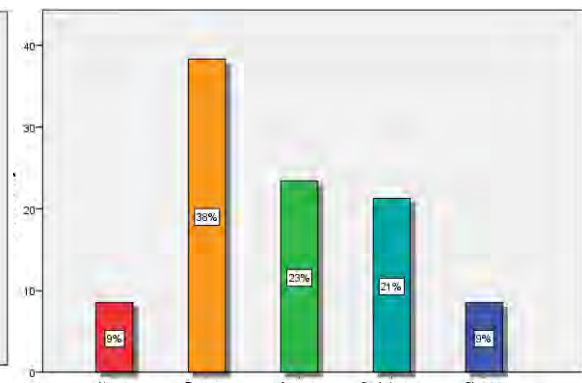
P9. La metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada en el curso me ha ayudado a comprender las leyes que gobiernan la mecánica de los fluidos



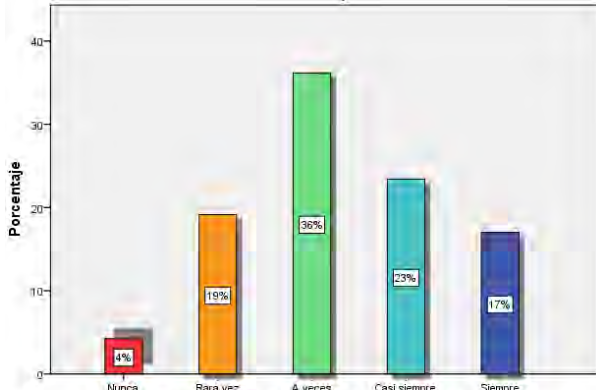
P10. La metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada en el curso me ha ayudado a comprender las leyes que gobiernan la mecánica de los ...



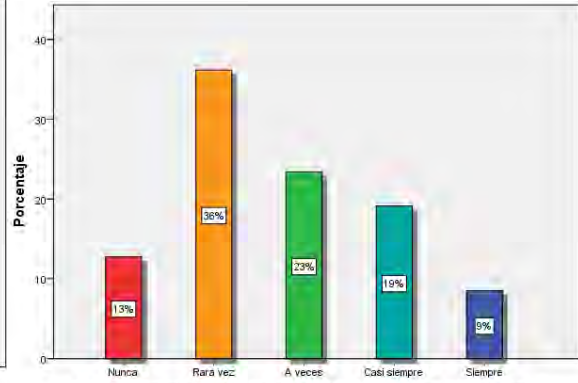
P11. El curso me ha ayudado a desarrollar mi capacidad de pensamiento crítico.



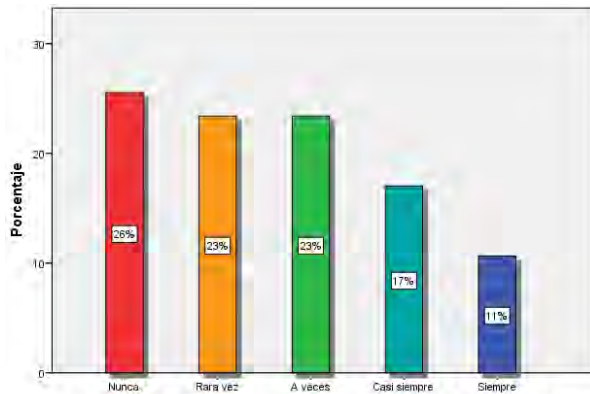
P12. El curso me ha ayudado a analizar situaciones de interés para mi práctica profesional



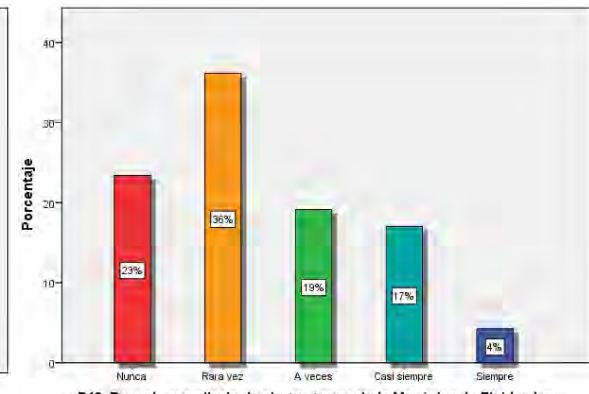
P13. El curso me ha ayudado a desarrollar mi capacidad de toma de decisiones al momento de analizar problemas



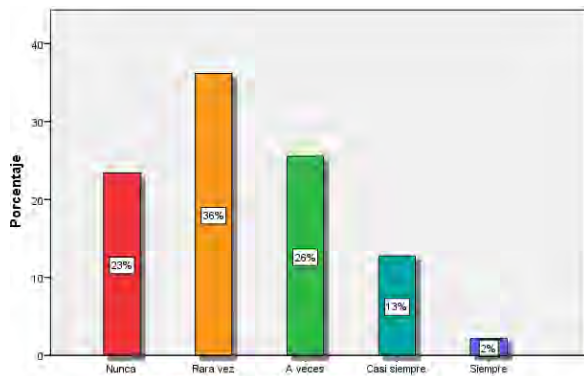
P14. He desarrollado mi capacidad de trabajar colaborativamente para mejorar mis habilidades sociales al momento de elaborar tareas



P15. El docente del curso asigna un papel protagónico a los estudiantes para la construcción de su aprendizaje

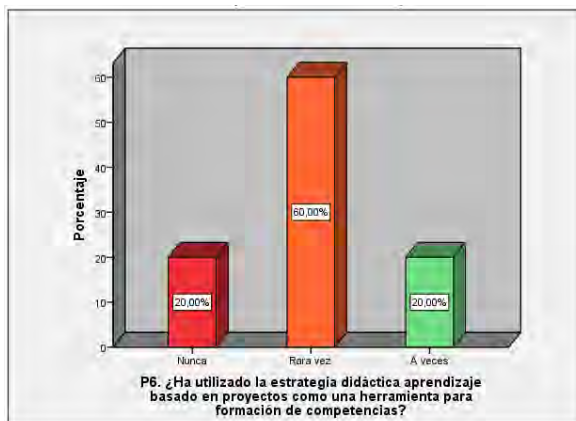
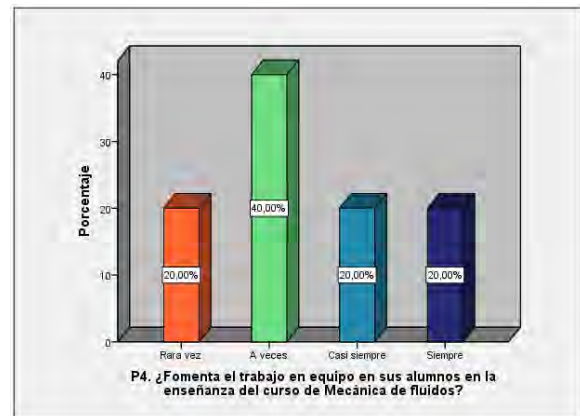
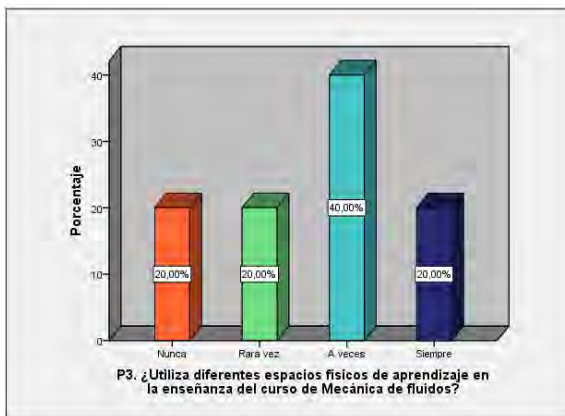
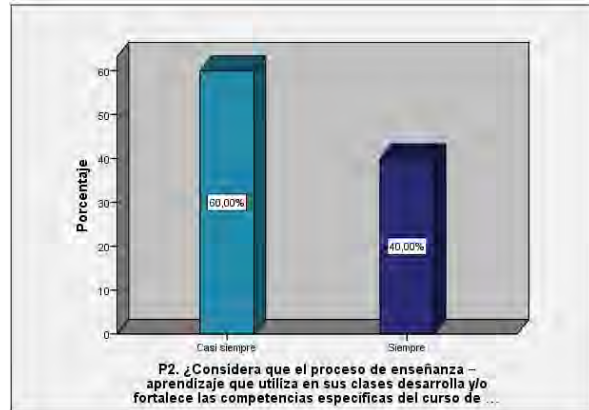
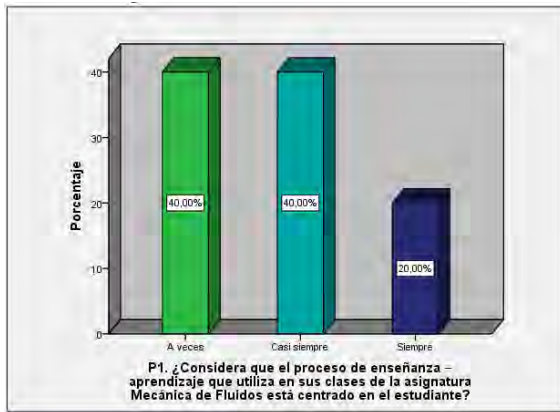


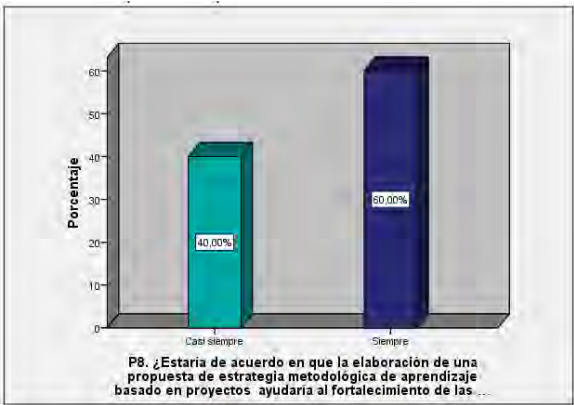
P16. Para el aprendizaje de ciertos temas de la Mecánica de Fluidos he tenido contacto con la naturaleza o con un problema real de mi entorno



P17. En el aprendizaje de la Mecánica de Fluidos he realizado investigaciones por mi cuenta o realizado pequeños proyectos prácticos de aula

Anexo 5. Análisis de frecuencias de la utilización de estrategias didácticas por parte de los docentes.





Anexo 6. Sesiones de aprendizaje para la implementación del aprendizaje basado en proyectos

FASE: PLANIFICACIÓN

SESIÓN N° 01

LOGRO DE SESIÓN: Al finalizar la sesión de aprendizaje, el estudiante reconoce las distintas fases del aprendizaje basado en proyectos, identificando situaciones problemáticas, analizando sus causas y seleccionando la mejor opción para dar una solución, interactuando de manera efectiva con sus compañeros de grupo.

N°	MOMENTO	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS/ ORGANIZACIÓN	PRODUCTOS	RECURSOS/ MATERIALES	TIEMPO (min.)
1	INICIO Motivación	Docente: Presenta un video que muestra a un grupo de estudiantes demostrando públicamente la solución a una problemática relacionada con el flujo de fluidos. Estudiantes: Al finalizar el video exponen sus comentarios de lo más saltante de la presentación y manifiestan sus deseos de participar en un evento similar.	- Exposición oral de ideas y emociones		- Equipo audiovisual	15 .
	DESARROLLO	Docente: Presenta el logro de la sesión en el écran y pregunta a los estudiantes porqué creen que el tema es importante para ellos o para el curso. - Explora los saberes previos de los estudiantes con preguntas relacionadas con el tema del ABP - Presenta una tabla de contenido a desarrollar en la sesión y explica cada una de las fases del ABP: Planificación, desarrollo, socialización y evaluación - Forma equipos de estudiantes en número máximo de cinco integrantes cada uno utilizando una técnica de selección aleatoria. Estudiantes: Designan un líder o responsable del equipo. Identifican problemas del entorno cercano o lejano cuya solución pueda darse utilizando conocimientos de la Mecánica de Fluidos. - Discuten y debaten acerca de las posibles soluciones a aplicarse sopesando la factibilidad y la viabilidad de las mismas, contando con la ayuda del docente.	- Lluvia de ideas - Comentarios - Lluvia de ideas para proponer problemas a solucionar. - Discusión y debate grupal. - Trabajo en equipo		- PPT	75
	CIERRE	Docente: Retroalimenta a los estudiantes luego de revisar las propuestas. - Da instrucciones para la presentación de un anteproyecto en la siguiente sesión. - Estudiantes: Elaboran un resumen o listado de situaciones problemáticas	- Exposición del resumen a cargo de uno o dos de los integrantes del cada equipo de trabajo. -Exposición del problema y la posible solución.	Resumen (este producto no será calificado)	- Plumones - Papelógrafos - Pizarra	30

FASE: PLANIFICACIÓN
SESIÓN N° 02

LOGRO DE LA SESIÓN: Al finalizar la sesión de aprendizaje, el estudiante elabora un anteproyecto, identificando los temas del curso que se emplearán en el proyecto y planificando su ejecución, de manera participativa y en equipo.

N°	MOMENTOS	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS/ ORGANIZACIÓN	PRODUCTOS	RECURSOS/ MATERIALES	TIEMPO (min.)
2	INICIO Motivación	Docente: Narra una experiencia acerca de cómo se solucionó un problema de carencia de agua y mala salubridad en una comunidad de la sierra del país. Estudiantes: Comentan la experiencia narrada por el docente expresando sus sentimientos y emociones	- Narración de caso - Exposición oral de ideas y emociones		- Equipo audiovisual	10
	DESARROLLO	Docente: Presenta el logro de la sesión en el écran y pregunta a los estudiantes porqué creen que el tema es importante para ellos o para el curso. - Explora los saberes previos de los estudiantes con preguntas relacionadas con la la estructura de un anteproyecto -Presenta una tabla de contenido a desarrollar en la sesión y explica cada una de los ítems que conforman la estructura de un anteproyecto, los mismos que incluyen las metas u objetivos, la importancia del proyecto Estudiantes: -Seleccionan una un problema a resolver. -Identifican los temas del curso de Mecánica de Fluidos involucrados en su proyecto. - Se asignan roles para la ejecución de las tareas. - Trazan planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas. - Dialogan para buscar posible al problema elegido - Analizan la información disponible y la que haría falta conocer para la ejecución de su proyecto. - Trabajando juntos elaboran el anteproyecto de su tema elegido.	- Lluvia de ideas - Comentarios		- PPT	
			- Exponen el informe del anteproyecto	- Informe preliminar	- PPT - Plumones - Papelógrafos - Pizarra	80
CIERRE	Docente: Retroalimenta a los estudiantes luego de revisar el avance de su trabajo. - Evalúa el trabajo de cada estudiante, procedimental y actitudinalmente, utilizando una rúbrica . Estudiantes: Presentan un informe del anteproyecto.	- Exposición del resumen a cargo de uno o dos de los integrantes del cada equipo de trabajo. -Exposición del problema y la solución adoptada	Informe (este producto será calificado)		30	

FASE: DESARROLLO

SESIÓN N° 03

LOGRO DE LA SESIÓN: Al finalizar la sesión de aprendizaje, el estudiante elabora un esquema o diseña el prototipo hidráulico del producto, dando solución a un problema real de manera crítica y trabajando colaborativamente.

N°	MOMENTOS	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS/ORGANIZACIÓN	PRODUCTOS	RECURSOS/MATERIALES	TIEMPO (min.)
3	INICIO Motivación	Docente: Se motiva la clase con la presentación de un proyecto indicando todos los parámetros o variables intervinientes en el mismo Estudiantes: Expresan sus dudas o comentarios acerca de la presentación del proyecto	- Exposición oral de ideas y emociones		PPT	10
	DESARROLLO	Docente: Se comunica el logro de la sesión y se les pide señalar la importancia de conocer las variables o parámetros intervinientes en el desarrollo del proyecto. -Se expone la teoría del modelamiento hidráulico haciendo hincapié en las relaciones modelo-prototipo Estudiantes: - Leen un resumen de la teoría de modelos y prototipos -Identifican las variables de su proyecto -Establecen criterios de diseño, y -Construyen un esquema o diseño para un prototipo. -Efectúan cálculos utilizando las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos y de la semejanza hidráulica.	- Mapa sinóptico - Técnica expositiva - Los estudiantes trabajan colaborativamente con los integrantes de sus equipos	-	-material de lectura - Plumones	80
	CIERRE	Docente: Retroalimenta a los estudiantes luego de revisar el avance de su trabajo. - Evalúa el progreso de cada equipo, procedimental y actitudinalmente, utilizando una rúbrica . Estudiantes: Presentan un borrador del esquema o diseño de su prototipo.	-Exposición de sus trabajos	- Esquema de prototipo - Memoria de cálculos. Resumen (este producto será calificado)		30

FASE: DESARROLLO

SESIÓN N° 04

LOGRO DE LA SESIÓN: Al finalizar la sesión de aprendizaje, los estudiantes exponen un avance del informe final y del prototipo, demostrando capacidad de síntesis, pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

N°	MOMENTOS	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS/ ORGANIZACIÓN	PRODUCTOS	RECURSOS/ MATERIALES	TIEMPO (min.)
4	INICIO Motivación	Docente: Se presenta un video en el que se muestran a estudiantes demostrando el prototipo que resuelve un problema de falta de energía eléctrica en una zona rural del país. Estudiantes: Comentan el video y expresan sus opiniones y dudas.	Exposición oral de ideas y emociones		Equipo multimedia	10
	DESARROLLO	Docente: Revisa conjuntamente con los estudiantes de cada equipo los avances parciales de sus informes. - Resuelve dudas, retroalimenta, indica fuentes de información.	- Exposición de ideas por equipos.			80
	CIERRE	Docente: Realiza una evaluación del progreso de cada equipo en cuanto a la exposición del informe parcial y del prototipo mediante una rúbrica		- Avance parcial de informe - Avance de construcción de prototipo (estos productos serán calificados)	PPT	30

FASE: SOCIALIZACIÓN Y EVALUACIÓN

SESIÓN N° 05 (Puede requerir de uno o más sesiones de acuerdo al número de equipos).

LOGRO DE LA SESIÓN: Al finalizar la sesión de aprendizaje, los estudiantes socializan el producto final, demostrando su funcionalidad en el aula o en campo, haciendo uso de su capacidad crítica y de manera participativa.

N°	MOMENTOS	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS	PRODUCTOS	RECURSOS/ MATERIALES	TIEMPO (min.)
5	INICIO Motivación	Docente: Se motiva la clase con la presentación de un video que muestra un prototipo final solucionando un problema específico y la presentación del mismo a cargo de los estudiantes Estudiantes: Expresan sus dudas o comentarios acerca de la presentación del video	- Presentación de video			10
	DESARROLLO	Estudiantes: Presentan el informe final del proyecto indicando las dificultades que tuvieron para la realización del mismo y cómo lo superaron. -Presentan el prototipo y explican sus componentes y el modo de funcionamiento del mismo. Docente: Retroalimenta aclarando las posibles dudas y corrigiendo los pequeños errores.	- Exposición grupal		- Equipo multimedia - PPT	80
	CIERRE	Docente: Evalúa el informe final y la presentación del prototipo utilizando rúbricas con el que valora tanto aspectos procedimentales como actitudinales. - Reflexiona con los estudiantes acerca del aprendizaje logrado. Estudiantes: efectúan autoevaluación y coevaluación de los miembros de su equipo		- Informe final - Prototipo final (estos productos serán calificados)		30

Anexo 7. Rúbrica 1 para evaluar la sesión de aprendizaje N° 2

Logro: Al finalizar la sesión de aprendizaje, el estudiante elabora un anteproyecto, identificando los temas del curso que se emplearán en el proyecto y planificando su ejecución, de manera participativa y en equipo

ITEM	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEBE MEJORAR (1)	PUNTAJE
Identificación de problemas a resolver	Identifican más de dos problemas por resolver utilizando los conocimientos de la Mecánica de Fluidos, en el entorno nacional o local.	Identifican dos problemas por resolver utilizando los conocimientos de la Mecánica de Fluidos, en el entorno nacional o local.	Identifican un problema por resolver utilizando los conocimientos de la Mecánica de Fluidos, en el entorno local.	No identifican ningún por resolver utilizando los conocimientos de la Mecánica de Fluidos, en el entorno local.	
Selección del problema a resolver	Seleccionan un problema a resolver analizando todos los aspectos: significancia, pertinencia, factibilidad y viabilidad del proyecto .	Seleccionan un problema a resolver analizando al menos tres aspectos, entre: significancia, pertinencia, factibilidad y viabilidad del proyecto .	Seleccionan un problema a resolver analizando al menos dos aspectos, entre: significancia, pertinencia, factibilidad y viabilidad del proyecto .	No seleccionan ningún problema para resolver.	
Investigación individual	Realiza con entusiasmo investigación individual identificando más de dos fuentes bibliográficas relacionadas con la temática del proyecto y analizan detalladamente el valor de la información	Realiza con entusiasmo investigación individual identificando al menos dos fuentes bibliográficas relacionadas con la temática del proyecto y analizan parcialmente el valor de la información.	Realiza con entusiasmo investigación individual identificando al menos una fuente bibliográfica relacionada con la temática del proyecto y analizan brevemente el valor de la información.	No identifican ninguna fuente bibliográfica relacionada con la temática del proyecto.	
Asignación de roles para ejecutar tareas	Cada estudiante tiene un rol, lo desempeña cabalmente y supervisa el desempeño de sus demás compañeros.	Cada estudiante tiene un rol y lo desempeña cabalmente.	Se han asignado los roles, pero no lo desempeñan cabalmente.	No se han asignado roles o no es visible el desempeño de cada uno en su rol.	
Planificación de acciones	Elaboran planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas y acuerdan fechas para evaluar el trabajo.	Elaboran planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas.	Hacen intentos por elaborar planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas.	No elaboran planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas.	

Presentación del anteproyecto	Presentan un anteproyecto completo, indicando la descripción del problema, la formulación del problema, los objetivos, la justificación, el índice temático, el cronograma de ejecución y el presupuesto.	Presentan un anteproyecto incompleto. Desarrollan al menos la descripción, la formulación del problema; los objetivos del proyecto y el índice temático	Presentan un anteproyecto a medias, con información faltante. Desarrollan al menos la descripción, la formulación del problema y los objetivos del proyecto	No logran presentar un anteproyecto	
Búsqueda de soluciones	Dialogan intensamente e intercambian ideas sostenidamente sobre las soluciones posibles al problema por resolver.	Efectúan moderados esfuerzos por dialogar e intercambiar ideas sobre las soluciones posibles al problema por resolver.	Efectúan muy poco esfuerzo por dialogar e intercambiar ideas sobre las soluciones posibles al problema por resolver.	No efectúan ningún esfuerzo por dialogar e intercambiar ideas sobre las soluciones posibles al problema por resolver.	
Construcción de nuevos saberes asumiendo un papel protagónico.	Analizan individual y grupalmente los problemas. Seleccionan la problemática a solucionar. Elaboran un plan para solucionar el problema. Reflexionan sobre sus propios procesos de pensamientos.	Analizan individual y grupalmente los problemas. Seleccionan la problemática a solucionar. Elaboran un plan para solucionar el problema.	Analizan individual y grupalmente los problemas. Seleccionan la problemática a solucionar.	Analizan individual y grupalmente los problemas. No logran seleccionar la problemática a solucionar.	
Total					

Puntaje máximo: 32 puntos equivalente a nota 20.

Anexo 8. Rúbrica 2 para evaluar la sesión de aprendizaje N° 3

Logro de sesión: Al finalizar la sesión de aprendizaje, el estudiante elabora un esquema o diseña preliminarmente el prototipo hidráulico del producto, dando solución a un problema real de manera crítica y trabajando colaborativamente.

CRITERIO	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEBE MEJORAR (1)	PUNTAJE
Recopilación y análisis de información	Consultan bibliografía adecuada al tema utilizando diversas fuentes impresas y/o electrónicas. Las fuentes son apropiadas, fiables y de calidad.	Consultan bibliografía adecuada al tema utilizando diversas fuentes impresas y/o electrónicas. Las fuentes son apropiadas y fiables	Consultan bibliografía adecuada al tema utilizando diversas fuentes electrónicas. Las fuentes son apropiadas	Consultan bibliografía poco adecuada al tema. Las fuentes no son apropiadas ni fiables	
Identificación de las variables	Identifican correctamente todas las variables intervinientes en la ejecución de su proyecto.	Identifican al menos el 75% de las variables intervinientes en la ejecución de su proyecto	Identifican al menos el 50% de las variables intervinientes en la ejecución de su proyecto.	No identifican ninguna de las variables intervinientes en la ejecución de su proyecto o lo hacen erróneamente.	
Establecimiento de criterios de diseño	Establecen criterios de diseño para el prototipo en cuanto a tamaño, parámetros hidráulicos, rango de operación, y restricciones de utilización.	Establecen criterios de diseño para el prototipo en cuanto a tamaño, rango de operación y parámetros hidráulicos.	Establecen criterios de diseño para el prototipo en cuanto a tamaño y parámetros hidráulicos.	No establecen ningún criterio de diseño	
Esquema o diseño de prototipo	El esquema del prototipo es claro, muestra detalles, cumple con los criterios de diseño y está acotado	El esquema del prototipo es claro, muestra detalles y cumple con los criterios de diseño	El esquema del prototipo es claro, pero no muestra detalles	El esquema del prototipo no es claro ni muestra detalles.	
Cálculos con empleo de ecuaciones de Mecánica de Fluidos	Calculan los parámetros del prototipo utilizando las ecuaciones de la MF pertinentes y lo realizan correctamente.	Calculan los parámetros del prototipo utilizando las ecuaciones pertinentes de la Mecánica de Fluidos, pero con algunos errores.	Calculan los parámetros del prototipo pero aplican ecuaciones de la MF sin pertinencia.	No realizan ningún tipo de cálculo o no aplican los cálculos correctamente	

Solución a problemas reales relacionados con la temática del curso	Soluciona problemas reales en relación con contenidos de la MF, analizando su fiabilidad. Revisa procesos y rectifica de ser necesario.	Soluciona problemas reales en relación con contenidos de la MF, analizando su fiabilidad.	Soluciona problemas reales pero no lo relaciona con contenidos de la MF.	No aporta con ninguna solución o aporta con soluciones sin relación con contenidos de MF
---	---	---	--	--

Puntaje máximo: 24 puntos equivalente a nota 20.

Anexo 9. Rúbrica 3 para evaluar la sesión de aprendizaje N° 4

Logro de sesión: Al finalizar la sesión de aprendizaje, los estudiantes exponen un avance del informe final y del prototipo, demostrando capacidad de síntesis, pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

CRITERIO	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEBE MEJORAR (1)	PUNTAJE
Puntualidad y cumplimiento de contenidos del avance del informe en fecha y hora establecida	Presentación del informe puntualmente en fecha y hora establecida y con contenido completo del informe hasta el marco teórico. El contenido presenta: la descripción y formulación del problema y los objetivos y la justificación del trabajo y el marco teórico.	Presentación del informe en fecha posterior con aprobación del docente. El contenido presenta: la descripción y formulación del problema, los objetivos del trabajo y la justificación.	Presentación del informe en fecha posterior sin acuerdo ni aprobación del docente. El contenido presenta: la descripción y formulación del problema y los objetivos del trabajo.	Presentación del informe fuera de fecha. El contenido presenta hasta formulación del proyecto.	
Exposición grupal	Exposición clara, coherente del grupo. En el tiempo asignado, demostrando suficiencia en la exposición y respondiendo satisfactoriamente (100%) a las preguntas del docente.	Exposición clara, coherente del grupo. En el tiempo asignado, demostrando suficiencia en la exposición y respondiendo al menos el 75% de las preguntas del docente.	Exposición clara, coherente del grupo. En el tiempo asignado, demostrando suficiencia en la exposición y respondiendo al menos el 50% de las preguntas del docente.	Su exposición no es clara ni coherente. Excedieron el tiempo asignado y respondiendo menos del 50% de las preguntas del docente.	
Avance del prototipo	Presentan un avance de al menos un 75% de la construcción del prototipo, demostrando que responde a la solución de la problemática y la intervención de todos los miembros del equipo.	Presentan un avance de al menos un 50% de la construcción del prototipo, demostrando que responde a la solución de la problemática y la intervención de todos los miembros del equipo .	Presentan un avance de al menos un 25% de la construcción del prototipo, demostrando que responde a la solución de la problemática.	Presentan un avance de al menos un 10% de la construcción del prototipo integrantes del equipo.	
Materiales empleados en el prototipo	Emplea material adecuado y reciclado 100% en el prototipo (4 puntos)	Emplea material poco adecuado y reciclado 75% en el prototipo (3 puntos)	Emplea material adecuado pero reciclado 50% en el prototipo (2 puntos)	No emplea material adecuado ni reciclado en el prototipo (1 punto)	

Puntaje máximo: 16 puntos equivalente a nota 20.

Anexo 10. Rúbrica 4 para evaluar el informe final de la sesión de aprendizaje N° 5

CRITERIO	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEBE MEJORAR (1)	PUNTAJE
Descripción de la problemática	Describe claramente la problemática a resolver, indicando los síntomas o causas y los efectos del problema, realiza una descripción de la situación actual, y además formula las preguntas que resuelven el problema.	Describe claramente la problemática a resolver, indicando los síntomas o causas y los efectos del problema, realiza una descripción de la situación actual.	Describe claramente la problemática a resolver, indicando los síntomas o causas y los efectos del problema.	No describe claramente la problemática a resolver o lo describe sin coherencia ni pertinencia.	
Objetivos	Presenta objetivo general y específicos. Los objetivos planteados contienen las variables del proyecto e indican el propósito del prototipo para resolver la situación problemática	Presenta objetivo general y específicos. Los objetivos planteados contienen las variables del proyecto	El informe parcial presenta un objetivo general conteniendo las variables del	El informe parcial no presenta objetivos o presenta un objetivo que no contiene a las variables del proyecto.	
Justificación	Justifica la realización del proyecto indicando la conveniencia, la importancia, el impacto en la sociedad y el valor económico.	Justifica la realización del proyecto indicando la conveniencia, la importancia y el impacto en la sociedad	Justifica la realización del proyecto indicando la conveniencia y la importancia de su realización.	Justifica la realización del proyecto indicando la conveniencia de su realización.	
Marco Teórico	Presenta la descripción concisa pero detallada de las teorías y formulaciones propias de la MF incluyendo antecedentes de estudios nacionales e relacionados y enfocados en el problema, sin divagar en temas ajenos.	Presenta la descripción concisa pero detallada de las teorías y formulaciones propias de la MF incluyendo antecedentes de estudios nacionales e relacionados enfocados en el problema y su solución, sin divagar en temas ajenos.	Presenta la descripción superficial de las teorías y formulaciones propias de la MF incluyendo antecedentes de estudios nacionales e relacionados y enfocados en el problema, sin divagar en temas ajenos.	Presenta superficial de las teorías y formulaciones propias de la MF pero no incluye ni antecedentes de estudios o divaga en temas no coherentes o no relevantes para el problema.	
Memoria de Cálculos y Resultados	Presentan memoria de cálculos sin errores de ningún tipo	Presentan memoria de cálculos con algunos errores. Son corregibles pero no afectan el desempeño o funcionalidad del prototipo.	Presentan memoria de cálculos con algunos errores. Son corregibles pero afectan el desempeño y la funcionalidad del prototipo.	No presentan memoria de cálculos o los cálculos están realizados incorrectamente.	

Conclusiones	Presentan conclusiones en estrecha relación con los objetivos. Responden a las preguntas formuladas y están relacionadas con la temática del trabajo.	Presentan conclusiones en estrecha relación con los objetivos. Responden a las preguntas formuladas.	Presentan conclusiones con escasa relación con los objetivos y con la temática del trabajo.	No existe relación entre las conclusiones y los objetivos ni con la temática del trabajo..	
Bibliografía	Contiene al menos 5 referencias fiables y no presentan errores en las citas. Las citas obedecen a las norma APA.	Contiene al menos 4 referencias fiables y presentan menos de 3 errores en las citas.	Contiene al menos 3 referencias fiables y presentan más de 3 errores en las citas	Contiene al menos 2 referencias fiables y presentan más de 4 errores en las citas	

Puntaje máximo: 28 puntos equivalente a 20 en nota

Anexo 11. Rúbrica 5 para evaluar el prototipo final de la sesión de aprendizaje N° 5

CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEBE MEJORAR	PUNTAJE
Funcionamiento del prototipo	El prototipo funciona correctamente al 100% de eficiencia con los parámetros de diseño del proyecto. (5 puntos)	El prototipo funciona parcialmente entre el 80-90% de eficiencia con los parámetros de diseño del proyecto. (4 puntos)	El prototipo funciona parcialmente entre el 70-80% de eficiencia con los parámetros de diseño del proyecto. (3 puntos)	El prototipo funciona parcialmente con eficiencia inferior al 70%. (2 puntos)	
Operatividad del prototipo.	Conoce las fases de la puesta en funcionamiento y opera los controles del prototipo al 100%. (6 puntos)	Conoce parcialmente las fases de la puesta en funcionamiento y opera el prototipo dominando entre el 90% - 80% de los controles. (5 puntos)	Conoce muy poco de las fases para la puesta en funcionamiento y opera el prototipo dominando entre el 60% - 80% de los controles. (4 puntos)	No conoce las fases de la puesta en funcionamiento y opera el prototipo dominando menos del 50% de los controles. (3 puntos)	
Versatilidad del prototipo	El prototipo puede funcionar eficientemente cambiando algunos de sus parámetros característicos (4 puntos)	El prototipo funciona con eficiencia entre el 80% al 70% al cambiar alguno de sus parámetros característicos (3 puntos)	El prototipo funciona con eficiencia entre el 70% al 50% al cambiar alguno de sus parámetros característicos (2 puntos)	El prototipo funciona con eficiencia inferior al 50% al cambiar algunos de sus parámetros característicos (1 punto)	
Sustentación del Trabajo	Explica detalladamente y con claridad los conceptos de la Mecánica de Fluidos involucrados en los procesos de diseño y construcción del prototipo (5 puntos)	Explica parcialmente y con claridad los conceptos de la Mecánica de Fluidos involucrados en los procesos de diseño y construcción del prototipo (4 puntos)	Explica confusamente y sin claridad los conceptos de la Mecánica de Fluidos involucrados en los procesos de diseño y construcción del prototipo (3 puntos)	No explica ningún concepto de la Mecánica de Fluidos involucrado en los procesos de diseño y operación del prototipo (0 puntos)	
TOTAL					

Anexo 12. Guía de observación para la autoevaluación en el aprendizaje basado en proyectos.

Asignatura:

Sección: Nombre del equipo:

Apellidos y nombres:

AUTOEVALUACIÓN:

Para cada una de las categorías de evaluación mostradas a continuación coloca un número del 1 al 4, donde:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = De acuerdo

4 = Totalmente de acuerdo

CATEGORÍA DE EVALUACIÓN	PUNTAJE
1. Concurrí a las actividades grupales, aunque con un poco de retraso	
2. Concluí a tiempo todos los trabajos asignados por el equipo	
3. Concurrí a las clases habiendo leído la información suficiente y necesaria para participar con satisfacción en las discusiones y decisiones del equipo	
4. Escuché con atención las exposiciones de los demás	
5. Aporté en los debates grupales.	
6. Conozco suficientemente el tema que se discute	
7. Aporté con ideas nuevas y significativas en los debates realizados en el equipo	
8. Presenté sólidos argumentos basados en la lógica	
9. Me comuniqué efectivamente	
10. Contribuí a implementar estrategias para que el grupo funcione más eficientemente.	

Adaptado de “Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño. Instituto Tecnológico de Monterrey”

Indica a continuación 1 fortaleza tuya que ayudó al equipo y 1 oportunidad de mejora en la cual debieras trabajar para corregirla y aportar más en tu equipo:

FORTALEZA:

.....

OPORTUNIDAD DE MEJORA:

Anexo 13. Rúbrica 5 para la coevaluación del trabajo colaborativo

Apellidos y nombres:

Nombre del equipo:

CRITERIOS	4	3	2	1
Contribución Participación (CON)	Siempre contribuye con ideas relevantes para el trabajo. Siempre acepta sugerencias y las mejora para llevar a cabo el trabajo	Algunas veces contribuye con ideas relevantes para el trabajo. Siempre acepta sugerencias para llevar a cabo el trabajo	De vez en cuando contribuye con ideas relevantes para el trabajo. A veces acepta sugerencias para llevar a cabo el trabajo	Contribuye con pocas ideas relevantes para el trabajo. En ocasiones entorpece las acciones para llevar a cabo el trabajo
Actitud (ACT)	Nunca demora la entrega de su trabajo por lo que el grupo cumple a tiempo con sus entregas	En ocasiones demora en la entrega de su trabajo por lo que el grupo tiene que solicitar fechas de entrega extemporáneas	Muchas veces demora en la entrega de su trabajo por lo que el grupo tiene que solicitar fechas de entrega extemporáneas	Demora en la entrega de su trabajo por lo que el grupo tiene que solicitar fechas de entrega extemporáneas
Asistencia y puntualidad (ASI)	Nunca faltó a las reuniones y siempre estuvo a tiempo	Faltó como máximo al 25% de las reuniones y llegó siempre a tiempo	Faltó entre el 39% y el 24% de las reuniones o a veces llegó tarde	Faltó como máximo al 40% de las reuniones o a menudo llegó tarde
Resolución conflictos (CONF)	Siempre suele aceptar sugerencias y tolerar opiniones ajenas cuando se trata de resolver conflictos. Siempre propone soluciones.	Algunas veces suele aceptar sugerencias o tolerar opiniones ajenas cuando se trata de resolver conflictos. Algunas veces propone soluciones.	Pocas veces suele aceptar sugerencias o tolerar opiniones ajenas cuando se trata de resolver conflictos. A veces propone soluciones.	No suele aceptar sugerencias o no tolera opiniones ajenas cuando se trata de resolver conflictos pero tampoco propone soluciones.

Fuente: Curso Gestión del talento docente-MADU IV-UTP

A continuación, en la siguiente tabla, escriba el nombre de sus compañeros de equipo y asígneles una calificación utilizando la rúbrica anterior. Considere su participación en los trabajos en equipo (actividades grupales y elaboración de productos).

Apellidos y nombres del evaluado	CON	ACT	RES	CONF
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

Fuente: Curso Gestión del talento docente-MADU IV-UTP

Anexo 14. Rúbrica para evaluar el examen final de la aplicación del aprendizaje basado en proyectos

CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEBE MEJORAR	PUNTAJE
Distingue las propiedades de los fluidos.	(3 puntos) Distingue cinco o seis de las propiedades de fluidos listados	(2 puntos) Distingue tres o cuatro de propiedades de fluidos listados	(1 punto) Distingue uno o dos de las propiedades de fluidos listados	(0 puntos) No distingue ninguna de las propiedades de fluidos listados	
Identifica los distintos tipos de flujos de fluidos.	(3 puntos) Ejemplifica los tres tipos de flujos listados	(2 puntos) Ejemplifica al menos dos de los tres tipos de flujos listados	(1 punto) Identifica al menos uno de los tres tipos de flujos listados	(0 puntos) No identifica ninguno de los tipos de flujos listados en la ejecución de su proyecto.	
Explica correctamente las leyes fundamentales que gobiernan al flujo de fluidos	(3 puntos) Explica correctamente las tres leyes que gobiernan el flujo de fluidos leyes y que utilizó en su proyecto	(2 puntos) Explica correctamente solo dos de las tres leyes que leyes que utilizó en su proyecto	(1 punto) Explica correctamente solo una de las leyes que leyes que utilizó en su proyecto	(0 puntos) No explica ninguna de las leyes que utilizó en su proyecto	
Resuelve problemas adaptándose sus conocimientos a nuevas situaciones	(3 puntos) Utiliza correctamente las leyes de la Mecánica de Fluidos y el esquema del prototipo de su proyecto para plantear la solución a un problema similar al que desarrolló en su proyecto.	(2 puntos) Utiliza el esquema del prototipo de su proyecto para plantear la solución a un problema similar al que desarrolló en su proyecto y utilizar parcialmente las ecuaciones	(1 puntos) Utiliza el esquema del prototipo de su proyecto para plantear la solución a un problema similar al que desarrolló en su proyecto pero no llega a utilizar las ecuaciones	(0 puntos) No logra utilizar las leyes de la Mecánica de Fluidos y el esquema del prototipo de su proyecto para plantear la solución a un problema similar al que desarrolló en su proyecto..	
Aplica la ecuación de continuidad y Bernoulli en la resolución de problemas de flujo en tuberías.	(4 puntos) Resuelve correctamente para las velocidades en la entrada y salida de la tubería, para la presión en el manómetro y la nueva presión.	(3 puntos) Resuelve correctamente para las velocidades en la entrada y salida de la tubería y para la presión en el manómetro.	(2 puntos) Resuelve correctamente para las velocidades en la entrada y salida de la tubería	(1 punto) Resuelve para los parámetros solicitados pero sin llegar a la solución correcta	
Resuelve un problema de flujo aplicando la ecuación de Bernoulli con presencia de bomba	(4 puntos) Elabora correctamente el esquema del sistema de bombeo y calcula correctamente la potencia requerida en la bomba	(3 puntos) Elabora el esquema del sistema de bombeo correctamente pero calcula la incorrectamente la potencia de la bomba	(2 puntos) Elabora el esquema del sistema de bombeo correctamente pero no calcula la potencia de la bomba	(1 punto) Intenta elaborar el esquema del sistema de bombeo y de calcular la potencia de la bomba	
TOTAL					

Anexo 15. Cuaderno de Bitácora

APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

CURSO: MECÁNICA DE FLUIDOS

SEMESTRE: 2018-B

ACTIVIDAD	FECHA	OBSERVACIONES
1. Los estudiantes identifican problemas del entorno.	20-08-18	Hoy, los estudiantes se avocaron a la identificación de problemas cuya solución requiera de conocimientos de la Mecánica de Fluidos. Todos los equipos identificaron al menos un problema. Cuatro de ellos, identificaron más de dos problemas. Solo uno de los equipos tuvo mucha dificultad para ponerse de acuerdo en la identificación. Se notó mucho entusiasmo en los estudiantes mientras realizaban esta actividad. Se hizo hincapié en el hecho de que los problemas identificados sean, preferentemente, del ámbito local.
2. Los estudiantes seleccionan el problema a solucionar.	27-08-19	Luego de la identificación de algunos problemas a resolver, se instruyó a los estudiantes para realizar la selección de solo uno de los problemas identificados por equipo, teniendo en consideración los criterios de la rúbrica. Solamente tres de los siete equipos lograron seleccionar un problema cumpliendo con los cuatro indicadores de la rúbrica. Los otros cuatro tuvieron algunas dificultades para lograr el objetivo.
3. Los estudiantes identifican la información necesaria para el desarrollo del proyecto.	27-08-19	Después los estudiantes empiezan a identificar qué temas de la mecánica de fluidos deberán investigar para llevar a cabo el proyecto. A continuación, proceden a realizar investigación bibliográfica. Al comienzo los grupos demostraron un poco de dificultad, después se les hizo fácil la búsqueda de los mismos. Se trabajó primero con la investigación individual, después se realizó la investigación en grupo. Dos de los siete grupos identificaron plenamente los temas involucrados; los demás debieron ser asistidos por el docente para culminar la identificación de los temas, a través de la formulación de preguntas: ¿Y con qué tema está relacionado esta situación...?, ¿Qué ecuación gobierna el flujo que están analizando?, etc.
4. Los estudiantes se asignan roles para la ejecución de las tareas en cada equipo.	27-08-19	Luego se dedicaron a la asignación de roles para ejecutar cada una de las tareas que demanda la ejecución del proyecto. El docente dejó que ellos mismo decidirán los roles teniendo en cuenta las destrezas, habilidades e interrelaciones personales de los mismos. Cada estudiante tiene un rol, lo desempeña cabalmente y supervisa el desempeño de sus demás compañeros. Los grupos demostraron un poco de dificultad al comienzo porque recién se conocen, pero luego que explicaron las pautas a cada integrante, la situación quedó más clara. Todos los equipos cumplieron cabalmente esta actividad, pero sobresalieron cuatro de los siete equipos.
5. Los estudiantes elaboran el plan de actividades del proyecto.	27-08-19	Los grupos elaboraron planes de cómo, cuándo y dónde se reunirán para llevar a cabo las tareas asignadas y acuerdan fechas para reunirse y consolidar ideas y verificar el cumplimiento de tareas. Todos los grupos cumplieron eficientemente esta actividad.
6. Los estudiantes elaboran el anteproyecto de la solución elegida.	27-08-19	Por último, los siete equipos trabajaron en la elaboración del anteproyecto especificando el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, el índice temático, el cronograma, y el presupuesto, de acuerdo con la rúbrica proporcionada. Solo dos grupos lograron culminar y exponer su trabajo; los demás dejaron inconcluso y pendiente de presentación. Un equipo no presentó el anteproyecto.
7. Los estudiantes recopilan y	03-09-19	En esta sesión, los estudiantes recopilan y analizan la información en relación al índice temático de su proyecto. En esta etapa los estudiantes

analizan la información.		se mostraron entusiastas porque era una actividad que lo realizaban por primera vez. La ayuda del profesor fue gravitante pues indicaba las fuentes de donde buscar la información. Algunos equipos hicieron planes para visitar empresas para recibir la orientación necesaria en el diseño y aplicación del curso Mecánica de Fluidos. Todos los equipos lograron cumplir con esta actividad, sobresaliendo tres de los siete equipos
8. Los estudiantes identifican las variables del proyecto.	03-09-19	A continuación, los estudiantes procedieron a identificar las variables intervinientes en el diseño de su prototipo. Hubo mucha dificultad en el logro de esta actividad, pero con la ayuda del docente se logró el propósito. Todos cumplieron la tarea. Ningún equipo obtuvo excelencia
9. Los estudiantes establecen los criterios de diseño.	03-09-19	Seguidamente, los estudiantes se pusieron a la tarea de establecer los criterios de diseño del prototipo según la rúbrica entregada. Solamente tres equipos lograron excelencia; los demás, obtuvieron tuvieron mucha dificultad para lograr este propósito. Quedó encargado como tarea mejorar el resultado de los equipos que tuvieron dificultad.
10. Los estudiantes construyen el esquema para un prototipo.	01-10-19	Esta actividad fue realizada en dos sesiones de clase. Se evidenció mucha dedicación por parte de los estudiantes, pero no sin esfuerzo, ya que el esquema debía ajustarse a los criterios de diseño establecidos en la sesión anterior; además de que no debería ser una copia de algún proyecto anterior. Cinco de los siete equipos, lograron presentar un esquema cabalmente; los otros dos, presentaron esquemas incompletos o sin rigurosidad.
11. Los estudiantes exponen el informe final.	05-11-19	Esta actividad se desarrolló en dos sesiones debido a que a cada equipo se le concedió veinte minutos para exponer su informe final. El entusiasmo era muy notorio, a pesar de que al principio se notó un gran nerviosismo en algunos equipos, pero la confianza se restableció conforme avanzaba la actividad. Todos los estudiantes participaron en esta actividad y respondieron a las preguntas efectuadas por el docente.
12. Los estudiantes presentan el prototipo; explican sus componentes y funcionamiento.	12-11-19	Esta sesión estuvo destinada a la demostración del funcionamiento del prototipo a la comunidad universitaria. Se utilizó el patio central de la Facultad como escenario. Se invitó a algunos docentes para actuar como docentes evaluadores. Los estudiantes demostraron que el prototipo logrado funciona eficientemente con los parámetros de diseño esperados y que conocen el principio de funcionamiento y manejo adecuado de los controles de los mismos. El ambiente registrado es de puro entusiasmo y expectativa. De los seis equipos, solamente cinco de ellos cumplieron con esta actividad. Un equipo no logró culminar la construcción de su prototipo. Sobresalieron tres de ellos.
13. Los estudiantes realizan autoevaluación y coevaluación	17-11-19	Los equipos se autoevalúan de manera consciente. Puntuaron su participación en el trabajo, puntualidad, aportes, su interrelación con los demás compañeros e identificaron sus fortalezas y propusieron acciones de mejora. Asimismo, participaron evaluando a sus propios compañeros de equipo, para lo que se pidió guardar la objetividad del caso. Todos los equipos participaron activamente en esta actividad.
14. El docente retroalimenta aclarando las dudas y precisando conceptos	17-11-19	Como actividad final, el docente invita a los estudiantes a exponer sus dudas y cuestionamientos acerca de la práctica que realizaron.; estos identificaron logros, fortalezas y debilidades. Se procede a dar orientación y retroalimentación a cada grupo de trabajo pues cada uno de ellos trabajó un problema diferente. El docente muestra entusiasmo y satisfacción al comprobar que se lograron las metas de aprendizaje propuestas.
15. El docente reflexiona con los estudiantes acerca del aprendizaje logrado	17-11-19	El docente invita a los estudiantes a reflexionar acerca de sus aprendizajes y la manera en que lo lograron, identifican y proponen aspectos de mejora en cada una de las sesiones impartidas. El docente demuestra satisfacción en esta etapa, porque ve en los grupos el logro del aprendizaje.

Anexo 16. Examen final

MECÁNICA DE FLUIDOS

Examen final

Docente: García Pérez Mario A.

Período lectivo	2018-B	Sección 01-T	Aula	A191	Turno	Mañana
Fecha de evaluación: 18/12/18		Duración: 90 min		Fila: NA		

Indicaciones:

* No está permitido el uso de textos ni apuntes de clases.

* Se permite el uso de calculadora científica, tablas de accesorios y válvulas y el diagrama de Moody.

Parte Teórica (3 puntos cada pregunta)

1. Del listado de propiedades de fluidos siguiente: densidad, temperatura, masa, viscosidad, presión, volumen, distinga entre propiedades extensivas e intensivas.
- 2.Cuál de los siguientes tipos de flujo representa al comportamiento del agua en el proyecto que desarrolló: turbulento, incompresible, viscoso, etc. Explique.
3. Explique las leyes de la Mecánica de Fluidos que utilizó en la ejecución de su proyecto y señale en qué circunstancias las utilizó.
4. Formule la ecuación de conservación de masa para un volumen de control y establezca el significado físico de cada término.

Parte Práctica (4 puntos cada pregunta)

5. Utilice las ecuaciones de la Mecánica de Fluidos y el esquema del prototipo de su proyecto para plantear la solución a un problema similar al que desarrolló en su proyecto.
6. En una comunidad rural de la sierra se desea disponer agua para fines domésticos. Para ello se pretende instalar un sistema de bombeo que traslada las aguas desde una cisterna hasta un tanque elevado, utilizando tuberías de PVC de 1 pulgada y $\frac{3}{4}$ de pulgada, para la succión e impulsión respectivamente. De trabajos anteriores en la localidad se sabe que la necesidad de caudal es de 20 l/s y la altura geométrica por vencer, medida desde la superficie del agua en la cisterna y la lámina de agua en el tanque elevado es de 15 m.
 - a) Utilice un esquema básico de instalación de una bomba centrífuga y dimensione, a discreción, de los tramos de aspiración e impulsión del sistema de bombeo.
 - b) Calcule la potencia necesaria, en HP, de la bomba a utilizar. Suponga una eficiencia del 75%Nota. Justifique la necesidad de incluir cualquier otro parámetro no indicado en la pregunta