

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

ESCUELA DE POSGRADO



**PROPUESTA DE CREACIÓN DE UN PROCESO DE
DESARROLLO EN LOS LABORATORIOS DE SISTEMAS
FÍSICOS DE CONTROL PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE
EN EL ALUMNADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA**

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Educación
con mención en Docencia Universitaria

RICARDO ANTONIO CASTAÑEDA DE LA ROSA

Presidente: Cesar Inca Mendoza Loyola

Asesora: Mónica Pilar Teresa Jiménez Arias

Lectora 1: Julia Lizet Torres Rivera

Lectora 2: Consuelo Tula Cossío Morales

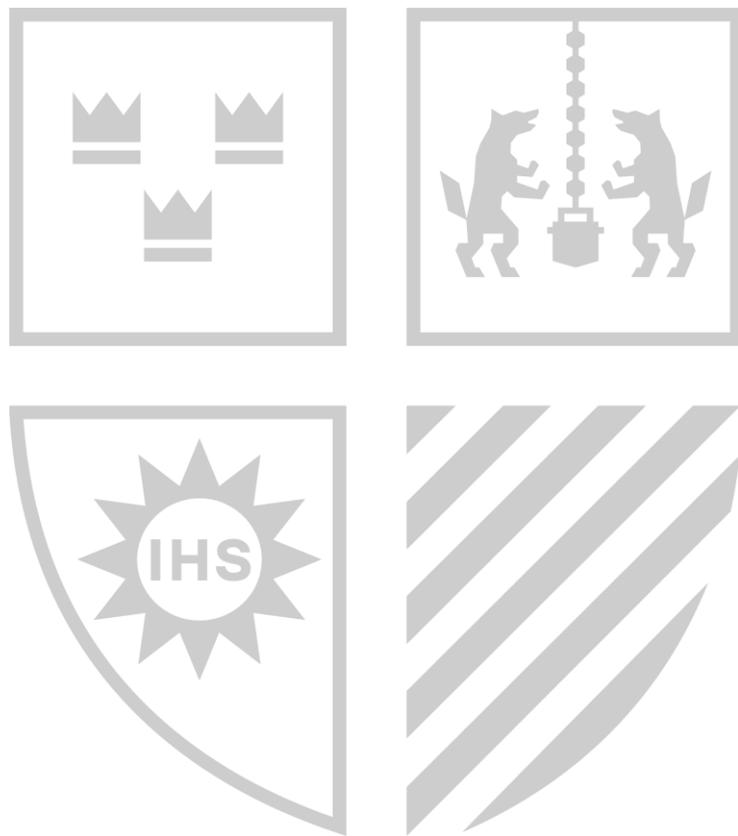
Lima – Perú

Julio de 2022

EPÍGRAFE

Cada casa es una universidad y los padres son los maestros.

(Mahatma Gandhi)



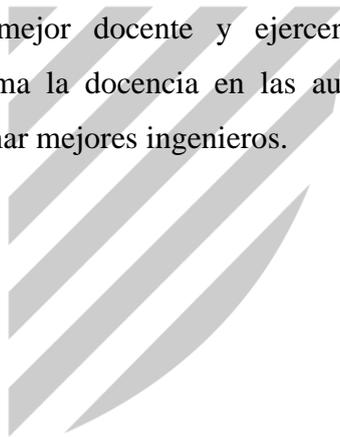
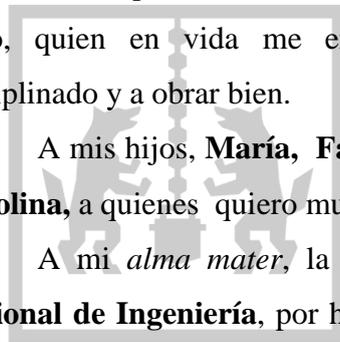
DEDICATORIA

A mi madre, **Eumelia**, fuente de amor inagotable.

A mi padre, **Ricardo**, hoy en el cielo, quien en vida me enseñó a ser disciplinado y a obrar bien.

A mis hijos, **María, Fabiola, José y Carolina**, a quienes quiero mucho.

A mi *alma mater*, la **Universidad Nacional de Ingeniería**, por haberme dado la gran oportunidad de capacitarme para ser un mejor docente y ejercer de manera óptima la docencia en las aulas, a fin de formar mejores ingenieros.

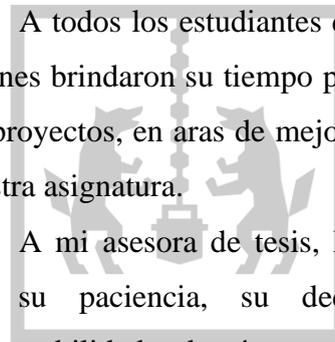


AGRADECIMIENTO

A Dios, por todo lo que nos da cada día.
A mis padres, por la educación y el ejemplo de sus vidas.

A todos los estudiantes de la FIM (UNI) quienes brindaron su tiempo para participar en los proyectos, en aras de mejorar la calidad de nuestra asignatura.

A mi asesora de tesis, Mónica Jiménez, por su paciencia, su dedicación y su responsabilidad; además, a todos los maestros y los doctores que contribuyeron con esta tesis y la validaron.



RESUMEN

Esta investigación pretende encontrar un nuevo procedimiento educativo que asegure la conversión de los laboratorios en talleres donde los alumnos sean aprendices, y el docente cumpla un nuevo rol de apoyo, acompañamiento y, además, desarrolle una tarea que le agrade profundamente. Para cumplir con este objetivo, se utilizará un procedimiento cuya base es el ABP que mejora el aprendizaje.

En primer lugar, analizaremos lo que es un equipo de trabajo tratando de convertir este en una oficina de ingeniería. En tal sentido, el presente trabajo está orientado a potenciar al estudiante, colocarlo en el centro del aprendizaje y, además, incorporar el manejo de una oficina de ingeniería que reemplace al laboratorio tradicional.

Finalmente, a través del aprendizaje basado en proyectos y la construcción de diferentes prototipos (es decir, versiones iniciales del producto final), se trata de alcanzar el aprendizaje significativo considerando que este conocimiento debe durar toda la vida y perfeccionarse continuamente.

Palabras Claves: Nuevo procedimiento, aprendizaje colaborativo, trabajo en equipo.

ABSTRACT

This research aims at the discovery of a new teaching procedure to transform laboratories into workshops so that the students become apprentices, with the teacher taking over the new role of supporter/companion. It also aims at the development of a task that pleases them deeply in order to use it in a procedure based on the PBL that improves learning.

First, we will analyze what a work team is and try to turn this concept into an engineering office. In this way, the research is oriented towards the students' empowerment by making them the focal point of the learning procedure; it is also oriented towards the incorporation of the management of an engineering office instead of the traditional laboratory role.

Finally, through project-based learning and the construction of the prototype, the research describes the achievement of meaningful learning considering that this knowledge must last a lifetime and be continuously perfected over time.

Keywords: New procedure, collaborative learning, teamwork.

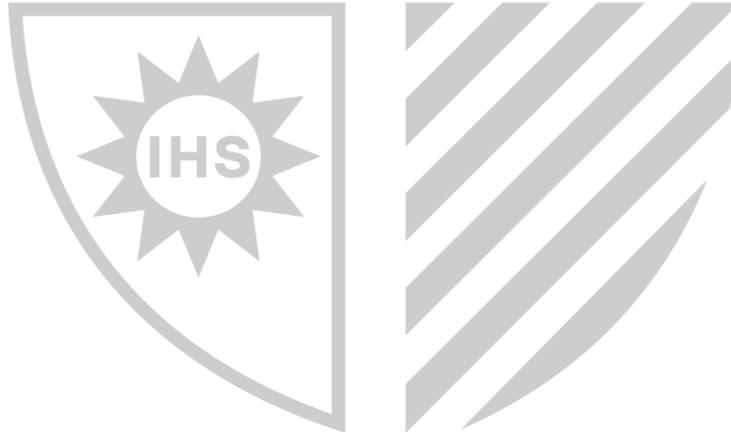
TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	19
1.1 Curso Ingeniería de Control.....	19
1.1.1 Componentes del curso	20
1.1.2 MATLAB.....	20
1.1.3 Laboratorio de sistema físico de control.....	20
1.2 Habilidades que deben alcanzarse en este curso.....	22
1.3 Tipos de aprendizaje	24
1.4. Teorías de aprendizaje	27
1.5. Teoría del procesamiento de información.....	27
1.6 El rol del estudiante	28
1.7 El rol del docente	29
1.8 El método didáctico	30
1.8.1 Didáctica	30
1.8.2 Trabajo en equipo	31
1.8.3 Las nuevas corrientes de aprendizaje en la UNI.....	32
1.8.4 Antecedentes del proyecto	34
1.8.5 Características y alcances del ABP.....	34
1.8.6 Propósitos del ABP.....	35
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO.....	37
2. Elementos del marco metodológico.....	37
2.1 Objetivo general.....	37

2.2	Objetivos específicos	37
2.3	Investigación-acción	37
2.4	Propuesta metodológica realizada en la clase presencial.....	38
2.5	Sesiones de laboratorio	44
2.6	Hipótesis de acción	48
2.7	Información sobre la muestra y enfoque cuantitativo.....	48
2.8	Información sobre la muestra: enfoque cualitativo.....	50
2.9	La validez y la confiabilidad de los instrumentos.....	50
2.10	Propuesta del procedimiento de la práctica en el laboratorio	51
2.11	Entrevista	54
2.12	Etapas del procedimiento de un sistema físico	56
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA DATA Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		61
3.1	Resultados.....	61
3.2	Prueba cuantitativa, aprendizaje con el ABP.....	62
3.3	Prueba cualitativa.....	70
3.4	Discusión de resultados	75
CONCLUSIONES		78
LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES		81
BIBLIOGRAFÍA		83
ANEXOS		88

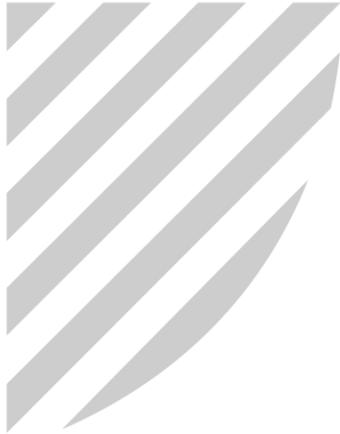
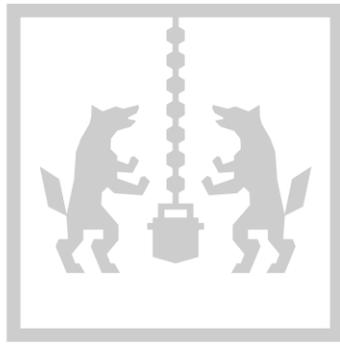
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rúbrica para evaluar notas de la primera práctica (Fuente: Propia).....	48
Tabla 2. Entrevista para analizar funcionamiento de equipo (Fuente: Propia).....	54
Tabla 3. Rúbrica para evaluar notas de la primera práctica (Fuente: Propia).....	61
Tabla 4. Rúbrica para evaluar notas de la segunda práctica (Fuente: Propia)....	63
Tabla 5. Notas distribuidas por rangos (Fuente: Propia).....	64
Tabla 6. Rúbrica para evaluar notas de la tercera práctica (Fuente: Propia).....	65
Tabla 7. Notas(Fuente: Propia).....	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema físico de control está compuesto por este dispositivo que es una resistencia, enfriador un ventilador (Fuente: Propia).....	21
Figura 2. El lazo cerrado como representación del sistema físico (Fuente: Propia).....	22
Figura 3. Sistematización de la práctica (Fuente: Propia)	51
Figura 4. Recolección de información (Fuente: Propia).....	55
Figura 5. Elección de componentes (Fuente: Propia).....	56
Figura 6. Prueba de componentes y módulos (Fuente: Propia).....	57
Figura 7. Prueba y ensamblaje del prototipo (Fuente: Propia).....	58
Figura 8. Prueba del sistema físico terminado (Fuente: Propia).....	58
Figura 9. Notas de la primera práctica. (Fuente: Propia).....	62
Figura 10. Notas de la segunda práctica. (Fuente: Propia).....	64
Figura 11. Notas de la tercera práctica (Fuente: Propia).....	66
Figura 12. Notas de las 3 prácticas (Fuente: Propia).....	67
Análisis de la figura 12. (Fuente: Propia).....	67
Figura 13. Primer trabajo terminado (Fuente: Propia).....	70
Figura 14. Segundo trabajo terminado (Fuente: Propia).....	71
Figura 15. Tercer trabajo terminado (Fuente: Propia)	72
Figura 16. Tercer trabajo terminado (Fuente: Propia)	72



INTRODUCCIÓN

Esta investigación se circunscribe a un ámbito donde el control es muy requerido y se desea investigar sobre el aprendizaje en un laboratorio del curso de Ingeniería de Control. En esta asignatura, las aplicaciones se multiplican rápidamente, debido al avance tecnológico actualmente en boga. Existen algunas aplicaciones simples como el control de nivel de un tanque de agua, el control de temperatura de un ambiente, el control de proximidad de un auto, el control de vuelo de un dron, el control de ruta de un auto, etc. También existen controles más complejos como el control de un autómatas que detecta los gases en una mina, el control de riego mediante sistema satelital, entre muchos otros casos. Todas estas aplicaciones se desarrollan en los laboratorios y, después de un periodo de prueba, se usan en la industria, la minería, la agricultura y otros campos. Esto refleja que la tecnología está desarrollándose con mucha celeridad en el área de control; además, implica que es menester el uso de nuevas formas para la enseñanza basada en la simulación y el desarrollo de prototipos para alcanzar el aprendizaje significativo. Rodríguez Palmero sostiene (2004), citando a Ausubel, que podemos considerar una nueva ruta de solución que adquieren nuevos significados.

El país requiere procesos eficientes y las tecnologías deben avanzar permanentemente. Las instituciones de educación superior y el sector industrial son conscientes de la necesidad de estar actualizados en lo tocante a las tendencias tecnológicas en el área de automatización. Así, la educación superior debe mantener un currículo coherente con las necesidades del sector profesional. Para lograr este objetivo, se modernizan periódicamente los programas de la asignatura (Páez-Logreira, Zabala-Campo & Zamora-Musa, 2016).

Estos sistemas son importantes para la industria moderna y demandan que los procesos de enseñanza y aprendizaje en el laboratorio de Ingeniería de Control de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI sean sensibles a los cambios para que el estudiante sea capaz de desarrollar con eficiencia y eficacia los sistemas que satisfagan las necesidades actuales.

De acuerdo con el perfil del egresado en la Escuela de Ingeniería Mecatrónica, consideramos dos habilidades que nos parecen importantes:

- Diseñar sistemas automáticos necesarios para cualquier tipo de aplicación y para cualquier ámbito.
- Funcionar como equipo multidisciplinario en laboratorios reales, es decir, en laboratorios físicos. (Amaya, 2009)

Para desarrollar estas habilidades, es menester resaltar que el grupo de estudiantes se debe organizar como un despacho de ingeniería. Respecto al desarrollo de estas aplicaciones en los laboratorios de las aulas universitarias Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U., & Lopez, J. (2009) enfatizan que existen muchos estudios de desarrollo mental cuyos resultados revelan que el aprendizaje profundo se logra construyendo sistemas y analizando lo realizado. Los desafíos de la ingeniería de control son enormes y definen el uso de la parte física de los laboratorios, pues esta ingeniería se desarrolla exponencialmente y define el hallazgo de respuestas para estos nuevos retos. De acuerdo con lo señalado, se considera que la presente propuesta es un avance en lo concerniente a los laboratorios de control, ya que usar simuladores completados con equipos reales generará un acercamiento al verdadero entorno en el que el futuro profesional se desenvolverá.

Algunos autores como Amaya (2009) afirman que el aprendizaje conceptual efectivo es posible si la nueva información está ya fijada como conocimientos previos, de manera que la nueva estructura sea parte de la estructura previamente establecida: solo de esta forma se logra un aprendizaje significativo. El aprendizaje significativo se genera con dos elementos: un conjunto de saberes básicos (previos) y la interacción de nuevos conceptos; estos se incorporan de manera importante en la estructura mental del estudiante. Esto es, el surgimiento de nuevos significados constituye una nueva ruta de solución que se erige como el objetivo del aprendizaje.

El aprendizaje que se realiza cuando se está construyendo permite investigar y posteriormente potenciar la capacidad de análisis; es esta posición la que asume este trabajo, pues en el laboratorio se aprende haciendo y, después de cada etapa, se reflexiona y se ajustan los conocimientos. Además, como sostienen Rodríguez y Ramírez (2014), la experiencia se adquiere progresivamente. Por otro lado, si se trabaja sin el sistema físico, lo que aprenden los discentes no responde a las expectativas del

perfil del estudiante que aprueba el curso, pues la asignatura exige que el estudiante cree un control automático que funcione (de preferencia) sin la intervención del hombre. Los estudiantes, cuando usan sistemas reales, refuerzan sus saberes previos; además, pueden obtener aprendizaje significativo, ya que, al finalizar el proyecto, consiguen que funcione el sistema físico, de manera que los logros son muy interesantes, destacados y motivadores. Sin embargo, para llegar a este nivel, se requiere que los talleres de la universidad mejoren, y esto se podría conseguir con la aplicación de una propuesta como la del aprendizaje significativo. En el caso de la Universidad Nacional de Ingeniería, específicamente en la Facultad de Ingeniería Mecánica, aún no se carece de una respuesta adecuada para los nuevos retos de la ingeniería de control en los laboratorios de automatización; por lo tanto, crear un procedimiento de aprendizaje consistente con la realidad actual del contexto profesional, ayudará a alcanzar el perfil deseado del egresado.

De las observaciones realizadas al término del curso de Ingeniería de Control y de la revisión bibliográfica se concluye que logran las competencias indispensables para un estudiante del laboratorio de control son dos:

- Diseño de ingeniería
- Trabajo en equipo

La primera es determinante para construir sistemas reales y avanzar en busca del aprendizaje significativo; la segunda desarrolla la competencia de trabajo con equipos multidisciplinarios en el laboratorio.

El curso de Ingeniería de Control se dicta en Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Naval, las cuales forman parte de la Facultad de Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería; además, la parte práctica se desarrolla en el laboratorio de Ingeniería de Control. Este curso corresponde al 7.º y 8.º ciclo de la malla curricular de las carreras antes mencionadas. La problemática observada se grafica de la siguiente manera: los estudiantes, cuando desarrollan la práctica con un modelo matemático o con un *software* de simulación, no alcanzan los logros indicados en el curso. Por consiguiente, este trabajo pretende desarrollar un procedimiento que mejore el aprendizaje de los alumnos a través de la construcción de sistemas reales, la cual se incluye en la parte del laboratorio. Estas prácticas en el curso constituyen un nuevo procedimiento.

Sabemos que, en muchos centros de estudios, los cursos de Ingeniería de Control se enseñan en Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Mecánica Eléctrica y también en Ingeniería Mecánica; es decir, no se trata de una práctica ajena a las carreras de ingenierías; por lo tanto, en el desarrollo del curso de Ingeniería de Control es muy es apremiantes, pues es aplicable a casi todas las ciencias; así, el uso de procesadores se complementa con la necesidad de configurar las redes y demás elementos de la ingeniería informática: esto solo es posible con el desarrollo de la ingeniería de control como asignatura en el marco de un nuevo modelo de enseñanza y aprendizaje.

La presente investigación considera el aprendizaje significativo; por lo tanto, nuestro estudio es innovador por contemplar un modelo educativo como eje en el desarrollo de competencias en carreras de ingeniería. A partir de la investigación realizada, podemos reforzar las ventajas de utilizar sistemas físicos: algo novedoso e innovador en la ingeniería de control. Al respecto, las ventajas detectadas son las siguientes:

- a) El control se realiza sobre los sistemas reales. El área de control es muy importante, pues en esta se constata un gran desarrollo; además, actualmente se evidencian la manipulación y el control de las máquinas inteligentes; por lo tanto, debemos responder académicamente a la evolución de los sistemas automáticos o sistemas con control automático. En la actualidad, se carece de respuestas efectivas para los nuevos retos de la ingeniería de control en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería (FIM); por ello, se requiere innovar en el campo del aprendizaje, pues, solo de este modo el laboratorio de Ingeniería de Control podrá adaptarse, habida cuenta de que este no ha experimentado cambios notorios en los últimos tiempos
- b) Permite al alumno generar soluciones basadas en los sistemas, de forma tal que se experimentarán procesos de innovación y desarrollo de los sistemas de control y automatización de procesos en general. Estos son ciertamente novedosos en el contexto de las prácticas educativas en una carrera de ingeniería.
- c) El egresado podrá sostener la competencia de las empresas a través de lossistemas autónomos.

d) Permitirá mejorar la enseñanza y el aprendizaje cuando se escriban las guías de laboratorio.

Este trabajo es relevante porque presenta una propuesta que permitirá mejorar el aprendizaje del estudiante, a través de la construcción de sistemas simples que servirán como base para posteriores desarrollos en las diferentes especialidades en las que los estudiantes desarrollan competencias. De manera específica, el alcance de nuestro trabajo se circunscribe a los sistemas de control básicos.

De acuerdo con lo señalado, nuestra investigación pretende responder la siguiente pregunta medular: **¿cómo el nuevo procedimiento de laboratorio del curso, aplicado a los sistemas físicos, mejorará el aprendizaje en Ingeniería de Control?**

De acuerdo con la pregunta principal que enfrenta nuestro estudio, **el objetivo principal es el siguiente:**

Crear el procedimiento de laboratorio con sistemas físicos para mejorar el aprendizaje en el desarrollo del curso Ingeniería de control de la FIM.

En cuanto a los objetivos específicos, estos son los siguientes:

- Mejorar el rendimiento académico del curso a través de un evidente aprendizaje significativo.
- Fortalecer la competencia de trabajo en equipo, obtenida por los estudiantes, para construir los sistemas físicos del curso de Ingeniería de Control.
- Promover el aprendizaje basado en proyectos para construir sistemas autónomos.

La motivación más importante es que los estudiantes mejoren sus competencias y, para ello, se requiere crear un procedimiento para un mejor aprendizaje de la Ingeniería de Control usando un sistema físico que cumpla con las especificaciones y los requerimientos que se indiquen. Cuando los estudiantes comprueben que crear un sistema mecatrónico es factible, podrán desarrollar este proceso en sus estudios.

La información académica para esta nueva evolución de los sistemas automáticos o sistemas con control automático se considerará necesariamente, ya que se carece de respuesta para los nuevos retos de la ingeniería de control en la Facultad de

Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería (FIM). Tal carencia existe la innovación en el campo del aprendizaje; por ello, el laboratorio de Ingeniería de Control debe adaptarse, porque no ha experimentado cambios significativos en los últimos años, tal y como lo señalan Barkley *et al.* (2014); para ello, el aprendizaje colaborativo es importante. La planificación, el diseño y la construcción permiten que los estudiantes de ciclos avanzados en ingeniería puedan intercambiar conocimientos en el equipo como se demostrará en el presente estudio. A su vez, esto permite alcanzar los objetivos trazados en esta investigación. Además, el objetivo fundamental consiste justamente en posibilitar la inmersión al aprendizaje colaborativo y aprender en pequeños grupos operativos; esto es, el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás resulta el eje de las prácticas de enseñanza y aprendizaje. El aprendizaje colaborativo es básico y constituye una de las herramientas que se utilizan para trabajar en equipo.

En cuanto a la estrategia didáctica escogida, esta consiste en el trabajo de los contenidos a partir del desarrollo de un proyecto de aprendizaje. La introducción de proyectos en el currículo no es una idea nueva ni revolucionaria en educación. Sin embargo, en los últimos años de investigación al respecto, la práctica ha evolucionado hacia una estrategia de trabajo mucho más definida y con más peso; al mismo tiempo, los docentes reportan que los estudiantes se comprometen más con el aprendizaje cuando tienen la oportunidad de profundizar en problemas complejos, desafiantes e incluso confusos, que se asemejan estrechamente a los que se pueden plantear en la práctica profesional real. Los proyectos de aprendizaje parten de aplicar una metodología basada en la investigación-acción, cuyo escenario es construido por actores comprometidos, quienes diseñan actividades con condiciones que permiten el trabajo cooperativo sobre la base de situaciones profesionales cotidianas, con acciones que impliquen prácticas con sentido y orientadas hacia lo que se aprende. Además, el aprendizaje basado en proyectos es un modelo de enseñanza que involucra a los estudiantes en la indagación para resolver problemas interesantes, de manera que la finalidad última es la presentación de un producto real. Los proyectos surgen de preguntas desafiantes cuya resolución resultaría implausible a través de un aprendizaje memorístico; así, esta nueva propuesta sitúa al estudiante en una posición de agente activo en cuanto a la solución de problemas y la toma de decisiones. En los proyectos de aprendizaje, el conocimiento es construido de forma colectiva entre alumnos y profesores. Además, el aprendizaje basado en proyectos implica formar equipos

integrados por alumnos con perfiles diferentes, lo que es consistente con la línea de investigación que nuestro proyecto ha seguido durante los dos últimos años, acerca de los equipos de trabajo multidisciplinares y sobre cómo preparar a los estudiantes para un contexto laboral y económico, diverso y global. En el aprendizaje a través de proyectos colaborativos se confía en el educando y en su capacidad de exploración del mundo; este escenario activa la motivación del discente y permite el desarrollo pleno de sus habilidades y sus destrezas, además de hacer posible que este aporte lo mejor de sí. Su autoestima se ve afectada positivamente, el alumno se siente orgulloso de sus logros y sus trabajos; por consiguiente, desea compartirlos. En suma, el aprendizaje basado en proyectos constituye una estrategia didáctica y pedagógica que estimula el desarrollo de competencias profesionales.

En cuanto a la incorporación tecnológica, Santos (2011) sostiene que actualmente casi todas las tecnologías se apoyan en la ingeniería de control, trabajan con el control inteligente que se utiliza cada vez más, inclusive en los modelos que carecen de certidumbre. También debemos mencionar que, al construir un prototipo, se desarrolla una competencia invaluable que jamás podría obtenerse con un simulador o un *software* de aplicación.

El control inteligente está muy unido al control autónomo, pues utiliza redes con aprendizaje. De esta forma, se puede visualizar que, en el futuro, este constituirá una de las áreas de mayor desarrollo. En suma, finalmente se desarrollará una investigación con proyectos mecatrónicos contruidos por alumnos y mediremos los resultados de forma cuantitativa (evaluación con rúbrica); adicionalmente a ello, los complementaremos con una entrevista semiestructurada (cualitativa), a fin de que los alumnos de los grupos puedan corregir algún desajuste en su labor como equipo de trabajo si fuera necesario.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Curso Ingeniería de Control

Este curso consta de dos componentes (teoría y práctica), los cuales se consolidan en 2 horas de teoría y 3 horas de práctica. De manera concreta, el curso se desarrolla en sesiones de teoría, además de prácticas con el simulador y prácticas en el laboratorio de control.

En las sesiones de teoría, el docente presenta los conceptos y las aplicaciones. En las sesiones prácticas, se resuelven los sistemas de control y se analiza la solución. En las sesiones de laboratorio se usa el *software* de simulación de Matlab (Simulink) y lo deseable sería construir el primer prototipo para una primera evaluación del sistema. La asignatura presenta las siguientes características.

- Método: Nace de la práctica y se le conoce como experimental.
- Procedimiento: Consiste en el planteamiento y el análisis.
- Formas: Se sirve de la exposición, el diálogo y la crítica.

Algunas aplicaciones consisten en el control de temperatura o la planta cortadora de papas que se hacen en forma esquemática. La asignatura así planteada se visualiza como un conjunto modular interconectado; por ejemplo, en una planta cortadora de papas desarrollada en el laboratorio, se analiza el control automático desde el punto de vista de su funcionamiento. Es más importante desarrollar el prototipo que utilizar solamente los medios virtuales y de simulación. En la propuesta, el reto consiste en construir este sistema real: está claro que se desea construir este tipo de dispositivos, pero esto solo se logrará elevando el nivel de aprendizaje.

Aquí las competencias que deben resaltar son las de tipo procedimental, pues las competencias de carácter conceptual y de naturaleza actitudinal son complementarias.

Entonces queremos ubicar al estudiante en el centro del proceso formativo, y superar así el sistema tradicional de enseñanza basado en la docencia de las disciplinas. De esta forma se dará paso a formas transversales de aprendizaje donde los protagonistas activos son los alumnos. El aprendizaje se incluirá y se desarrollará (Pozo & Pérez, 2009) para nuestros propósitos, utilizando los saberes aprendidos, de manera que se realizará un ejercicio permanente de la práctica activa del alumno desarrollando y solucionando algunos problemas de los proyectos. El docente guía a los estudiantes hacia el objetivo utilizando el algoritmo adecuado para realizar las tareas y, de esa forma, conducir al estudiante por el camino correcto. En el caso del laboratorio, esta es una de las funciones del docente, después el egresado lo utilizará en su desarrollo y en su vida profesional.

1.1.1 Componentes del curso

El curso estará constituido básicamente por dos componentes: el *software* (ambiente) MATLAB de simulación y el nuevo componente que se propone (el sistema físico o *hardware*).

1.1.2 MATLAB

Modelos de Simulink®.

Es un lenguaje de programación que tiene rutinas de ingeniería según Páez et al. (2015). MATLAB® es un *software* de cálculos usado en ciencias e ingeniería; además, es el más utilizado en las industrias a nivel global, pues se trata de un lenguaje utilizado en los ambientes de ingeniería. Los sistemas autónomos presentan muchas aplicaciones en procedimientos complejos. Por otro lado, Simulink® PLC Coder es una herramienta que tiene una librería en el conjunto de herramientas del *software* de cálculo matemático MATLAB®, la cual permite generar un código de texto estructurado compatible con el estándar internacional IEC-61131, utilizado en muchos sistemas de desarrollo de ingeniería.

1.1.3 Laboratorio de sistema físico de control

El sistema físico es un conjunto de elementos que se integran y conforman el prototipo, que, finalmente, es el objetivo a construir; por ejemplo, un sistema de control de temperatura estará compuesto por los siguientes componentes:

- 1) Un sensor que mide la temperatura y la cambia en señal electrónica,
- 2) El controlador que normalmente es un PLC o (Arduino),
- 3) Un ventilador que enfría y un calentador que, en su manera simple, será un resistor.

A fin de presentar evidencia acerca de este prototipo, se presenta en la figura 1, pues hemos construido el sistema en el mundo real o sea que no es un modelo matemático.

Figura 1

Sistema físico de control está compuesto por un dispositivo calentador que es una resistencia y un enfriador que es un ventilador

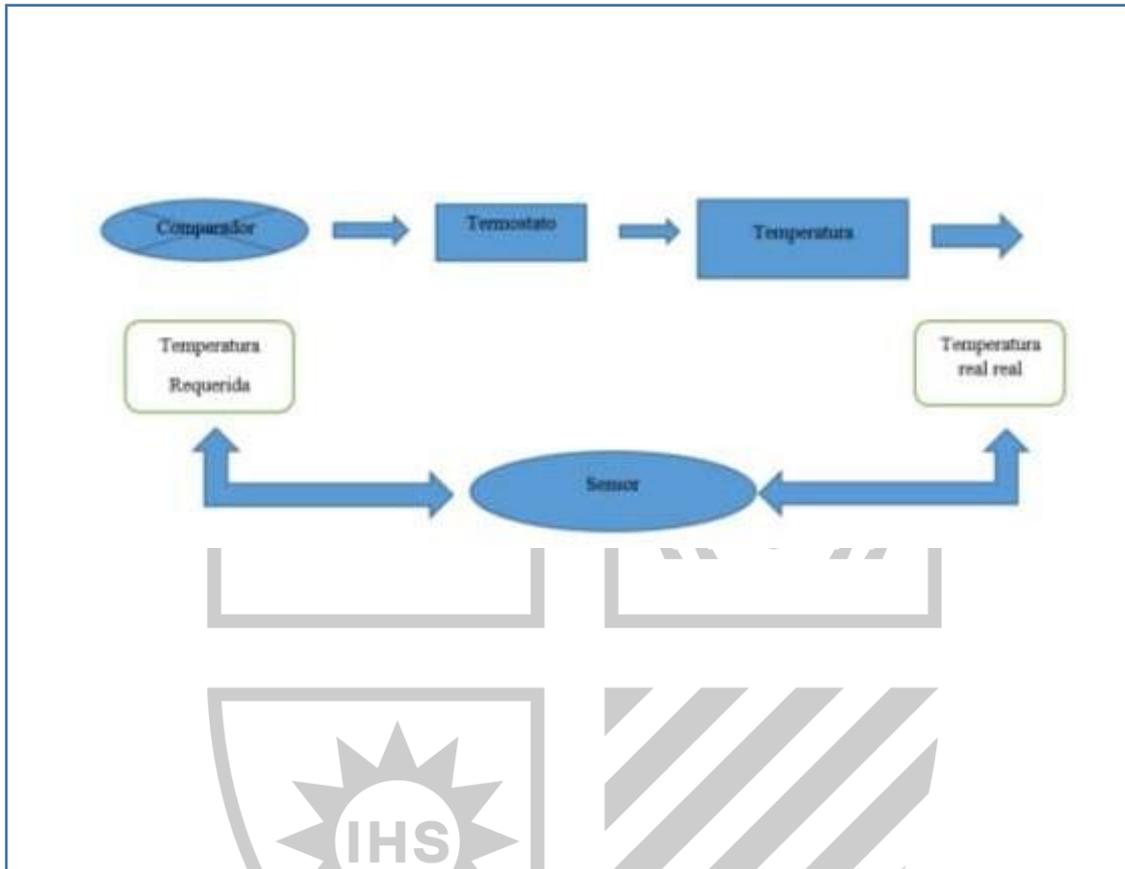


Nota. El dispositivo presentado fue creado por los alumnos.

En el laboratorio del curso de ingeniería de control se deben desarrollar sistemas físicos que le permitan al estudiante desarrollar un aprendizaje significativo. En la figura 1, se muestra el sistema físico funcionando. El sistema físico es el producto final de la construcción de un sistema mecatrónico. Este es todavía un diseño previo al final. El sistema físico de control se utiliza para realizar pruebas, las cuales se aplican a varios cursos del área de automatización y control.

Figura 2

El lazo cerrado como representación del sistema físico



Nota. Se trata de un lazo negativo, pues se compara la salida con la entrada para obtener un valor, pues este modificará la salida hasta que se obtenga el valor requerido.

En la figura 2 se representa el sistema físico en un diagrama modular. Este diagrama se puede trabajar con un simulador como el Simulink pasible de programación; además, cada bloque representa un elemento físico. El total nos da las entradas consideradas, el proceso y las salidas requeridas.

1.2 Habilidades que deben alcanzarse en este curso

Según la Universidad Nacional de Colombia (Medellín), el perfil de un profesional de Ingeniería Mecánica en el curso de Ingeniería de Control debe considerar las siguientes habilidades:

- Proyectar, diseñar, construir, programar, ensamblar y operar controles y sistemas automatizados en la industria, con procesos continuos y discretos.
- Innovar en tecnologías novedosas que permitirán innovar en el campo de aprendizaje de esta técnica.
- Trabajar en aprendizaje colaborativo.
- Desempeñarse en procesos industriales para transformarlos en sistemas digitales, en sistemas automáticos electrónicos y discretos, con el control de sistemas instrumentales. Así mismo, se requiere tiempo para monitorear todas las etapas de los procesos industriales.

• Dirigir y liderar sistemas que resuelvan problemas de la comunidad; además, también se deben mantener los sistemas innovadores.

La UNI propone lo siguiente:

- Nociones sobre sistemas de control.
- Clasificación de los sistemas de control.
- Transformada de Laplace.
- modelamiento de sistemas dinámicos.
- Ecuaciones diferenciales.
- Función de transferencia.
- Sistemas eléctricos, mecánicos, electrónicos y otros.

Al comparar, notamos que la Universidad de Colombia se acerca más a lo que se propone en esta investigación. Por el contrario, la UNI propone modelos matemáticos que distancian al estudiante de un aprendizaje significativo, colaborativo y basado en proyectos que le permitan responder a las necesidades de la industria actual y al desarrollo de la tecnología. Aquí indicamos que, en el perfil de 3, las especialidades de la facultad se consideran este curso.

Como se desarrolla la malla curricular, veamos las etapas de este proceso en la UNI (proceso también considerado en la USMP [Universidad San Martín de Porres]). Hemos desarrollado esto con el apoyo de un grupo de expertos en currículos. Las fases son las siguientes:

1. Primero se reúnen los docentes de la UNI con personas destacadas en las ciencias y el campo de la industria, de manera que en esta fase se obtiene una primera aproximación.

2. En la segunda etapa se plantean los cursos que nos acercan a la primera aproximación, pues se definen los cursos terminales de la escuela con la cual se está trabajando. En el caso de Mecánica de la UNI, esta facultad está conformada por 4 escuelas.

3. La tercera fase sirve para plantear los cursos que, posteriormente, darán soporte a los cursos terminales y también a los cursos complementarios. En esta etapa se enfatiza en los cursos vinculados con la especialidad.

4. La última fase sirve para complementar cada malla curricular con los cursos básicos de ingeniería. Esto se va actualizando de manera permanente.

La virtualidad posibilita el aprendizaje y la actualización de nuevos modelos de ingeniería, con lo cual, de acuerdo con lo expresado por Sangrà (2001), podemos afirmar que la virtualidad actualiza el conocimiento de la automatización que se potencia rápidamente.

En suma, la virtualidad es una herramienta muy poderosa que se puede combinar con los modelos físicos, pero tiene su límite. Las redes de internet son ambientes muy importantes para la ingeniería. En estos encontramos muchos modelos de mecatrónica.

1.3 Tipos de aprendizaje

Sobre aprendizaje existen muchos estudios; sin embargo, consideramos fundamental la propuesta de Gagné, pues, siguiendo sus presupuestos, entendemos que, después de haber medido el aprendizaje, este puede durar por mucho tiempo. Asimismo, asumimos lo planteado por Beltrán (2003), quien sigue la doctrina de Gagné, y considera que las actividades en el laboratorio se pueden relacionar con el aprendizaje profundo, que es lo que queremos. Aquí se vuelve a repetir que es un conocimiento de largo alcance, en el cual el estudiante retiene lo aprendido por mucho tiempo. El conocimiento permanece en la memoria. Finalmente, podemos afirmar que el aprendizaje profundo es un cambio de larga duración en el conocimiento del ser humano y se configura casi como un conocimiento permanente. Los tipos de aprendizaje son:

a. Aprendizaje por descubrimiento

El aprendizaje por descubrimiento es una forma de educación que podemos considerar constructivista, pues les permite a los alumnos actuar y mejorar su

desarrollo.

Además, les permite a los estudiantes tomar la información y utilizarla. De esta forma, se considera ya en su conocimiento para la solución de problemas que este enfrente y otro tipo de problemas que se le presenten.

La enseñanza de las ciencias se ha considerado un tema polémico respecto del procedimiento más idóneo, pues se debate entre el aprendizaje por repetición y el que se realiza por descubrimiento. Se ha desarrollado esta polémica ampliamente entre los interesados en estos dos ámbitos. El estudio evalúa la eficacia del aprendizaje por descubrimiento en estudiantes universitarios de ciencia. En algún momento se consideró idóneo para la biotecnología.

En este ámbito creemos que, al conocer un nuevo ámbito se puede aprender. Esto significa que en el marco de las nuevas condiciones que se enfrentan es un resultado insoslayable la fijación de nuevos conocimientos. Esta es una forma óptima de aprender. Lo que esto indica es que todo conocimiento se basa en saberes previos que tiene el estudiante. Significa que, basado en lo ya conocido, podemos hallar nuevo conocimiento. Según Barrón (1991), quien respalda lo anterior, se crea una nueva ruta o camino mental. Este tipo de aprendizaje posibilita que los estudiantes puedan situarse en el centro del proceso de gestación de conocimientos. Los algoritmos o las rutas de solución se renuevan. Según Baro (2011), el docente fija una estrategia para el aprendizaje.

b. Aprendizaje significativo

El aprendizaje se obtiene cuando el propio alumno construye el conocimiento significativo. Ausubel (1968) manifiesta que todo docente también elabora el saber profundo; por lo tanto, debe conocer el proceso mental y esto se suma a su personalidad. Es una característica ineludible del proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de la cual se logra este avance; entonces nos damos cuenta que debemos persistir en alcanzar este objetivo. Estos aspectos también se desarrollan y se discuten en las teorías del aprendizaje. El aprendizaje ocurre cuando el docente facilita todos los ítems para que el alumno alcance el conocimiento. Estos pueden ser mecánicos hidráulicos, neumáticos o eléctricos-electrónicos, y está claro que este mismo docente tecnificado es el que supervisa el proceso.

Un ejemplo en el campo de la electricidad, que tiene como base los circuitos eléctricos de un motor o sea la entrada, este sistema de electromecánica servirá de

"anclaje". Cuando este sistema se domina, se pasa al sistema mayor, porque un motor es un elemento de un sistema mecatrónico. Estas consideraciones son planteadas en Coria y Starkov (2009).

Para plantear un proyecto, se deben considerar los siguientes aspectos con relación a los alumnos: el problema del área, o sea, la ingeniería de control; también se debe tener todos los conocimientos previos muy claros; en cuanto a los componentes, el alcance del equipo y su utilización, estos aspectos deben estar claros; finalmente, el rol de cada integrante del grupo debe estar totalmente definido.

El aprendizaje significativo es, según Ausubel (1980), el que se crea para alcanzar una nueva ruta de solución que queda registrada para su posterior utilización, la cual es necesaria, pues la tecnología avanza rápidamente. Una idea coincidente con el desarrollo anterior es la de Rivas (2008), pues siempre se crean nuevos algoritmos para resolver nuestros procesos. Justamente estos algoritmos en nuestra mente constituyen el conocimiento aprendido, el cual se puede utilizar tantas veces que sea necesario.

c. Aprendizaje colaborativo

Según Peña, A., Pérez, M. & Rondón, E. (2010), el docente maneja y apoya todas las actividades y, en el proceso de aprendizaje, participa como un guía en el planeamiento, el diseño, la construcción y la prueba del sistema a automatizar que es la parte central del proyecto.

El aprendizaje colaborativo, de acuerdo a Barkley *et al.* (2015), consiste en que los estudiantes son los que mantienen la dirección y el control del proceso. En el proceso trabajan sinérgicamente los estudiantes y el docente, quienes aportan conocimiento para hallar soluciones; además, el estudiante busca de forma independiente y aporta a las soluciones que el equipo necesita. Al llevar el saber al equipo, todos lo comparten y lo utilizan para alcanzar las metas trazadas.

En este caso los resultados contribuyen con el equipo, pero la responsabilidad es individual. Los alumnos tienen que aprender y, además, serán responsables del aprendizaje de sus compañeros; además, el docente debe motivar el aprendizaje del equipo. En los proyectos esto es fundamental para alcanzar el éxito al final de cada etapa. Aquí tenemos que considerar las TIC para que el equipo se fortalezca; por consiguiente, es importante el manejo de las siguientes herramientas digitales:

- Skype: Almacena gran cantidad de información.
- WhatsApp: Forma grupos intercomunicados.
- Correo: Intercambian grandes cantidades de información.
- Aula virtual: Permite aprender y enseñar *online*.

En este punto, también consideramos los trabajos que sostienen el desarrollo del nuevo proyecto como un procedimiento que funciona a la par de una oficina de ingeniería, pues una oficina de ingeniería tiene área de estudio, donde se conceptualiza el sistema físico que vamos a construir, área de partes y ensamblaje del sistema. En este caso, los resultados contribuyen con el equipo, pero la responsabilidad es individual, pues los alumnos tienen que aprender y, además, serán responsables del aprendizaje de sus compañeros; por consiguiente, el docente debe motivar el aprendizaje del equipo. En los proyectos, es justamente el área de ensamblaje donde construimos el prototipo y, una vez sometido a prueba, terminamos en el área de exposición que es donde finalmente se aprobará el proyecto.

1.4. Teorías de aprendizaje

Las diversas teorías de aprendizaje permiten comprender de qué manera se produce el proceso de aprendizaje en el ser humano y ayuda a encontrar las mejores estrategias y técnicas para que el alumno pueda acceder al conocimiento.

De acuerdo a Pedronzo (2012), el aprendizaje es un avance del estudiante; por lo tanto, este proceso se adecua y se relaciona con el mundo externo.

1.5. Teoría del procesamiento de información

Esta es la estrategia del procesamiento de la información mediante el aprendizaje colaborativo principalmente, al cual se suman otros tipos de aprendizaje. Los estudiantes se agrupan para ejecutar los proyectos; aunque estos son de diferentes especialidades, logran formar un equipo. También se debe considerar que los docentes deben apoyarlos en sus diversidades. Esto permitirá el desarrollo sencillo de la labor docente; a su vez, permitirá atender temas relacionados con los aprendizajes. Las estrategias deben considerar el aprendizaje colaborativo para que los alumnos desarrollen potencialidades de manera holista; en rigor, acciones desarrolladas con este enfoque mejorarán su rendimiento, las relaciones entre ellos se fortalecerán y, por tanto,

podrán lograr un desarrollo saludable tanto social, como psicológico y mental. Como el estudiante es gregario, basta con invocarlo para que trabaje en grupo. Sustentado en lo anterior, se diseñó la presente estrategia, que se basa en tres paradigmas diferentes: neoconductista, mental y sociohistórico, aunque también incluye los estilos de aprendizaje. Según el modelo de Kolb (2009), un aprendizaje óptimo resulta trabajando la información en cuatro fases medulares: el desarrollo, la realimentación, la conceptualización y la prueba; en ese aspecto existen tipos de alumnos. Suponemos que cada docente domina una o dos fases; o sea, deben ser capaces de dirigir uno o dos grupos de estudiantes. Además, la estrategia de procesamiento de la información mediante el aprendizaje colaborativo se desarrolla por etapas como el *feedback* y la transferencia de lo aprendido. Esto ocurre debido a que el objetivo de la estrategia consiste en facilitar el procesamiento de la información mediante el uso de estrategias de aprendizaje cooperativo y colaborativo; de esta manera, el aprendizaje de este tipo es el que vamos a utilizar en nuestro caso donde hay diferentes tipos de tecnologías pues el control se utiliza en todas las especialidades de la ingeniería mecánica.

Un aspecto adicional que adquiere relevancia es la incorporación tecnológica; al respecto, se sostiene que, en el modelo de enseñanza-aprendizaje, para un *software* educativo que incursiona en la andragogía y el diseño de instrucciones de Robert Gagné, la consecución del aprendizaje efectivo se sustenta en la motivación y la conceptualización; después, se debe manejar y utilizar el conocimiento adquirido para, finalmente, realimentar lo anterior.

De acuerdo a Minnota (2017), la memoria a largo plazo, así como la de corto plazo, es especialmente relevante, sobre todo en la forma en que ocurre el procesamiento de información. En la actualidad, la información se almacena en medios masivos de memoria, esto nos permite manejar mucho conocimiento y generar muchas soluciones con algoritmos más complicados y extensos. Lo anterior nos permite manejar y resolver situaciones complicadas y una de ellas es la automatización de sistemas. En el curso que trabajamos esto sucede constantemente pues ese es el objetivo que se pretende cumplir.

En la actualidad los procesadores apoyan para resolver diferentes tipos de problemas. Se carga el problema y, con los dispositivos adecuados, el procesador con lenguajes avanzados y simuladores permite resolver problemas muy complejos. Con la inteligencia artificial podemos analizar un problema y plantear muchas soluciones.

Podemos analizar los caminos de solución, plantear el inicio y el punto terminal de llegada a la meta, de forma tal que, al alcanzarla, arribamos a la solución, de acuerdo con el planteamiento de Newell y Simón (1972).

1.6 El rol del estudiante

El estudiante es el centro de este procedimiento, pues es el que desarrolla el proyecto y tiene que realizar las siguientes tareas:

- Realizar una pesquisa bibliográfica sobre los sistemas mecatrónicos.
- Verificar dónde se encuentran los componentes de su sistema pues podrían estar en el laboratorio o en el mercado de componentes electrónicos y mecánicos.
- Probar estos componentes en el laboratorio.
- Ensamblar un primer prototipo y realizar las pruebas necesarias.
- Construir y probar el sistema real.
- Exponer su trabajo ante una asamblea.

Asimismo, sabemos que las redes sociales ahora ocupan un gran espacio en el proceso de aprendizaje, mediante el uso de las tecnologías de información y comunicación, especialmente internet.

Para integrarse a un proceso de aprendizaje por CMC (comunicación mediada por computadora), el estudiante debe dominar el manejo de las herramientas informáticas, lo cual incluye la programación de módulos y también algunos conocimientos básicos como Excel, Word, Power Point y Matlab. En la actualidad, es una exigencia que el estudiante domine medianamente la informática.

Sánchez (2013) destaca la relevancia del desarrollo de habilidades de aprendizaje autónomo por parte de los estudiantes; además, es menester el desarrollo del aprendizaje colaborativo para simular la vida profesional, además de utilizar ese conocimiento posteriormente. En consecuencia, entre las competencias necesarias, es necesario impulsar el aprendizaje colaborativo a través del trabajo en equipo, para asegurar la habilidad procedimental en el ensamblaje del sistema, tarea fundamental en mecatrónica.

1.7 El rol del docente

De acuerdo con Castaño (2003), las competencias del docente son múltiples. No se trata solo de la consistencia teórica. Así, el docente debe estar preparado para las siguientes tareas:

- Uso de tecnologías (las TIC)
- Adecuar sus ambientes de trabajo (en nuestro caso, se trata del laboratorio).
- Asesorar a los alumnos que forman grupos de estudio en lo concerniente a los elementos presentes en los ambientes de laboratorio que constituyen el equipo de trabajo.

- Trabajar con otros estudiantes entendiendo sus proyectos para cada sistema.

- Guiar a cada equipo de estudiantes, lo cual implica que se, Peña, A., Pérez,

M. & Rondón, E. (2010), consiga la realimentación necesaria. El docente no le indica cómo desarrollar el proyecto, pero guía a los alumnos en la mejora del sistema físico y el avance del proyecto, de manera que se corrijan las fallas.

- El docente estimula y acepta la iniciativa de los estudiantes, pues los guía con la finalidad de que vayan construyendo paulatinamente el primer prototipo y, además, corrijan lo que sea necesario.

De lo propuesto, se desprende que todo docente debe adaptarse a la nueva tecnología y anticipar las exigencias del futuro. Por consiguiente, al utilizar las TIC, aseguramos los procedimientos pertinentes y adecuados que fortalecen de manera cabal la enseñanza-aprendizaje. El método didáctico que utiliza las TIC contempla la integración de la enseñanza-aprendizaje, de manera que se erige como un imperativo la incorporación de las nuevas tecnologías.

Según Chaupart, Vitalia y Marín (1998), el docente necesariamente será el habilitador y debe estar listo para analizar todas las etapas del trabajo; además, entrega lo necesario para que su desarrollo ocurra de forma organizada; por lo tanto, prepara los dispositivos que se van a utilizar en la construcción del prototipo.

El docente, además, debe manejar todos los elementos de un sistema de control, pues será necesario que los use. En tal sentido, debe manejarlos correctamente para integrarlos al sistema autónomo.

En el caso que analizamos, la primera actividad sirve para asegurar que cada estudiante escoja una actividad diferente sobre el curso (3 Escuelas incluyen el curso en la malla curricular). Ese día algunos estudiantes se conocen y van definiendo sus roles, con el fin específico de producir un documento conjunto y enviarlo al docente.

Posteriormente, el docente se reúne con cada grupo y conversa con sus integrantes, quienes son estudiantes o aprendices (este último alude de manera apropiada a su condición en el laboratorio). En cuanto a la labor de los estudiantes, estos investigan la información pertinente. Adicionalmente, comprenden toda la información que el docente o el guía les proporciona. Finalmente, manejan los libros y se establece una comunicación digital entre el docente y el estudiante. El grupo expone su trabajo y el docente resuelve las dudas y contesta las preguntas. Según el diseño del curso, el estudiante podrá contar con más recursos disponibles que los que un simple módulo pueda aportar; esta acción le permitirá realizar un análisis más profundo. Asimismo, podrá visitar algunos enlaces, recomendados por el tutor o por otros compañeros, e incluso consultar a expertos o solicitar información a empresas u organismos para complementar lo poco que contiene el módulo.

1.8 El método didáctico

El método didáctico, según Serna (1985), considera al ser humano en todas sus dimensiones: una de las más importantes indudablemente es la educación, pues todo gira alrededor del estudiante, a quien se le debe guiar. La capacitación técnica considera una serie de protocolos en la didáctica para los laboratorios; por ejemplo, se aplica a los procedimientos reales con fines educativos. Asimismo, en la práctica lo toma como un proyecto que puede enriquecerse con las TIC aplicadas a este método didáctico. Finalmente, se puede afirmar que, en la actualidad, la didáctica es muy necesaria.

1.8.1 Didáctica

En cuanto a la construcción de un proyecto mecatrónico que nos permita valorar la robótica, se reporta un caso antiguo donde los alumnos enfrentaron este proyecto con la tecnología de entonces. Se trata del estudio realizado por Ausin, V., Abella, V., & Hortiguera, D. (2015). Estos obtuvieron que el 81 % del alumnado consideró útil la realización de un proyecto denominado #RadioEdUBU (se trató de un

proyecto basado en la creación de un sistema de radio con fines de educación bajo las tecnologías de punta, y que, a su vez, se aplicó a los educandos), mientras que un 14% consideró que el proyecto enfocado desde el ABP (aprendizaje basado en proyectos) tuvo alguna utilidad. Solamente el 5% de los estudiantes consideró que no les había servido o les sirvió muy poco. Lo que se pretende obtener al final del proyecto de investigación es un avance de los procesos metodológicos y didácticos de la carrera. Entonces podemos decir que el aprendizaje basado en proyectos es importante pues todos los alumnos son del 7.º u 8.º ciclo; es decir, son alumnos próximos a egresar de la carrera; en consecuencia, necesitan enriquecer este tipo de conocimiento.

1.8.2 Trabajo en equipo

Se aprende de forma colaborativa. Para ser aplicados después, el equipo utiliza los conocimientos que logran conseguir (Torrelles *et al.*, 2011), pues trabajar en equipo requiere el ejercicio de ciertas habilidades que son importantes, sobre todo en el modo colaborativo cuya pertinencia para los proyectos es evidente. Es por ello que debe asegurarse el intercambio de saberes, la colaboración y el desarrollo de tareas en un ambiente positivo (Osuna & Rosas, 2017); en consonancia con ello, se puede afirmar que el método del ABP posibilita conseguir los objetivos trazados. Los alumnos desean aprender; por consiguiente, asumen un proyecto relacionado con su especialidad y utilizan toda la infraestructura técnica. Aquí debemos precisar que los proyectos se desarrollarán durarán 1 cuatrimestre, pues la idea es hacerlos atravesar de la fase de aprendiz al nivel profesional (aunque esto implique que este proceso ocurra de una manera básica).

De acuerdo con Balcells *et al.* (2012), el elemento importante es la innovación tecnológica y necesariamente deviene en el desarrollo elevado al trabajar en equipo; en consecuencia, la innovación es factible de alcanzar. El trabajo en equipo permite integrar un participante a nivel multidisciplinario, de manera que este está expuesto a otros saberes, y así es capaz de realizar trabajos muy complejos con grandes posibilidades de éxito. Cada miembro del equipo posee conocimientos diferentes que enriquecen los puntos de análisis para enfrentar problemas complejos y ofrecer soluciones innovadoras. En el laboratorio se trata de trabajar en equipo, según Torrelles *et al.* (2011). Por otro lado, el trabajo en equipo es también un planeamiento del aprendizaje. Para el trabajo en equipo se considerarán 3 subcategorías:

➤ **Integración.** Dado que los estudiantes pertenecen a diferentes escuelas, necesariamente deben complementarse e integrarse, pero la tarea más importante es la de aportar sus conocimientos en su especialidad y recibir conocimientos de los otros integrantes de su equipo: estas son las principales ventajas.

➤ **Adaptación.** Algunos estudiantes desarrollaran tareas nuevas que nunca antes ejecutaron, pero, como tienen que cumplir su rol, será necesario que se adapten y, con respecto a los nuevos retos, deben cumplir los objetivos propuestos (Torrelles *et al.*, 2011).

➤ **Implicación en el equipo de trabajo.** Al trabajar en equipo, el estudiante se elevará y estará obligado a responder a la altura de lo que se espera de él (Sánchez *et al.*, 2007).

1.8.3 Las nuevas corrientes de aprendizaje en la UNI

En referencia al proyecto sobre la aplicación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos, se concluye que la implementación de nuevas estrategias de aprendizaje favorece el desarrollo de la motivación en los estudiantes, pues se constata que estos reaccionaron de manera favorable y, actualmente, se constata que los profesores de laboratorios se entusiasman cuando construyen sus prototipos físicos. Se vuelcan hacia los laboratorios para construir los prototipos en su proyecto de investigación. Aquí debemos puntualizar que los simuladores brindarán buenos resultados; sin embargo, sin el prototipo, muchos detalles importantes no se podrán visualizar. De esta forma, el prototipo permite aprender ingeniería de una manera precisa: por todo lo señalado, el sistema físico siempre será fundamental. Durante el desarrollo de algunos proyectos, se constatan los siguientes cambios:

- Algunos cursos cuyo desarrollo era exclusivamente teórico han incluido proyectos (aspecto procedimental).
- Los estudiantes han empezado a trabajar en grupo (aspecto actitudinal).
- El intercambio se ha intensificado mediante el uso de las TIC.

- Al desarrollar el proyecto, se hizo más conocido y la interacción entre ellos hafluido rápidamente

1.8.4 Antecedentes del proyecto

Una fuente fundamental es el trabajo de Kilpatrick (1965), quien considera que, en un proyecto, siguientes necesario ejecutar las siguientes tareas para llegar al aprendizaje significativo:

- Es menester determinar qué sistema estamos proponiendo con la exploración, además de cuáles son las cualidades técnicas más importantes.
- Sobre la evaluación, al terminar, se desarrolla una exposición sobre todo lo aprendido; además, se reconocen las técnicas empleadas. Al final, también se debe dominar técnicas que pueden utilizarse para favorecer a su entorno.

El método de aprendizaje basado en proyectos ya era aplicado en 1918; es decir, se conocía mucho antes que se desarrollara la ingeniería de control. Se avizoraba que el proyecto permitiría articular la competencia conceptual con la competencia procedimental y con la competencia actitudinal a través de la formación de equipos de trabajo para desarrollar el proyecto.

Además de Kilpatrick, existen trabajos más recientes como el de Páez y Marsiglia (2012). Lo más relevante de los sistemas mecatrónicos es que, en la actualidad, se utilizan en diversos campos como el sector industrial, la medicina, la domótica y la automatización de máquinas de alta precisión. Finalmente, asumimos también el trabajo de Ortega (2021), quien aborda el aprendizaje en México mediante la mecatrónica y cómo esta herramienta está fortaleciendo el interés científico. Aquí se trabaja para desarrollar prototipos; en otras palabras, mediante este método se pretende mejorar la educación como una nueva forma de enseñar.

1.8.5 Características y alcances del ABP

Un ingeniero profesional es un graduado en ingeniería, cuya principal función es el servicio al ser humano; por eso interviene en muchos campos mediante la

investigación. De esta manera, construye sistemas automáticos y, actualmente, sistemas inteligentes. El perfil delimitado es importante para que un profesional en ingeniería pueda proponer soluciones, diseñar y construir sistemas; además, debe investigar, pues es un científico, y podría aplicar esos conocimientos en lo sustancial de forma innovadora. Sobre este punto, seguimos la propuesta de Rodríguez *et al.* (2010), quienes consideran la eficacia de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos.

El aprendizaje basado en proyectos no debe confundirse con el aprendizaje basado en problemas. La diferencia de acuerdo con Rodríguez *et al.* (2010) es que el problema es una unidad dentro de un sistema y la solución se propone en el papel; al finalizar, no necesariamente se obtendrá un producto para los estudiantes, pues, principalmente, es importante el planteamiento y la solución.

En el aprendizaje basado en proyectos, los estudiantes diseñan un sistema funcional; es decir, el prototipo es un artefacto de la vida real. Al final, presentan y muestran el sistema que soluciona uno o varios problemas de la vida real. El alcance del proyecto puede ser para cualquier tipo de nivel; sin embargo, en nuestro caso es para proyectos muy simples, porque debemos considerar que son proyectos de la especialidad de control (mecatrónica) y los alumnos pertenecen a tres escuelas que son de mecánica, pero estas son diferentes.

Ahora bien, es importante definir por qué diseñamos un sistema físico. La razón más importante es que en ingeniería no se trabaja con modelos, pues el aprendizaje solo llegaría hasta una solución matemática y lo que queremos es un conjunto de sensores, dispositivos electrónicos y actuadores que nos permitan actuar en el mundo físico para optimizar el aprendizaje en el curso, pues este proceso es sumamente necesario en ingeniería mecánica.

1.8.6 Propósitos del ABP

Como se propone en Maldonado (2008), el ABP relaciona el mundo teórico y el mundo real. Los estudiantes deben ser potenciados para crear nuevos conocimientos y revalorarlos anteriores. Mediante los proyectos, los estudiantes utilizan sus talentos para implementarlos en el mundo físico. Normalmente pueden aplicar los nuevos conocimientos y volcarlos hacia la sociedad. Este aprendizaje es colaborativo, pues lo desarrollan con sus compañeros porque saben que les va a servir en sus futuros puestos de trabajo. Se mejora la producción y, además, estos proyectos pueden proponerse en otras áreas de desarrollo como la mecánica, la electricidad y la programación. Esto

significa que es transversal en la carrera de ingeniería. Las aplicaciones son visualizadas de manera óptima para utilizarlas en la comunidad y exteriorizarlas. Aquí debemos considerar que los procesos virtuales son complementarios, pues nosotros indicamos que el aspecto más importante es la misma elaboración del prototipo.

La investigación de Reverte, A., Gallego, A., Molina, R. & Satorre (2007) constituye un avance en los procesos metodológicos y didácticos de los estudios en la Universidad. El ABP nos permite mejorar la habilidad de la robótica en automatismo, inicialmente; incluso mejora algunos conocimientos básicos; en última instancia, se utiliza en el objetivo de estos proyectos y refuerza las habilidades procedimentales que es lo más importante en los talleres desarrollados en el laboratorio. Entonces, debemos puntualizar que los proyectos que se desarrollarán durarán 1 cuatrimestre, pues la idea es permitirles desarrollarse desde la fase de alumno hasta el nivel más próximo al profesional, aunque esto de una manera básica. En estas etapas es importante crear un modelo que se acerque mucho a la realidad para después crear un sistema físico o un prototipo funcional. En ingeniería de control, se puede simular el sistema y, en el área de control, es muy utilizado el *Simulink*. Mientras el modelo se acerque más a la realidad, es decir, los resultados vinculados con el mundo real. Por consiguiente, es posible decir que serán más certeros y confiables, de manera que el modelo debe aproximarse lo más que se pueda al sistema que queremos controlar; o sea, el modelo será fundamental para construir un prototipo, el cual constituye el objetivo del proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

2. Elementos del marco metodológico

Se establecerán los procedimientos para realizar esta investigación. Con la finalidad de puntualizar de forma clara en estos, se presentarán los objetivos nuevamente.

2.1 Objetivo general

Crear el procedimiento de laboratorio con sistemas físicos para mejorar el aprendizaje del curso de Ingeniería de Control.

2.2 Objetivos específicos

- Mejorar el rendimiento académico del curso evidenciando un aprendizaje significativo
- Promover el aprendizaje basado en proyectos para construir sistemas autónomos
- Fortalecer la competencia de trabajo en equipo en los estudiantes para construirlos sistemas físicos del curso de Ingeniería de Control

2.3 Principios metodológicos de la investigación-acción

La investigación-acción es la investigación enfocada en la realimentación; en rigor, esto es lo que se realiza. Al respecto, conviene subrayar que, en ingeniería, comprende una serie de fases, desde que se va construyendo el prototipo hasta el producto final que usualmente es el sistema físico. Esta es la manera en que se define también la investigación-acción. Sobre este aspecto, Villa (2017) considera que se trata de uno de los métodos más usados en la actualidad. En este sentido, podemos decir que se aplican para:

- Mejorar el proceso del aprendizaje por medio de la investigación

colaborativa. Se utiliza mucho en las carreras de ingeniería.

- Mejorar los laboratorios de mecatrónica y, por lo tanto, uno de los principales centros de investigación
- Apoyar a los laboratorios pues más adelante serán utilizados
- Mejorar el aprendizaje en ingeniería en general
- Mejorar sus prácticas, mediante la investigación, y colaborar en todas las fases del proceso

Podemos decir que la investigación acción es un proceso que genera una mejora continua. Todo lo que hemos dicho es muy importante pues se puede utilizar en una tecnología en desarrollo como es la ingeniería de control (robótica). De manera específica, favorece y potencia a los alumnos y también perfecciona a los docentes.

En nuestro caso, el laboratorio lo estamos organizando como un proyecto con la estructura mostrada en el ABP. Por lo tanto, hay que considerar que las etapas son justamente las que se requiere para construir sistemas mecatrónicos que hoy son ampliamente demandados en el mercado. En segundo lugar, los grupos estarán formados por un conjunto heterogéneo de alumnos. Además, los proyectos de laboratorio se desarrollan a través de las siguientes etapas:

- Análisis físico del sistema
- Determinación de requerimientos
- Selección de componentes
- Desarrollo del prototipo
- Pruebas y validación

Los grupos de estudiantes se asignarán labores en las diferentes etapas, pero, al final, en las pruebas y la validación del sistema, todos estarán presentes, puesto que coincide con la conclusión del proyecto.

2.4 Propuesta metodológica realizada en la clase presencial

La presente investigación es de tipo explicativo. A través de la indagación queremos alcanzar la realidad, razón por la cual utilizamos el método inductivo y

detectamos algunos indicios que apuntan hacia un aprendizaje deficiente. Entre estos, podemos señalar los siguientes:

- Poca asistencia al curso
- Conocimientos totalmente deficientes del curso
- Desconocimiento físico de los elementos más importantes
- Falta de aplicación del curso en cursos posteriores
- Falta de consistencia de los equipos para alcanzar logros importantes

Al inicio de esta investigación, se detectó que los estudiantes no podían construir nuevos conocimientos en el área de Ingeniería de Control. Esta percepción es producto de la evaluación de las prácticas calificadas de ciclos anteriores. Así llegamos a la conclusión de que el procedimiento práctico era insuficiente. A la luz de la teoría, el modelamiento con un simulador genera buenos resultados para construir el sistema, pero parcialmente, pues en ingeniería es necesaria la acción para lograr el aprendizaje según se menciona en la teoría.

La investigación permitirá aprender. Al desarrollar y probar, se descubren procesos utilizables en la práctica de laboratorio; por consiguiente, se debe definir el origen de esto con un método racional para generar efectos medibles o consecuencias, pues es ese el derrotero de la investigación experimental mediante la prueba de hipótesis. En ingeniería, este procedimiento ayuda a profundizar sus resultados y plasmarlos en procedimientos para el laboratorio. La investigación explicativa intenta describir el mundo real, el cual se nutre de los hallazgos producidos en casos particulares. Entonces, se deben distinguir dos aspectos relevantes:

- **Lo que se quiere explicar:** Se trata acerca de qué debemos mencionar para poder explicar el problema del laboratorio. Dada la relevancia, debemos detectar una ruta para mejorar la atención en el laboratorio.

- **Lo que se explica:** La explicación se deduce (a modo de una secuencia racional) de un conjunto de conocimientos compuesto por procedimientos, para que se utilice y también se aplique en el uso de los laboratorios. En este sentido, la explicación es siempre la deducción de una teoría que contiene afirmaciones que explican hechos particulares.

En la actualidad, el cambio de lo manual al funcionamiento automático se observa a diario en la universidad, en el área de mecatrónica. Dicho esto, la pregunta que surge es la siguiente: ¿es mejor modificar un sistema ya usado o diseñar uno nuevo? Al respecto, se propone una teoría muy avanzada en control, pero se utiliza en países con una gran infraestructura en este tipo de tecnología. En estos, se utiliza principalmente como una forma de desarrollo profesional. Se pretende crear una corriente de aprendizaje que vaya construyendo laboratorios para todas las áreas de la Facultad de Mecánica. Para que lo anterior se cumpla, se necesitan alumnos preparados en la creación y el manejo de esta tecnología; además, es indispensable que estos aprendan a formar grupos de trabajo que puedan utilizarla en su vida profesional.

Los estudiantes no logran un aprendizaje significativo cuando se soslaya la construcción del sistema, pues existen varios elementos o componentes del sistema que no se descubren; por ejemplo, cómo operan estos dentro del sistema. Como las clases se desarrollan en un laboratorio con muchos dispositivos, los alumnos no llegan a utilizarlos y solamente se enfoca en el desarrollo hipotético o virtual. El docente tiene necesariamente que trabajar inicialmente bajo procedimientos de corte conductista; sin embargo, este curso es eminentemente constructivista, pues abordará el desarrollo del proyecto en su totalidad, pues, como señalamos, dura todo el ciclo. Las clases, al ser impartidas a estudiantes de tres especialidades de ciclos avanzados, los que están inscritos en Ingeniería de Control, al igual que los de las otras especialidades, tampoco logran el intercambio de conocimientos para construir un sistema real. Este contexto constituye un punto de partida excelente para profundizar en la ingeniería moderna. Por lo anterior, se considera que el aprendizaje es el objetivo principal, pero, además, consideramos que desarrollar el equipo de trabajo nos brinda también información importante.

Se puede decir que el laboratorio de automatismo es un taller donde debe desarrollarse primero el diseño mecánico del sistema; a continuación, se desarrolla la programación, que es el cerebro del sistema; finalmente, debe abordarse la parte relativa al control con todos los sistemas electrónicos. Así, al finalizar este trabajo de investigación, se realizará una propuesta para que los docentes la evalúen y puedan tomarla como referencia para el desarrollo de sus respectivos cursos, con la expectativa de que pueda servir en el desarrollo de competencias y conocimientos del área.

Es importante desarrollar este tipo de investigaciones, pues, con el tiempo y a medida que se encuentren los errores, se puede mejorar el manual de laboratorio;

además, cuando el producto esté terminado, podrá, a su vez, ser el punto de partida de un desarrollo mayor; por lo tanto, podremos ingresar a una espiral ascendente de conocimiento que es lo deseable en el área de ingeniería. En primer lugar, el conocimiento se debe alcanzar utilizando a través del aprendizaje colaborativo: cada uno de estos proyectos los acercará a una realidad vinculada con un sistema físico, ya que el ensamblaje potenciará los contenidos conceptuales inicialmente; luego, fortalecerá los contenidos procedimentales y, por último, los contenidos actitudinales. Para alcanzar cada uno de estos, debe considerarse los siguientes componentes:

- **Conceptual.** Inicialmente el alumno recibe una separata virtual, que contiene la base teórica de lo que se va a desarrollar en la práctica. Entonces, al iniciar el desarrollo del laboratorio, el alumno se somete a un test. Una vez aprobado este test, pasa a la etapa procedimental.
- **Procedimental.** Se desarrolla la parte física del sistema. Debe manejar el *software* para maniobrar el dispositivo de control que puede ser un PLC o una tarjeta Arduino. Los dispositivos de control son el corazón del sistema, pues reciben las señales de entrada y emiten señales de salida. Todo esto se trabaja con el computador, puede haber un procesador dedicado que, a su vez, puede ser autónomo o manejado por un operador.
- **Análisis cuantitativo.** En esta etapa, se evalúa a los estudiantes a través de una rúbrica diseñada para medir sus competencias. Demuestran su conocimiento del proyecto. En la investigación se puede visualizar cuáles su avance y proyectar cuáles serán los resultados en la parte tecnológica. La evaluación se considera la parte fundamental de la medición del aprendizaje.

La acción permite la reflexión. Al finalizar el proyecto, los alumnos deben demostrar todo el avance alcanzado y relacionarlo con otros cursos del currículo de Mecánica. En este caso, los posibles cursos son Ingeniería Naval, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecánica Eléctrica; o sea, se relaciona con toda la facultad.

➤ **Parte complementaria.** Se enfoca en el análisis cualitativo, pero como apoyo del trabajo para el desarrollo del proyecto. Este se realiza mediante una encuesta semiestructurada que, al ser procesada, nos brinda información sobre el trabajo de grupo y el trabajo individual. También averiguaremos la integración del equipo; o sea, cómo cada elemento logra trabajar con el grupo y cómo se comunica. Adicionalmente, generará datos sobre la forma en que el grupo se adapta al trabajo y el rol que le toca a cada participante. Todo esto se derivará como resultados obtenidos después de la aplicación de la entrevista; por consiguiente, el análisis cualitativo se complementa con el análisis cuantitativo.

Las diversas teorías que fundamentan las acciones de apoyo entre pares como estrategia para el cambio de conductas son necesarias, pues brindan aportes que permiten fundamentar la manera en que algunos miembros del seminario (educadores o promotores entre pares) pueden influir en el cambio de comportamiento de sus pares.

Se hace conocer al alumnado el tema teórico y se lo relaciona con la práctica. Por ello, es menester captar la atención de los alumnos y mantenerla durante toda la clase, a fin de relacionarla con la parte procedimental.

Aquí se inicia el desarrollo de la articulación entre lo conceptual y lo procedimental, pues se debe considerar que gran parte de la investigación gira en torno a la teoría, pero fundamentalmente a lo procedimental. El alumno no consigue un aprendizaje significativo si no se profundiza en los procedimientos que se realizan en los laboratorios, pues estos funcionan como un tipo de departamento de ingeniería. En este punto se puede observar el desarrollo de la parte actitudinal. Finalmente, se debe realizar la fijación significativa y permanente de los temas desarrollados. Esta etapa es la más larga de la clase que se imparte en el aula; esta está equipada, en condiciones normales, con una computadora por alumno y, además, tiene instalado el *software* necesario. En esta etapa, debemos relacionar los conocimientos previos con el nuevo conocimiento desarrollado. Este paso es importante y necesario, pues el nombre de mecatrónica es bastante descriptivo dado que se nutre de tres especialidades:

➤ El subsistema mecánico es la parte actuante del sistema.

- El subsistema electrónico está compuesto por tarjetas de control (esto también comprende la parte de control).
- Subsistema de programación que es la inteligencia del sistema.

Los logros del tipo académico son varios: en primer lugar, el aprendizaje y la aplicación metodológica en cada etapa del proyecto; también, con respecto a los cursos de ciclos avanzados, se utiliza fundamentalmente una metodología muy apropiada para aplicarla en un proyecto donde la figura central es el estudiante (en este caso, el docente es el guía). El desarrollo de estos cursos permite articular la teoría con la práctica.

El docente debe prepararse con consistencia en el desarrollo teórico, pero debe prepararse mucho más en la conversión de los ambientes de la facultad en una oficina de proyectos; además, los alumnos matriculados en este curso están muy próximos a egresar y, si dominan este punto de la ingeniería moderna, será positivo para su desempeño profesional. La revisión de todos los ítems de un proyecto y la consideración del método de aprendizaje basado en proyectos se analiza en las 3 últimas prácticas. En esta fase, el procedimiento utilizado en el laboratorio es de tipo cualitativo y se obtiene información sobre cómo evoluciona el trabajo en equipo a través de la entrevista. Esta entrevista también refuerza algún punto de interés del instrumento cuantitativo.

El proceso reflexivo, en cuanto se desarrolla el proceso, consiste en analizar cómo los estudiantes evolucionan por cada ítem propuesto. En cada etapa del proyecto se va corrigiendo la construcción del objetivo medular: construir el sistema autónomo. La reflexión en el trabajo en equipo se inclina hacia un logro determinado: lograr que cada integrante funcione de acuerdo con el rol que debe desarrollar adaptándose a las necesidades del equipo. También deben reflexionar sobre qué tanto funciona el trabajo en equipo.

Por la teoría asumida en el desarrollo de la presente tesis y contextualizada en el decurso de la propia experiencia, se puede afirmar, como lo hacen Sampieri, Collado y Lucio (2014), que el método cuantitativo y el método cualitativo pueden brindar un análisis más profundo sobre un problema de robótica: tal es el objeto de estudio de nuestra investigación.

Es necesario hallar respuestas para los nuevos retos de la ingeniería de control y esta investigación puede servir como punto de partida. El siguiente paso es considerar lo siguiente: tradicionalmente las tareas de profesionalización de los docentes se

desarrollaron sin las bases teóricas necesarias o experimentales, las cuales requieren una fundamentación pertinente de la evaluación de la docencia y el subsistema profesorado. Por ello, la evaluación del docente es todavía un problema con limitaciones serias. En este trabajo, se revisan opiniones sobre el concepto de evaluación de desempeño enfocado en la profesión docente. Al respecto, analizaremos diferentes estrategias para su evaluación.

2.5 Sesiones de laboratorio

El docente inicialmente explica la parte introductoria de la sesión de laboratorio. Durante la explicación, indica cuáles son las competencias que deben alcanzarse; además, explica cómo funcionará el nuevo proyecto. También es importante alcanzarles a los estudiantes todas las partes o las etapas del proyecto e indicarles que se trata de un cambio en el método de aprendizaje. En la primera clase, deben ya formar sus equipos de trabajo y tratar de asignar roles específicos a cada uno. En este punto, el docente les explica a los estudiantes qué tareas va a desempeñar cada uno de los integrantes.

Después de la primera clase, una pregunta válida es la siguiente: ¿qué debe hacer el profesor en la parte de programación de la sesión o sesiones de teórica del laboratorio? Esta sesión es una guía para explicar a los alumnos qué es lo que se desea y también en qué consiste esta forma diferente de realizar la teoría y la práctica.

La sesión es de reconocimiento; sin embargo, principalmente se propone un panorama de todo el curso y se les explica a los alumnos cómo funciona el ABP. De esta manera, los alumnos reconocerán cómo crear el marco teórico y recibirán la primera información a través del aula virtual.

El profesor debe proveer todos los insumos del curso, informar a los estudiantes del laboratorio todo el plan de clase. En la primera actividad del caso que se analiza, cada uno de los estudiantes escoge un rol diferente sobre el proyecto (3 escuelas desarrollan el curso). Asimismo, podrán visitar algunos enlaces recomendados por el docente y por otros compañeros; incluso podrán consultar a expertos o solicitar información a empresas u organismos para complementar el bagaje informativo que se incluye en el módulo. Sería deseable que el estudiante tuviera buenos hábitos de lectura y habilidades mínimas en escritura académica. Ahora bien, muchas de las tareas que

deberá realizar el estudiante serán introducidas paulatinamente por el docente, ya que este es responsable de motivar las discusiones. Aquí debemos trabajar con un equipo de profesores para que el estudiante sea dirigido en las diferentes áreas del laboratorio.

En sentido estricto, la primera parte del laboratorio-taller consiste en un desarrollo teórico; en la segunda parte, el estudiante, a quien se considera un aprendiz, trabaja en la construcción física del prototipo, el cual constituye la parte fundamental de la investigación realizada en el marco del proyecto de los estudiantes. Asimismo, se les indica que inicien el desarrollo de los roles asignados y escogidos por ellos mismos para la ejecución del proyecto. En tal sentido, los alumnos formarán los equipos de trabajo y cada uno asumirá uno de los siguientes roles:

a) El líder del proyecto que realizará todas las coordinaciones, fija también cuando el equipo se reúne a intercambiar conocimientos; además, se comunica con el docente y establece la comunicación con los demás integrantes del equipo, coordina con los demás integrantes del equipo la elaboración de las exposiciones.

b) El encargado de coordinar la logística para equipar el proyecto es el encargado de elaborar un listado de todos los elementos del sistema y visibiliza si los componentes en el laboratorio pueden conseguirse o deben obtenerse en una tienda comercial; además, trata de obtener un pequeño fondo para el proyecto y lo administra.

c) El técnico que programará los elementos de control es la persona encargada del *software* del proyecto; esta debe conocer cómo se programa el procesador que constituye el corazón del sistema de control.

d) El encargado de desarrollar la presentación mensual que hará el equipo también debe filmar todo el proceso desarrollado.

e) El docente debe organizar la sesión como si fuera una oficina de ingeniería. Esto significa que, en la sesión, se tiene que indicar cuáles son las áreas de acción de cualquier grupo que desarrolla un proyecto. Para que el trabajo en una oficina de ingeniería sea óptimo, cada uno tiene que desarrollar la parte del proyecto que le corresponde. El docente debe explicar cómo se compone cada área y cuáles son sus objetivos. Esta parte es muy importante pues sirve de guía para los alumnos y les permite

adquirir los saberes previos para dar la información necesaria e importante.

En cada sesión se desarrolla una parte del proyecto, pues los alumnos tienen toda la bibliografía que necesitan. Asimismo, el docente asiste a cada grupo y corrige los errores que estos cometan, asistiéndolos en el laboratorio y dándoles material complementario para que puedan avanzar. Algunas consideraciones vinculadas con esta actividad son las siguientes:

- Toda información será virtual, alguna parte clave de la guía, con las indicaciones del caso, que se le otorga al inicio de las actividades en el laboratorio será física.
- Tanto el docente como los estudiantes deben realizar un proceso de reflexión para fijar el aprendizaje.
- El laboratorio proporciona la mayor parte del instrumental y las herramientas, pero lo que falte debe ser conseguido por el equipo.
- Para el aprendizaje se utilizará la evaluación con rúbrica; además, para visualizar el trabajo en equipo, se utilizará una entrevista semiestructurada.

Recordamos que el instrumento es una tabla de preguntas con rúbrica que indica puntajes por los logros alcanzados. Las entrevistas contienen una guía que nos permite clasificar la información obtenida paulatinamente a través de los alumnos invitados al desarrollo de esta tarea.

La propuesta incluye, además, una exposición sobre el tema al alumnado. De esta forma, los alumnos conocen la parte teórica y la relacionan con la práctica; se debe captar la atención de los alumnos y mantenerla durante toda la clase, siempre relacionándola con la parte procedimental. Se inicia el desarrollo de la articulación entre lo conceptual y lo procedimental; además, debemos considerar que gran parte de la tesis gira en torno a la teoría, pero fundamentalmente en torno a lo procedimental. Si el alumno no profundiza en los procedimientos ejecutados en los laboratorios, no conseguirá realizar un aprendizaje significativo, pues estos funcionan como un departamento de ingeniería. En este punto, también observamos el desarrollo de la parte actitudinal que, a su vez, es una parte utilizada por los estudiantes cuando estos egresan.

Finalmente, debemos realizar la fijación significativa y permanente de los temas desarrollados. En esta etapa, que es la más larga de la clase impartida en un aula, el ambiente normalmente está equipado con una computadora por alumno y, además, tiene instalado el *software* necesario.

Esta etapa la debemos relacionar con los conocimientos previos. El nombre de mecatrónica es bastante descriptivo, pues se nutre de tres partes que se corresponden con especialidades distintas:

➤ El subsistema mecánico. Es la parte actuante del sistema se vincula con la mecánica como especialidad.

➤ El subsistema electrónico. Está conformado por tarjetas de control y está relacionado con la especialidad denominada electrónica.

➤ El subsistema de programación. Es la inteligencia del sistema. La especialidad encargada de esta parte es la programación.

Los logros de tipo académico son varios. En primer lugar, consideramos que la reflexión se realiza construyendo en cada etapa del proyecto. También, respecto de los cursos de ciclos avanzados que deben desarrollar, la metodología apropiada para el proyecto define como figura central al estudiante, pues, en este caso, el docente solo es el guía. Estos cursos permiten articular la teoría con la práctica. El docente debe prepararse teóricamente; sin embargo, es de mayor relevancia que tal preparación sea consistente para convertir los ambientes de la facultad en una oficina de proyectos, pues los alumnos matriculados en este curso están muy próximos a egresar y deben dominar la ingeniería moderna.

Revisando todos los ítems de un proyecto y considerando el método del aprendizaje basado en proyectos cada etapa que se desarrolla progresivamente se analiza en las prácticas a través de preguntas y un formato de calificación.

Debemos hallar respuestas para los nuevos retos de la ingeniería de control y esta investigación puede servir como punto de partida. Por lo tanto, es menester considerar lo siguiente: tradicionalmente las tareas de profesionalización de los docentes se han realizado sin las debidas bases teóricas o experimentales que las fundamentan adecuadamente; además, también se han soslayado la evaluación de la docencia y del

subsistema relativo al profesorado; por consiguiente, la evaluación del docente es todavía un problema con importantes limitaciones. En este trabajo, revisaremos opiniones sobre el concepto de evaluación de desempeño enfocado en la profesión docente, y analizaremos diferentes estrategias para su evaluación.

2.6 Hipótesis de acción

La hipótesis es que, con el desarrollo de prototipos físicos, se mejorará el aprendizaje y se construirá un prototipo que permita, a su vez, configurar sistemas autónomos que devengan en un aprendizaje significativo y, además, esta actividad se desarrollará en equipos. Sobre este punto deben considerarse dos variables importantes, las cuales se proponen a continuación.

- Variable dependiente. Es el aprendizaje.
- Variable independiente. Es la cantidad de proyectos que los estudiantes han revisado y estudiado.

2.7 Información sobre la muestra y enfoque cuantitativo

El enfoque de tipo cuantitativo será la herramienta principal para evaluar el aprendizaje y está conformado por las notas de las prácticas. El enfoque cuantitativo, según Sampieri *et al.* (2014), permite evaluar el aprendizaje, pero con una rúbrica propuesta por el docente, la cual tiene ciertos atributos. En este caso, la rúbrica se utiliza para medir el aprendizaje, es decir, es la forma de cuantificar la educación en ingeniería. Este procedimiento es útil, pues siempre es necesario cuantificar lo aprendido. En otras palabras, se tiene que manejar procesos aprobados por la comunidad, puesto que, de esa forma, una investigación será verosímil y aceptada por otros científicos. En el mundo de la enseñanza superior, se utiliza una indagación aceptada en casi todos los ambientes de la educación superior. Debido a que los datos son valores medidos, se pueden tratar numéricamente y analizar con parámetros estadísticos. Según Martínez (2008), cuando se trabaja con evaluación, aparecen cuestiones que hay que resolver considerando la rúbrica que indica niveles de aprendizaje que es tan importante para nuestro sistema. En nuestro caso, se evalúa con tres prácticas (laboratorio de Ingeniería de Control). En las dos primeras prácticas de laboratorio, relativas a las indicaciones generales de laboratorio y el sistema de seguridad, se cuenta con un listado de asistencia, de manera

que se puede determinar quiénes asisten a todas las prácticas.

Tabla 1 Rúbrica para evaluar notas de la primera práctica

CRITERIOS	Descripción	Logrado	En proceso	inicio
Proyecto para desarrollar la mecatrónica	Entiende lo que es un proyecto mecatrónico	3	2	1
Problemática	Tiene claridad cual el problema que va a solucionar y cuál es el ámbito en el cual trabajara.	4	2	1
Ha encontrado después de averiguar un proyecto parecido al que va a realizar.	Han hecho una búsqueda bibliográfica y también una búsqueda física. Esto le va a servir de apoyo para su proyecto.	2	1	0
Redacción y síntesis	Los párrafos expresan ideas completas y los temas se desarrollan de manera fluida.	1	0	0
TOTALES		10P	5P	2P

El universo estuvo conformado por una sección del curso de Ingeniería de Control (MT221), de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, el cual presenta un número total de 25 estudiantes. Para la evaluación con rúbrica, se consideraron 16 estudiantes de una sección, que constituirán la muestra. El paradigma cuantitativo posee una concepción global positivista, considera de manera especial los datos obtenidos que son usados frecuentemente en las ciencias naturales. Teniendo en cuenta lo señalado, plantaremos la investigación.

2.8 Información sobre la muestra: enfoque cualitativo

Si queremos alcanzar la calidad, no solo tendremos que utilizar valores numéricos sino datos que proporcionan los diferentes participantes de la educación. Cuando se presentan contradicciones, los docentes se reúnen con la finalidad de reajustar criterios y solucionar los problemas presentados. Este enfoque amplía la visión sobre algún problema que se presente en el contexto del trabajo en equipo. Para la entrevista, hemos considerado el número 8/25 porque tenemos una sección regular con un promedio de 25 alumnos. Si tomamos una muestra mayor, no aportará más información; en este caso, al tomar la entrevista, lo que queremos es detectar cómo funciona el equipo de trabajo con la finalidad de corregirlo si fuera necesario, pues así mejora el aprendizaje.

2.9 La validez y la confiabilidad de los instrumentos

Las rúbricas son una herramienta que apoya al docente para evaluar a los estudiantes. A cada pregunta le asigna un valor y permite comunicar esto a los estudiantes y nos informa si el estudiante desarrolla la competencia buscada.

Los sistemas de evaluación alternativa como las rúbricas involucran al alumnado y lo hacen partícipe de su propio proceso de aprendizaje. En rigor, es razonable afirmar que es un instrumento erigido en un apoyo para los docentes al momento de evaluar el aprendizaje. Sobre los 16 estudiantes evaluados (se aplican criterios cuantitativos) es que se proporciona el nivel de aprendizaje alcanzado en este rubro. La rúbrica se centra en tareas de aprendizaje más concretas y analiza un proceso al detalle. En definitiva, el objetivo es articular coherentemente todos los elementos que conforman el currículo.

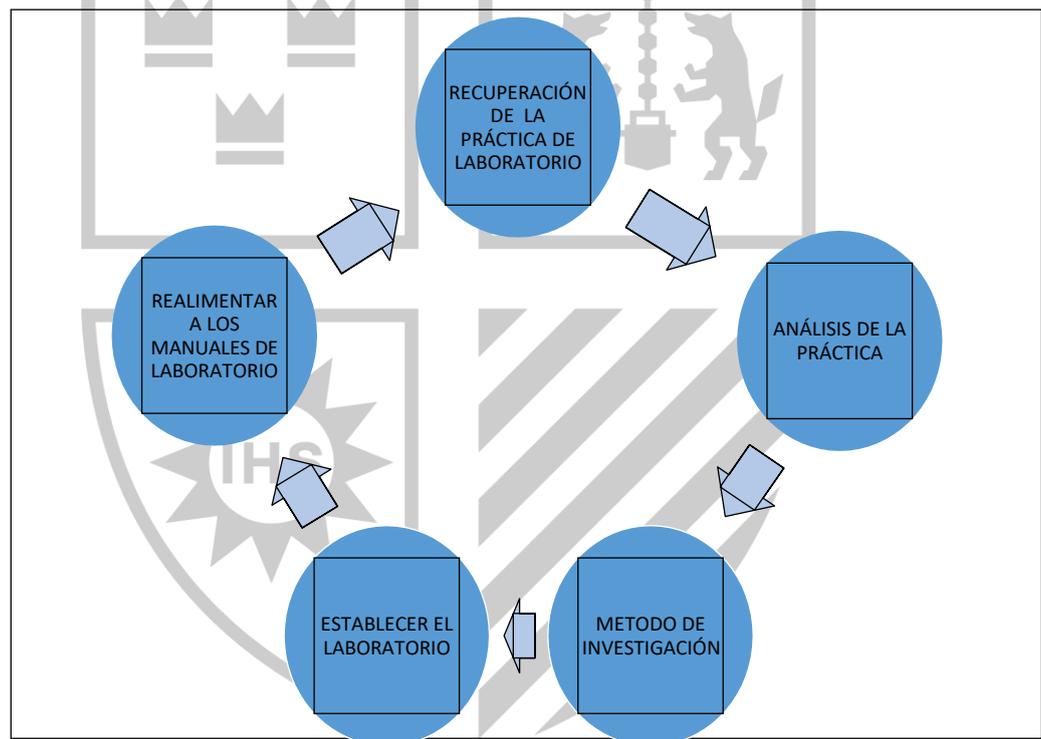
En otras palabras, como afirma Biggs (2005), se evalúa para tener una visión del aprendizaje y las acciones que se realizarán. Este reto todavía está bastante lejano a las prácticas actuales. En la prueba cuantitativa (la más importante del proceso), se mostrará el nivel de aprendizaje. En esta prueba se evalúa la parte conceptual y la de tipo procedimental.

Cuando entrevistamos a los 8 estudiantes (en el marco de un enfoque cualitativo) se puede informar cómo trabaja el equipo. Las entrevistas las utilizamos para la parte actitudinal, pues sirven para guiar a los grupos.

2.10 Propuesta del procedimiento de la práctica en el laboratorio

Los procedimientos de laboratorio son formas de investigación y nos proporciona un análisis conceptual que puede transformar las prácticas de laboratorio.

Figura 3



Sistematización de la práctica

Se utilizará la simulación en el laboratorio de control. En este caso usamos el *Simulink* en los procesos educativos de la mecatrónica, pues constituye un método de enseñanza y de aprendizaje efectivo. Si a ese proceso le agregamos la construcción, será un paso importante para la educación superior. Debemos conseguir el desarrollo de un conjunto de habilidades que posibiliten alcanzar niveles superiores. Específicamente, se desea que el

educando visualice el futuro de su trabajo profesional.

De forma general, Escobar (2018) considera primero el nivel de saberes, después el proceso de intervención en el que se toman en cuenta todos los actores del proceso; para terminar, veremos hasta dónde hemos llegado y cuál es la distancia recorrida utilizando una tabla o un gráfico.

El método de investigación es cuantitativo (pues se ejecuta mediante evaluaciones con rúbrica). Debemos anotar que aquí se desarrolla la competencia conceptual en la etapa de planeamiento y diseño; también abordamos de manera decidida la competencia procedimental al construir el sistema físico y, adicionalmente, reforzamos la competencia actitudinal.

Como propuesta transformadora para la asignatura robótica, se sugiere la aplicación de otros estilos de modelos de aprendizaje, con el propósito de explorar nuevas experiencias de aprendizaje en el desarrollo de la materia robótica. Un propósito adicional es la generación de una experiencia más enriquecedora en la labor que le permita al profesor de la materia robótica un trabajo consistente de documentación. A través del seguimiento de estos criterios, la investigación se circunscribe en el ámbito de la investigación-acción; por lo tanto, debemos construir el sistema físico y luego reflexionar acerca del nuevo conocimiento adquirido. Así, las exposiciones de los proyectos de otros grupos de trabajo, desde ese punto de vista, es parte del aprendizaje.

En cuanto a los métodos de investigación cuantitativa, estos permiten obtener grupos grandes y representativos. La selección del método apropiado para un cierto objeto de investigación se hace considerando las ventajas y las desventajas de los diferentes procedimientos.

Los experimentos y las pruebas para la recolección de datos numéricos ameritan una reflexión adicional. En el caso del laboratorio de Ingeniería de Control, debemos medir los valores de las evaluaciones con rúbricas, ya que se quiere innovar para alcanzar el saber significativo. En este punto, tiene que considerarse la necesidad de darle una mayor consistencia a los laboratorios, con la inclusión de todos los procedimientos necesarios en los manuales del laboratorio. De esta manera, se empieza a evolucionar en

este nuevo procedimiento, pues sabemos que poco a poco los docentes los llegarán a utilizar. En este caso, para terminar, se puede ver el sistema construido por los diferentes equipos de trabajo y, además, cuando ellos quieran, pueden monitorear su funcionamiento.

En la UNI consideramos que el aspecto central es la evaluación con una rúbrica y esta es la nota que obtendrán los alumnos como calificación en el laboratorio. Así estaríamos cerrando el desarrollo de sistemas autónomos que ahora se ha convertido en un laboratorio irremplazable.

2.11 Entrevista

La entrevista surge porque los trabajos encomendados no se realizaban completamente y era necesario averiguar las causas que originaban esta situación para poder corregirla; como se necesitaba información, decidimos que lo mejor era entrevistar a los alumnos y algunos profesores del curso (2).

Medimos la adaptación de los estudiantes al equipo y, como cada uno asume su rol, se realiza su aprendizaje colaborativo. En esta segunda parte se realiza un análisis cualitativo para optimizar el tema del trabajo en equipo, para, de esta forma, homogeneizar un poco el desarrollo del proyecto que cada grupo ha elegido.

Los expertos destacan algunas ventajas de las técnicas cualitativas. Entre estas, destacan las siguientes: permiten abordar problemas complejos (motivaciones o actitudes de la población); además, posibilitan la participación de individuos con experiencias diversas; finalmente, permiten la generación de un gran número de ideas de forma rápida, y disminuye el tiempo para la toma de decisiones.

La investigación cualitativa nos permite observar mediante una entrevista semiestructurada a los sujetos de la investigación. Debido a que se aplicó una entrevista semiestructurada, se usó una guía de entrevista diseñada por el investigador. Esta guía de entrevista constituye una herramienta de apoyo de acuerdo con el planteamiento de Corbetta (2007): sirve de apoyo a una entrevista técnica.

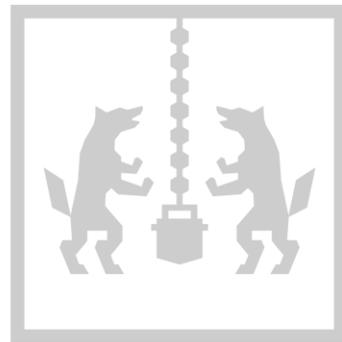
El entrevistador puede plantear preguntas para finalmente consolidar las respuestas, tomar acción al conversar con el entrevistado y hacer el proceso de entrevista más simple, a fin de que el entrevistado aclare algo que no entiende. De esta manera, la entrevista se hace más comprensible y accesible para el informante. Un aspecto ciertamente relevante es que la guía de entrevista fue validada por un juicio de expertos.

El tamaño de la muestra obtenida mediante la entrevista es de 08 sobre 25, el cual es equivalente al tamaño de la población. En este caso, la población está constituida por los alumnos que nos brindaron su tiempo después de las horas de clase. La entrevista está conformada de la siguiente manera:

Tabla 2
Entrevista para analizar funcionamiento de equipo

Subcategorías	Pregunta	Indicadores
1.1 Integración en el equipo	¿Tiene algún problema para integrarse con el equipo? Describirlo	Mejora en integración
		Identificación con el equipo
	¿En qué medida ha mejorado su colaboración con el equipo?	Mejora en colaboración
		Aportes al equipo
1.2 Propuesta para la adaptación	¿Puede usted adaptarse a las necesidades del equipo?	Mejora en adaptación
		Necesidades de los otros integrantes que apoya.
	¿Usted puede aplicar las adaptaciones que realizó su equipo?	Aplicaciones de la adaptación
		Mejora del proyecto de acuerdo a la adaptación

1.3 implicación en el equipo	¿Usted intercambia información con sus compañeros?	La información intercambiada es relevante.
		¿Cómo calificaría usted la información que intercambia con sus compañeros?
	¿Está avanzando de forma personal en los proyectos de mecatrónica?	¿Qué puntos del curso ha mejorado al trabajar en este proyecto?
		¿Qué partes desarrolladas cree usted son las más relevantes?



	¿Su equipo podría lograr más de lo que ha logrado?	¿Qué nivel de avance cree usted que podría llegar si trabajara solo?
		¿El proyecto terminado será importante para su formación comente?

2.12 Etapas del procedimiento de un sistema físico

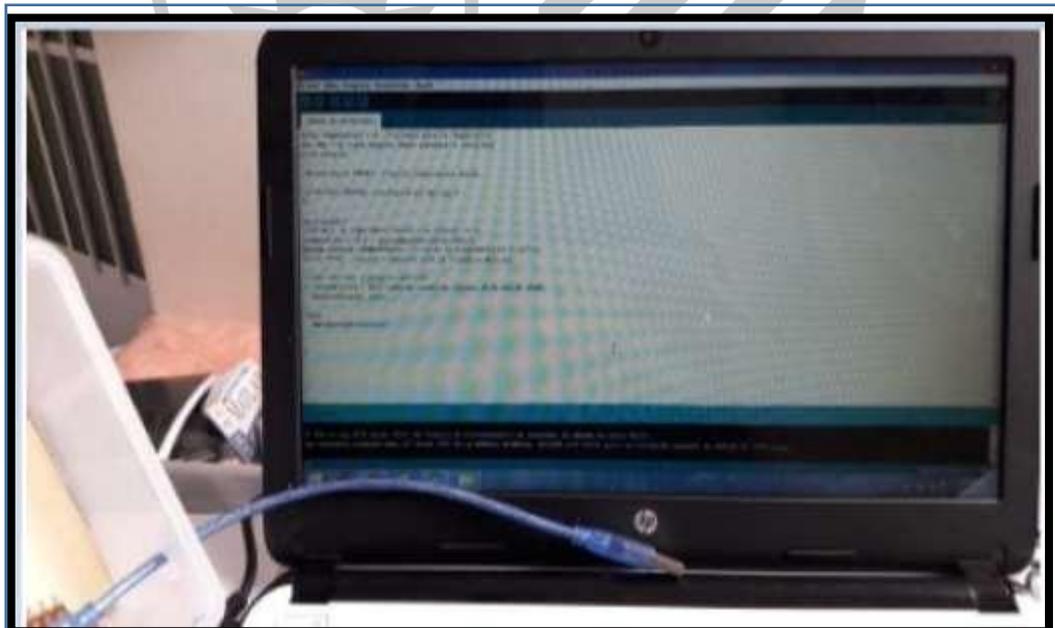
Los pasos necesarios para el procedimiento requerido de un sistema físico serán los siguientes:

Paso 1

En las clases de laboratorio, el primer paso a ejecutar es indicarles a los alumnos que formen sus grupos de trabajo y que escojan un proyecto tentativo que desarrollarán durante todo el ciclo. Se les indica cómo van a trabajar en el laboratorio y se les enseña los trabajos que los alumnos desarrollaron en ciclos anteriores.

Figura 4

Recolección de información



Paso 2

Los alumnos ya tienen sus roles asignados y su proyecto escogido; ahora prueban los elementos neumáticos e hidráulicos. A partir de ello, van manejándolos apoyados por un lenguaje de programación. Comparan lo que tienen en el laboratorio con el diseño que han encontrado en su investigación bibliográfica, además de haberles consultado a sus profesores. En la clase de laboratorio, pueden buscar lo que les falta, averiguar dónde lo proveen y cuál es su costo.

Figura 5

Elección de componentes

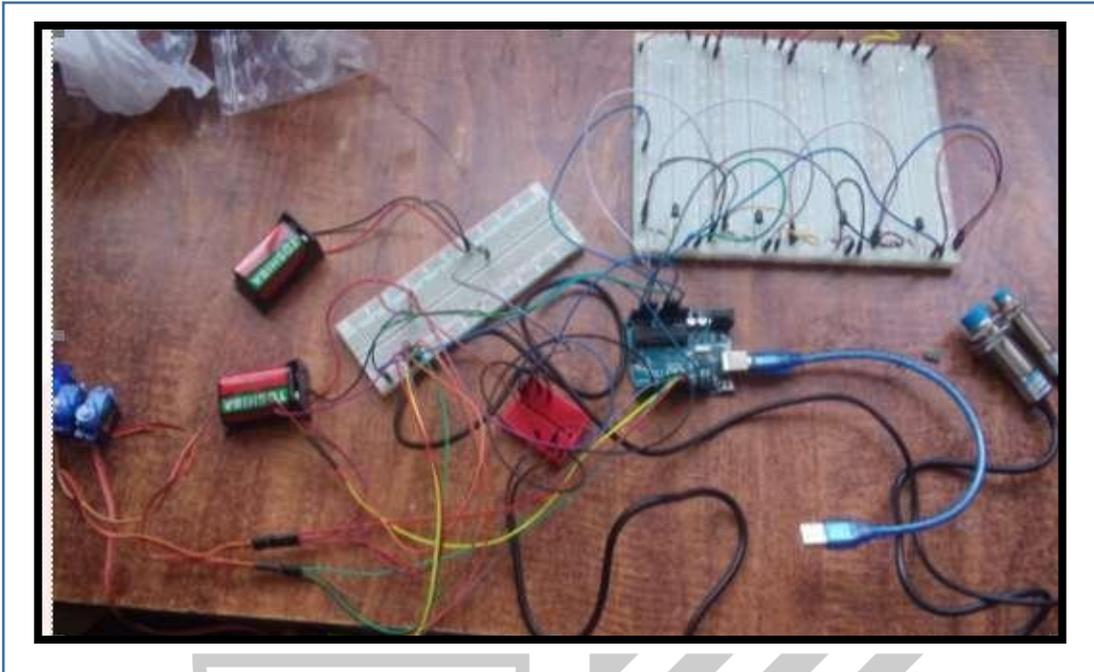


Paso 3

Los alumnos se reúnen y utilizan el aprendizaje colaborativo. En este paso utilizan un lenguaje de programación y van ensamblando los módulos hasta dejarlos funcionando de forma independiente. También utilizan el *Simulink* para tener una primera aproximación al sistema físico.

Figura 6

Prueba de componentes y módulos

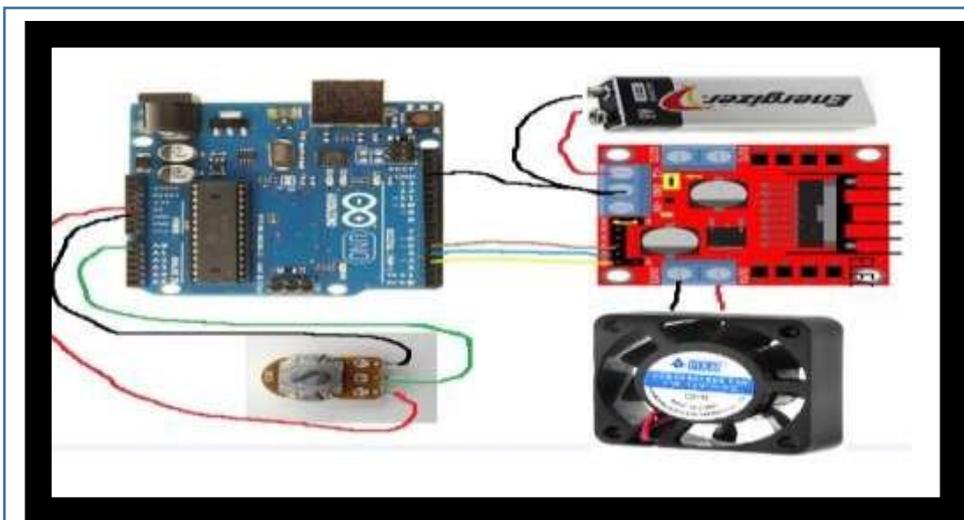


Paso 4

Se ensambla el sistema y se hacen las correcciones necesarias. Las correcciones pueden ser de *software* o de *hardware*. Este paso es el más importante, pues no todas las partes son compatibles. Después de varias pruebas, se termina de optimizar el funcionamiento del prototipo.

Figura 7

Prueba y ensamblaje del prototipo



Paso 5

Se obtiene el producto final y se informa al docente. Este lo evalúa y, de acuerdo con las especificaciones, les otorga a los miembros del grupo una nota. Finalmente, se lleva el producto final ante una asamblea de alumnos y se invita a algunos profesores cuando el sistema está funcionando. En un Power Point se graba todo el proceso y, junto con el docente del laboratorio, se pasa a validar el sistema mecatrónico.

Figura 8

Prueba del sistema físico terminado



Explicación

En las figuras se visualiza todo el procedimiento que debe seguirse en estos casos. Lo importante es que, para alcanzar el sistema automático, se usarán necesariamente los conocimientos previos de mecánica, electrónica y sistemas. Podemos visualizar primero la investigación bibliográfica; a continuación, vemos una parte importante que son los componentes que, al escogerlos, se considera el precio y la compatibilidad de estas partes del sistema.

En la siguiente sección, probamos los componentes mediante el uso de tarjetas Protoboard y fuentes de voltaje; en algunos casos, se trata de pilas y baterías. Cuando comprobamos que funcionan como un sistema, pasamos a probar el producto final completo que ya está programado y constituye un sistema autónomo. Finalmente se realiza la exposición ante la asamblea de alumnos y profesores invitados como una actividad de difusión. Este aspecto es importante, pues los demás alumnos pueden despejar algunas dudas que tengan e intercambiar sus conocimientos con los demás grupos o equipos. En esta presentación, todos en conjunto podemos intercambiar conocimientos y actividades desarrollados durante todo el ciclo.



CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA DATA Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1 Resultados

La data que vamos a obtener consiste en el aprendizaje progresivo que obtienen los estudiantes en el proyecto. Este se evalúa de acuerdo con los siguientes avances:

- En la primera práctica debemos analizar cómo han realizado la investigación bibliográfica.
- En la segunda evaluación, el análisis se enfoca en los componentes que van a utilizar.
- En la tercera, se analiza el sistema terminado y las pruebas de todo el sistema.

Acá se forman los grupos para que cada equipo de trabajo pueda escoger qué proyecto le interesa ejecutar. A lo largo del proyecto, se evalúa a todos los alumnos para verificar el comportamiento de su aprendizaje. Esta evaluación se realiza de forma cuantitativa mediante una rúbrica.

Ahora estos datos están ordenados de menor a mayor, para realizar una comparación. También obtenemos otros parámetros estadísticos. En este análisis, podemos comparar toda la información cuantitativa. Los parámetros que vamos a considerar son los siguientes:

- a) media
- b) mínima
- c) máxima

- d) intervalos de frecuencia
- e) moda

El análisis cualitativo es complementario y se realiza con el constructo de las encuestas. Lo utilizamos para analizar el equipo de trabajo. Este procedimiento se realiza en la mitad del proyecto y, si se detecta una deficiencia, el docente se reúne con el grupo de trabajo y realiza las indicaciones necesarias.

3.2 Prueba cuantitativa, aprendizaje con el ABP

- a) Análisis de las notas de la primera práctica

Tabla 3

Rúbrica para evaluar notas de la primera práctica

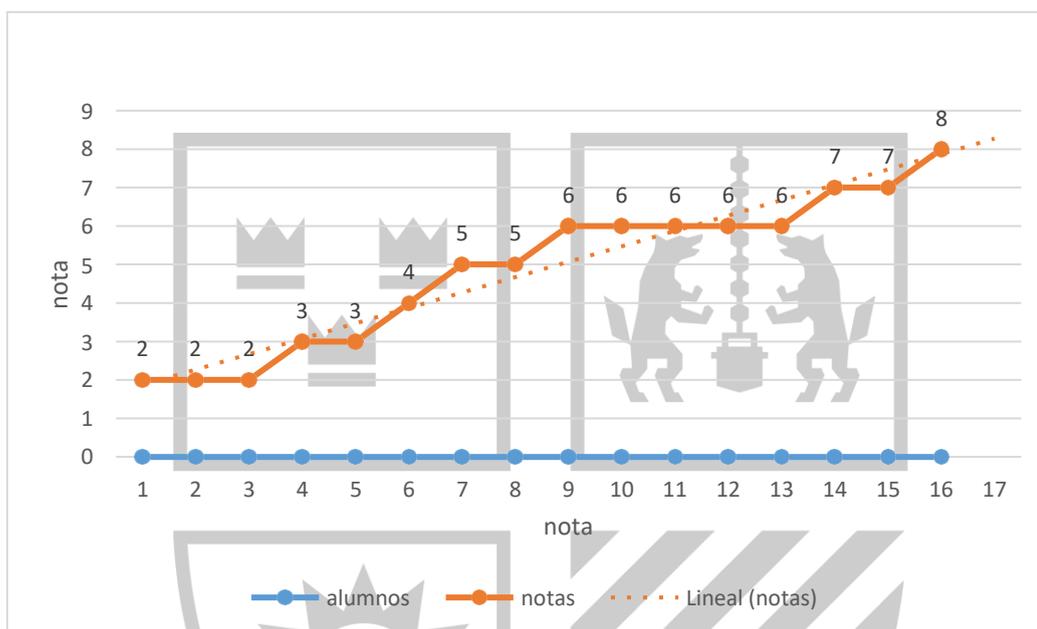
Crterios	Descripción	Logrado	En proceso	Inicio
Proyecto para desarrollar la mecatrónica	Entiende lo que es un proyecto mecatrónico	3	2	1
Problemática	Tiene claridad sobre cuál es el problema, qué va a solucionar y cuál es el ámbito en el cual trabajará.	4	2	1
Se ha encontrado después de averiguar un proyecto parecido al que va a realizar.	Han hecho una búsqueda bibliográfica y también una búsqueda física. Esto le va a servir de apoyo para su proyecto.	2	1	0
Redacción y síntesis	Los párrafos expresan ideas completas y los temas se desarrollan de manera fluida.	1	0	0
TOTALES		10	5	2

- En esta práctica se les asigna calificaciones a 16 alumnos (casi la totalidad de la población); por eso, la muestra se corresponde con el total.

- Las notas se ordenan de menor a mayor para visualizar la tendencia.
- También se realiza un análisis por segmentos.

Figura 9

Notas de la primera práctica



Se puede visualizar en la figura 9 que, en la primera práctica, los alumnos están en la fase inicial de su proyecto. En sentido estricto, están en la fase de investigación bibliográfica sobre el proyecto que han escogido. Además, se visualizan las notas ordenadas de forma creciente. Este paso es necesario para visualizar la pendiente, pues esta nos muestra el progreso del aprendizaje.

Tabla 5

Notas distribuidas por rangos

Notas distribuidas por rangos	
0 a 2	3
3 a 5	5
6 a 8	8
9 a 10	0

Los parámetros son los siguientes:

Análisis de nota 1

- a) Media: 4.875. El promedio está por debajo de 5.
- b) Mínima: 2
- c) Máxima: 8. Las notas varían entre 2 y 8.
- d) Intervalos de frecuencia: En la tabla mostrada se agrupan en la parte central.
- e) Moda: 6. Es el valor que más se presenta y muestra un valor intermedio.

Análisis de las notas de la segunda práctica

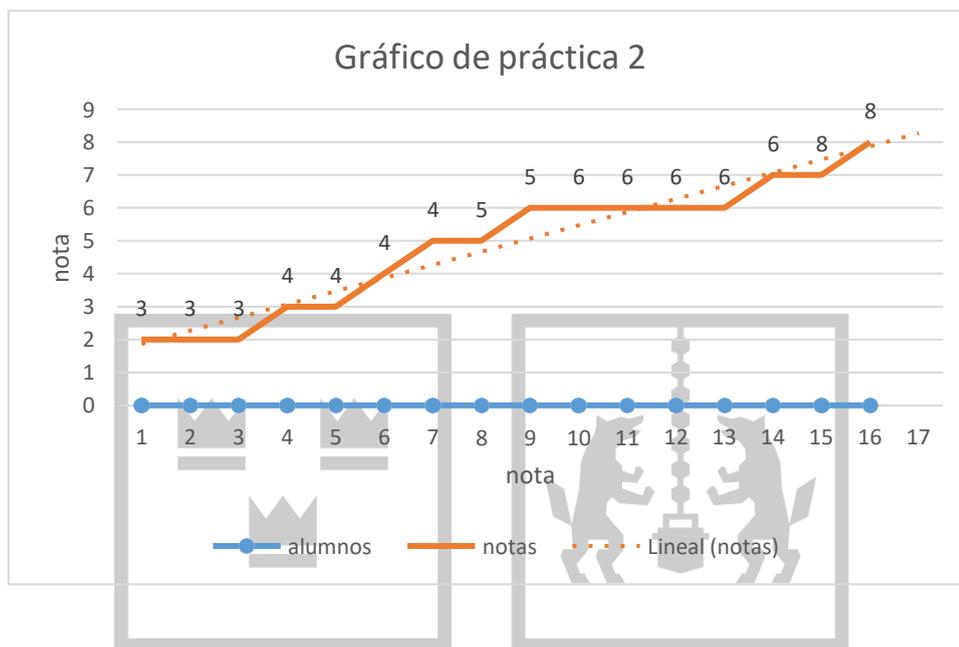
Tabla 4

Rúbrica para evaluar notas de la segunda práctica

Criterios	Descripción	Logrado	En proceso	Inicio
Búsqueda bibliográfica	Se identifican claramente las partes mecánicas y eléctricas para la construcción del sistema. Se puede especificar para qué servirá cada parte y se conceptualiza el todo.	3	2	1
Especificación de capacidades y operación	Se ofrece información relevante y pertinente para los requerimientos y determinar la capacidad y la operación.	3	2	1
Conceptualización del sistema controlado mecánico	Se puede especificar para qué servirá cada parte y se conceptualiza el todo. Realizaron una búsqueda real y apoyan de forma correcta sus requerimientos.	2	1	0.5
Redacción y síntesis	Los párrafos expresan ideas completas y los temas se desarrollan de manera fluida.	2	1	0.5
TOTALES		10p	6p	3p

Figura 10

Notas de la segunda práctica



Se puede visualizar en la segunda práctica que los alumnos ya están en condiciones de escoger los componentes del proyecto, tanto de *software* como de *hardware*. Esto significa que se conoce el lenguaje que se utilizará para programar el sistema y la forma en que se automatizará. En este caso, la pendiente no aumenta, pero sí crece el promedio. Esto es positivo.

Tabla 5

Notas distribuidas por rangos

NOTAS DISTRIBUIDAS POR RANGOS	
0 a 2	0
3 a 5	9
6 a 8	7
9 a 10	0

Los parámetros son:

- a) Media: 5.06. Las notas están en un rango aprobatorio.
- b) Mínima: 3. Mejora la mínima, pues está en un rango aprobatorio.

- c) Máxima: 8. Considerando la menor de las notas están en los 3 rangos superiores.
- d) Intervalos de frecuencia: Se observan en la tabla número 6.
- e) Moda: 6. El número que más se repite está en un rango superior.

Tabla 6

Rúbrica para evaluar notas de la tercera práctica

Criterios	Descripción	Logrado	En proceso	inicio
Presentación del informe final	Se ha desarrollado todo el proyecto y la parte técnica está bien sustentada y explicada.	3	2	1
En cuanto al proyecto mecatrónico	El proyecto mecatrónico satisficetodas las expectativas mencionadas al principio, debe explicar cada parte al detalle.	3	2	1
Cuánto aprendieron sobre el sistema y el control de este.	El funcionamiento del sistema satisface todas las expectativas, explicarlos alcances.	2	1	0.5
Exposición	La presentación explica toda la construcción técnica, dar detalles.	2 pts.	1 pt.	0.5 pts.
TOTALES		10p	6p	3p

Figura 11

Notas de la tercera práctica

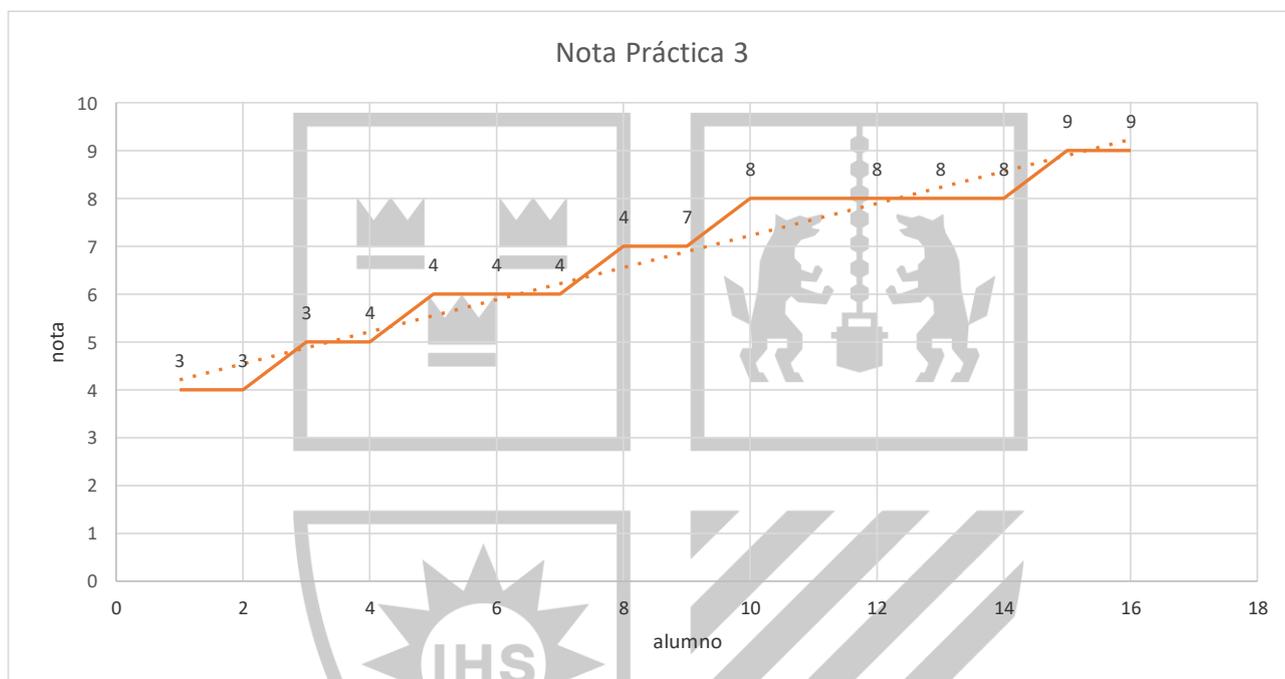


Tabla 7
Notas distribuidas

Notas distribuidas por rangos	
0 a 2	0
3 a 5	4
6 a 8	10
9 a 10	2

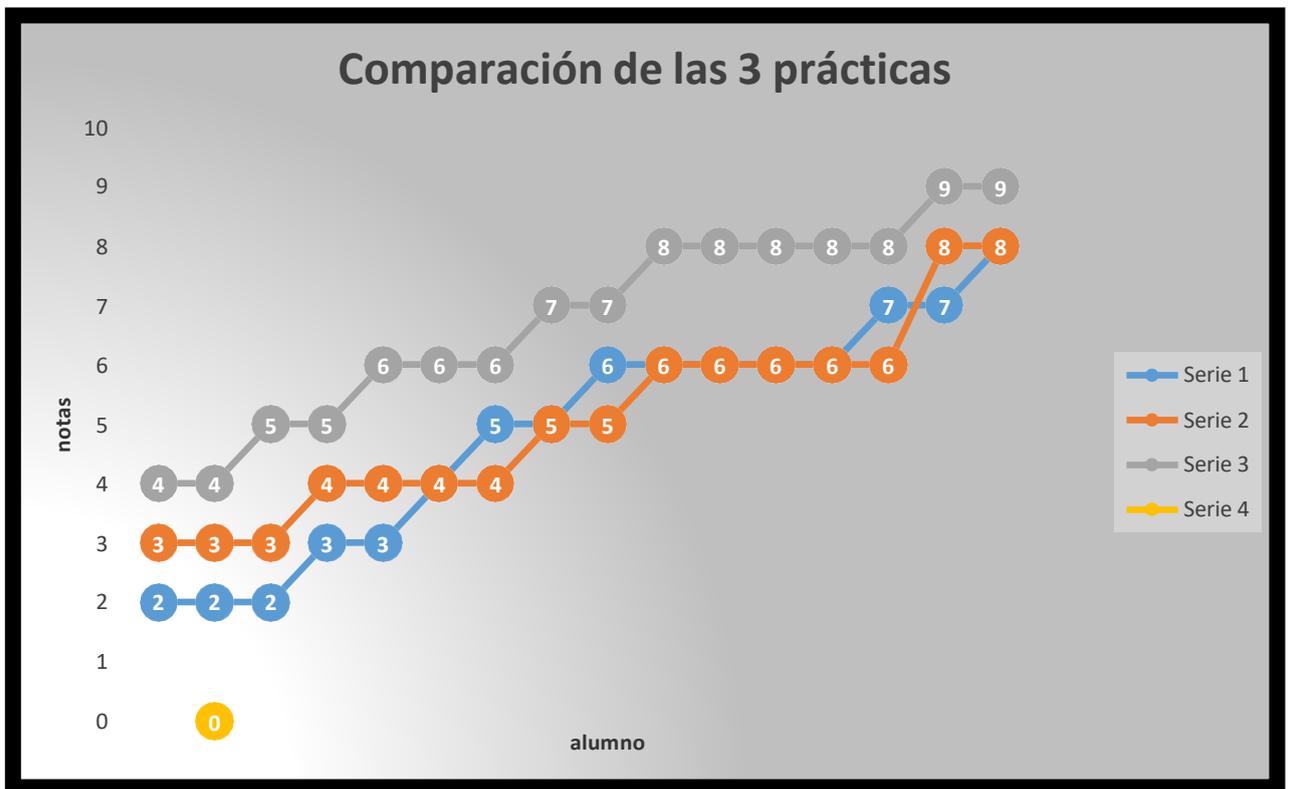
Los parámetros son los siguientes:

- a) Media: 6.75. Las notas aprobatorias aumentaron en promedio.
- b) Mínima: 4 Indica un rango superior.

- c) Máxima: 9. La máxima nota está en el nivel de excelencia.
- d) Intervalos de frecuencia: Solo hay notas en los 3 intervalos superiores.
- e) Moda: 8. La nota que más se repite está en el rango superior.

Figura 12

Análisis de las notas de las 3 prácticas



La evolución de los promedios será la siguiente:

Promedio	4.875	5.0625	6.75
	Serie (1) rubrica 1	Serie (2) rubrica 2	Serie (3) rubrica 3

- Con las rúbricas evaluamos el aprendizaje. Así, es notorio el crecimiento del aprendizaje con el nuevo procedimiento, y esto se puede visualizar con el desplazamiento del promedio.

- Evaluamos la evolución de los datos cuantitativos. Se visualiza que el conocimiento ha mejorado debido a dos causas fundamentales: la primera es que el estudiante ha alcanzado el conocimiento significativo y la segunda es que el aprendizaje colaborativo ha rendido sus frutos, pues los saberes de las 3 diferentes escuelas influyeron en los estudiantes. Aquí se tiene que considerar la concepción del docente como guía, pues resulta improbable que un solo individuo domine las especialidades de mecánica, de electricidad y electrónica y la de sistemas.

- Las notas suben lentamente, pero después se visualiza un crecimiento sostenido.

- Ahora la práctica se relaciona directamente con los saberes previos, pues sin estos el nivel alcanzado resultaría implausible.

- En la gráfica azul, se evidencia un inicio en el que nadie alcanza la excelencia.

- En la segunda gráfica (la roja) se nota una mejora paulatina; sin embargo, en el conjunto de notas no se aprecia una mejora consistente del aprendizaje.

- Los de la zona intermedia están aumentando, lo cual indica que la nueva metodología está modificando su forma de aprender.

- En la tercera gráfica se constata una mejora sostenida del aprendizaje. Es decir, existen estudiantes en el nivel de excelencia.

En estricta consonancia con lo señalado, el objetivo se alcanzó y, con la última rúbrica, vemos estrictamente que los valores expresan de forma notoria que el objetivo se alcanzó plenamente. Al actuar con el sistema físico, el estudiante potencia la parte procedimental y, además, desarrolla habilidades en la construcción del sistema.

3.3 Prueba cualitativa

Está constituida por la entrevista del trabajo en equipo. Este procedimiento es muy útil para analizar de manera profunda los detalles y determinar en qué resulta plausible mejorar en los posibles proyectos posteriores. En la entrevista aplicada se aprecia que el método está prácticamente funcionando en buen nivel. Por otro lado, reconocemos el carácter social del aprendizaje.

➤ Integración

- ¿Tiene algún problema para integrarse con el equipo? Es una pregunta que permitió determinar los problemas que enfrentaron los alumnos con los tiempos; al final, es evidente que coordinaron bien, pero este problema se debe tomar en cuenta.
- ¿En qué medida ha mejorado su colaboración con el equipo? Indicar.
- Al inicio hubo 3 problemas en la integración, pues no encontraban horas comunes; sin embargo, finalmente se solucionó porque estaban comunicados por internet o formaron grupo por WhatsApp.

➤ Adaptación

- ¿Puede usted adaptarse a las necesidades del equipo? Explique.
- Trabajaron bien, pues casi todos evidencian la misma capacidad y, además, una ventaja es que son de diferentes especialidades, de manera que se complementaron.
- ¿Puede usted aplicar las adaptaciones que ha realizado su equipo? Comente.
- Los que respondieron cuentan que aprendieron nuevas tecnologías que pueden utilizarlas en su vida profesional (manejo de Arduino).

➤ Implicación en el equipo de trabajo

- ¿Intercambia usted información con su compañero? ¿Qué tipo de información? La información se compartía, pero al final les faltaba equipamiento en los laboratorios.

- ¿Está avanzando de forma personal en los proyectos mecatrónicos? Explique cómo. Al respecto, la práctica es fundamental, pues, a medida que avanzan y adquieren más conocimiento, se percatan que el diseño y la construcción son fundamentales para adquirir un conocimiento significativo.
- ¿Su equipo podría logra mucho más de lo que ha logrado? Explique.
 - Dicen que desean aprender más sobre mecatrónica, pues son conscientes de que el conocimiento adquirido es una parte, pero desean especializarse en otros tipos de equipamiento.
- Con respecto al producto, ¿qué nos puede comentar? El equipo tuvo éxito.
 - Todos confiesan que tuvieron éxito y recomendaron a quienes se inician en la ejecución de proyectos trabajen mucho, pues finalmente se consigue el producto al 100%; no obstante, les faltó algo de dirección en los equipos. Adicionalmente, se observa que faltó algo de equipamiento, pero es importante y realista indicar que los elementos de un laboratorio de mecatrónica son altamente costosos; además, muchos de estos deben importarse desde otros países.

Al finalizar, podemos concluir con las siguientes apreciaciones:

En la integración se detectan algunos inconvenientes porque los horarios de los integrantes del equipo son incompatibles. Este problema fue superado con el correo y el *WhatsApp group*. Si vemos esta información, obtenida con una entrevista semiestructurada, el análisis nos indica que 3 estudiantes de los 8 entrevistados presentaron este problema al inicio del proyecto.

Con respecto a la adaptación, los 8 entrevistados carecieron de problema alguno, pues normalmente estos alumnos se adaptan a los trabajos; esto ocurre por su gregarismo notorio, el cual se constata si revisamos las entrevistas. En la implicación podemos decir que los equipos se han superado; por lo tanto, pueden alcanzar niveles más altos que el propuesto. En cuanto a las competencias que nos exige ABET, la más importante es el diseño y la construcción de sistemas automáticos. Esta se alcanza

cuando se construye el sistema automático y se le somete a las pruebas pertinentes; la otra competencia del trabajo en equipo ha alcanzado su objetivo. A continuación, se muestra un producto obtenido (una bomba de agua con sensores) en el siguiente video:

PRODUCTO GRABADO EN UN VIDEO

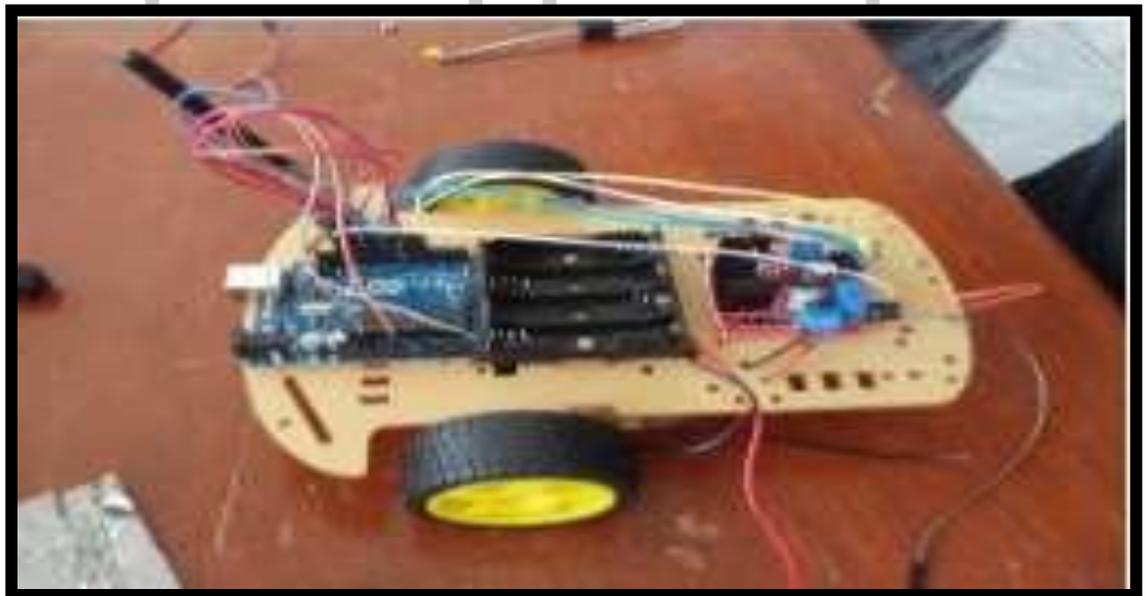


Bomba de
agua. mp4

Descargar mediante este link:

https://drive.google.com/file/d/1-rj17Bg_jmjESvis2KpTAOiCBx510AG8/view?usp=sharing

Primer trabajo terminado con el sistema físico en perfecto estado y funcionando



- 1. Los sistemas de transporte inteligentes son uno de los temas más desafiantes en el entorno tecnológico actual. Desde hace ya unas décadas, se ha fijado la atención en los sistemas de automatización de vehículos, especialmente de automóviles. En estos, actualmente podemos ver implementadas este tipo de tecnologías; sin duda, estas se encontrarán en el punto de mira de este proyecto, también en aviones (UAV, *unmanned aerial vehicle*), submarinos (AUV, *autonomous underwater vehicles*),

barcos, etc.2. El sistema de reconocimiento de residuos sólidos está conformado por varios sensores y actuadores con los cuales se puede realizar la tarea encomendada. Todo esto manejado por un controlador Arduino cuyo costo es bajo. Los dispositivos se pueden programar finalmente por un computador que maneja todo el sistema. Este reconoce un residuo sólido y muestra el resultado, de manera que todo el sistema se maneja con sensores que se pueden conseguir en el mercado nacional.

Figura 14

Segundo trabajo terminado



- 3. El control de temperatura mantiene la temperatura en un rango alrededor de un valor referencial, puede enfriar o puede calentar. Este control debe realizarse en un ambiente cerrado. Gracias a los sistemas domóticos que se encuentran al alcance de todos, en la automatización de viviendas para facilitar el trabajo en el hogar, surge esta idea del control a través del uso de esta tecnología. Es así que esta también puede ayudar a las personas en el campo, de tal manera que permitan la ejecución versátil de ciertas funciones; es decir, impide que los miembros solo se enfoquen y estén pendientes de ciertas tareas, de forma tal que esto sean capaz de

efectuar tareas adicionales o paralelas al mismo tiempo.

Figura 15

Tercer trabajo terminado



- 4. Este trabajo vinculado con un sistema de control de niveles de agua se realizará en tiempo real utilizando la herramienta Arduino, y esta herramienta facilitará el manejo y la instalación. El equipo consta de un prototipo de nivel de líquidos que constituye la planta formada por un tanque (este tanque es un balde con agua) y un módulo de control principal que es el encargado de realizar el control sobre la planta, a fin de cumplir con los requerimientos asignados al sistema.

Figura 16

Cuarto trabajo terminado



3.4 Discusión de resultados

Nuestro objetivo principal es el aprendizaje obtenido con una estrategia didáctica específica: el desarrollo de un proyecto que permite crear un sistema autónomo. Normalmente esta acción se realiza en el laboratorio y tiene como figura central al docente; sin embargo, nosotros hemos formado equipos de cuatro alumnos por proyecto y es el estudiante el que se erige como figura central del aprendizaje, razón por la cual el docente pasa a ser un guía en el laboratorio. El cambio de roles es crucial y se corresponde con un objetivo muy importante: el trabajo en equipo. Este es un objetivo conducente al aprendizaje colaborativo.

Los estudiantes aceptan de buen grado estos proyectos tal y como se constató en la entrevista. En principio, realizan una investigación bibliográfica y con ello se inicia la escalada del proyecto mediante el uso de sus conocimientos previos; al finalizar el proyecto con el sistema físico construido, se obtendrá el aprendizaje significativo tal y como se evidencia en las figuras. En estas se muestran los diferentes proyectos e, incluso, un video en el que se constata la idea de su desarrollo.

Se trata de desarrollar, mediante un proceso cognitivo y con un paradigma construccionista. Los estudiantes realizan una exposición de sus avances en la construcción de su prototipo. Cada exposición individual deriva en la obtención de una nota de práctica. Es muy difícil que el docente conozca aspectos de todos los proyectos. Para eso se guiará de los informes presentados por los grupos de alumnos. El docente continuamente realimenta su conocimiento e intercambiar opiniones con docentes de otros cursos, pues ellos también desean ampliar sus propias fronteras del conocimiento sobre el automatismo. El aprendizaje colaborativo ha dado buenos resultados; esto es alentador y se extiende a los otros cursos que necesitan laboratorios de este tipo.

También creemos que la mayor cantidad de cursos de las cuatro escuelas de la Facultad de Mecánica debe desarrollar laboratorios altamente tecnificados, pues ese es el estándar a nivel mundial. Ahora bien, en los últimos años se constata que, debido a los problemas de salud, los docentes han tenido que capacitarse en WhatsApp, internet, aula virtual y simuladores.

La justificación de los resultados se divide en los siguientes puntos:

*El aprendizaje se comprueba de forma cuantitativa, con las notas y el promedio que se incrementa en las 3 prácticas. Todo esto se visualiza en cada práctica que muestra el avance del aprendizaje.

*El éxito del trabajo en equipo se deriva del análisis de datos obtenidos a través de las entrevistas que se presentan a manera de anexos en el presente trabajo de investigación; además, en la participación de los trabajos en equipo, los alumnos han recibido los aportes de cada integrante del grupo.

*Las exposiciones satisfactorias nos indican los resultados de cada proyecto; además, se constatan los logros físicos el cual se reporta mediante un video en que se muestra el trabajo. Por la limitación del espacio, solo se ha incluido una muestra puntual comoparte de la evidencia, pero los alumnos presentaron más videos.

* Este resultado se justifica pues la facultad está modernizando el laboratorio de Mecatrónica y esta propuesta ha recibido opiniones positivas de los docentes de la facultad.

Ahora se expone la comprobación de resultados comparados con otra institución:

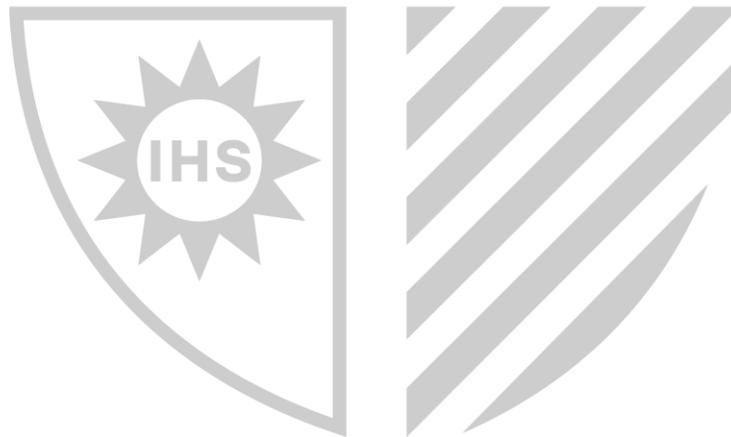
Del proyecto que vimos anteriormente se derivan los siguientes resultados en otra institución:

- Fue muy útil..... 85 %
- Fue algo útil..... 14 %
- No fue nada útil...05 %

De la investigación (UNI)

- Muy útil...90 %
- Fue algo útil.....10 %
- No fue nada útil.....0 %

Entonces tenemos que la mayoría le dan un alto puntaje a favor. Ahora, considerando la evaluación cuantitativa, 12 de 16 alumnos, obtienen una calificación de 12 (UNI) para arriba; o sea, los proyectos evidencian un éxito muy grande.



CONCLUSIONES

Aquí exponemos la lista de conclusiones a las que se arribó con la presente investigación:

1. En los datos analizados se puede ver claramente que las notas mejoran de forma progresiva; esto se relaciona con los integrantes de los equipos de trabajo porque, a medida que avanza el proyecto, el aprendizaje colaborativo hace que los estudiantes mejoren sus conocimientos. Ellos se involucran en todas las etapas y aportan decisivamente en cada una de estas. Las tareas importantes son las siguientes:

a. Programar un robot, pues cada controlador tiene su lenguaje de programación vinculado con el controlador Arduino o el controlador PLC marca Siemens.

b. En la parte mecánica, también tienen que diseñar los mecanismos que trabajan en el sistema, pues estos le permiten al robot realizar todos los movimientos para los cuales este, denominado también sistema mecatrónico, está diseñado.

2. Finalmente, cuando se tiene construido el sistema mecatrónico (que es el producto final), significa que todo el equipo ha aprendido. Se ha cumplido las competencias requeridas: proyectar, diseñar, construir, programar, ensamblar y operar controles y sistemas automatizados. A saber, conseguimos el sistema mecatrónico. Aquí hay que considerar que el producto final es más que la suma de las partes.

3. Mediante la entrevista se propone detectar algunos detalles del trabajo de equipo; en este caso, la primera entrevista arrojó que el equipo trabajaba como una unidad, entonces ya no necesitaba otra entrevista; en otras palabras, el aprendizaje colaborativo de los equipos de trabajo estaba bien. Esta entrevista es importante pues nos arroja más información del equipo.

4. El desarrollo del laboratorio como una unidad de ingeniería se consigue a medida que se articula la teoría con la práctica. El docente que desarrolla la teoría también evoluciona, pues empieza a dominar el curso como un conjunto y a esto se suman los saberes previos que se procura uniformizar en vista de que los estudiantes son de 3 diferentes especialidades: Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecánica Naval

5. La reflexión sobre la práctica ocurre entre 2 etapas: la etapa reflexiva después de cada etapa genera en los estudiantes un cambio de perspectiva, pues estos pasan de su posición de estudiantes a la posición de profesionales *junior* en la materia desarrollada. A través de la reflexión se solidifica el concepto de equipo de trabajo. En cuanto al objetivo secundario de trabajo en equipo, se constata una deficiencia, pues los estudiantes desempeñan múltiples ocupaciones; este punto se tiene que reajustar y el proceso de reajuste debe ocurrir mediante reuniones en clase. Un estudiante señala lo siguiente: «Como toda buena empresa, en un principio, solo conocía a la mitad del equipo, ahora ya somos un equipo fuerte y consistente». De acuerdo con el objetivo, 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. No solo se trata de evaluar, hay que poner especial cuidado en el ambiente donde los estudiantes desarrollan sus habilidades y la forma en que ese proceso ocurre.

6. El aprendizaje permanente se obtiene progresivamente porque este servirá de apoyo para obtener un aprendizaje significativo, mediante la relación consciente entre los esquemas mentales previos y la nueva información. El aprendizaje significativo se sustenta en componentes cognitivos, es decir, se funda en “lo conocido”. Este proceso se lleva a cabo en la medida en que se pasa de esquemas mentales fijos, los cuales cambian o se modifican al incorporar nueva información. Para alcanzar el aprendizaje significativo pasamos del aprendizaje por descubrimiento hasta llegar al aprendizaje significativo; así es como lo reconocen los alumnos en la entrevista.

7. La aplicación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos finalmente hace que el alumno descubra un nuevo mundo tecnológico y se sienta totalmente motivado. Los estudiantes reaccionaron de manera favorable al sentir que

están trabajando en una oficina de ingeniería y existen sinergias en las que cada estudiante aporta en su especialidad. De esta forma, valoran lo mucho el aprendizaje que lograron.

8. Otro aspecto que podemos rescatar es el uso intensivo de internet y el WhatsApp, pues estas herramientas virtuales permiten que la información llegue a todos los integrantes del trabajo en equipo y, por lo tanto, hace posible que potencien su conocimiento.

9. Cuando los estudiantes tuvieron que construir el prototipo, o sea, casi en la parte final, tuvieron que mejorar su aprendizaje y utilizar todas sus habilidades procedimentales y actitudinales. Solo así lograron ensamblar el primer prototipo. Basado en este paso, reconstruyeron sus conocimientos y entraron en una helicoidal positiva que los llevó a mejorar sus conocimientos significativos.

10. Con esta metodología se tuvo claro que para los ciclos 7 y 8 los proyectos de laboratorio son fundamentales. Esta característica se evidenció en las entrevistas como se muestra en los resultados hallados.

11. El problema que se presentó fue fundamentalmente la coordinación de tiempos; sin embargo, con una planificación apropiada, este escollo se pudo superar.

12. El aprendizaje en cada equipo ocurre también de forma colaborativa, pues cada uno de los estudiantes contribuye y explica la parte que le corresponde. Esto hace que el conocimiento aumente entre ellos.

LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES

Aquí está la lista de lecciones aprendidas y recomendaciones relativas a las conclusiones expuestas en la sección anterior.

1. Se sugiere trabajar con el ABP (aprendizaje basado en proyectos), pues es ideal para el desarrollo de proyectos y permite supervisar muy de cerca al equipo de trabajo. En el laboratorio de control, el docente debe estar continuamente actualizándose, ya que la tecnología está cambiando de manera muy veloz. El curso de laboratorio de control nació de la práctica y la única manera de retomarlo es que regrese a la práctica. Esto es sumamente importante pues potenciaría el laboratorio.

2. Al decidimos por el ABP en los laboratorios de los cursos terminales, debemos considerar que estos espacios deben de estar bien implementados.

3. El trabajo en proyectos permite a la facultad explorar diferentes sistemas; por consiguiente, después de realizar un proyecto con un sistema determinado, se lo podrá modificar de acuerdo con el laboratorio que lo requiera.

4. Al inicio, debemos explicar bien la forma en que se evalúa con la rúbrica y, además, se debe formar un equipo de trabajo. Adicionalmente, deben convertir el laboratorio en una oficina de ingeniería, aunque les tome tiempo, pues esto es fundamental.

5. El docente tiene que desarrollarse como guía y trabajar con los alumnos que constituyen una gran fuerza de trabajo y desarrollan un buen rol; sin embargo, algunas veces es menester realimentarlos.

6. La actividad realizada en el laboratorio se ha vuelto reflexiva, puesto

que, después de cada etapa, se tiene que reflexionar y posteriormente realimentar el modelo para que se acerque al sistema que queremos construir.

7. Las autoridades solo ven la enseñanza conductista como la solución del aprendizaje en todos los cursos. Indudablemente cada curso tiene su rol dentro de la malla curricular, pero en las universidades nacionales debemos acercarnos más a las nuevas metodologías de aprendizaje.

8. Si bien las competencias se consideran, en algunos casos, falta equipamiento para realizar laboratorios-taller. Queremos desarrollar talleres donde se discuta la nueva metodología y sostenemos que el ABP jugará un papel importante en estas reuniones de trabajo.

9. Podemos resumir que los estudiantes no tuvieron problemas graves, pues, a través de internet o las redes sociales, estos estuvieron en contacto. Lo anterior es una prueba de que la integración no fue difícil.

10. En casos en los cuales los saberes requieren un grado mayor de especialización, se requirió de acciones sinérgicas, es decir, los alumnos tuvieron que compartir de manera efectiva los conocimientos previos.

11. Debe contemplarse necesariamente que, cuando se elabore el manual de laboratorio, habrá 2 partes: en primer lugar, la parte conceptual constituida por el manejo de los instrumentos y del *software* para programar estos instrumentos; en segundo lugar, en lo concerniente al esquema del desarrollo del proyecto de cada grupo se deben indicar claramente el tiempo que se invertirá en cada etapa del proyecto, así como las actividades de exposición del proyecto en el marco de una asamblea en la que se discutirán los pormenores de estos.

BIBLIOGRAFÍA

- Albert, S. (2001). *Enseñar y aprender en la virtualidad*. Universitat Oberta de Catalunya. Obtenido de asangra@campus.uoc.es
- Amaya, G. (2009). *Laboratorios reales y virtuales en la física*. Obtenido de <http://www.iiis.org/CDs2017/CD2017Summer/papers/CA077BX.pdf>
- Anderson, G & Herr, k. (2007). *El docente - investigador: Investigación - acción como una forma válida de generación de conocimientos*.
- Ausin, V., Abella V. Hortiguela D. (2015). *Aprendizaje Basado en Proyectos*. Burgos - España. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005>
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York; Holt, Rinehart. doi:<https://doi.org/10.1515/9783112313398-015>
- Ausubel, D. (1980). *American Educational Research Journal*.
- Balcells, M Pérez V; García J. (2012). *Aprendizaje Basado en Proyectos y Trabajo en Equipo: innovando en la docencia de la Asignatura "Sistemas Contables informatizados"*. Departamento de Dirección de Empresas Facultad de Ciencias Empresariales Universidad Pablo de Olavide de Educación Secundaria.
- Barkley, E; Cross, P & Major, C. (2014). *Aprendizaje Colaborativo. Un manual para profesores universitarios*. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Barkley%2C+E%2C+Cross+P+%26+Major+C+%282015%29%2C+El+trabajo+colaborativo+como+estrategia+did%C3%A1ctica+para+la+ense%C3%B1anza%2Faprendizaje+de+la+programaci%C3%B3n+una+revisi%C3%B3n+sistem%C3%A1t Universitarios.
- Baro, A. (2011). *Empleo del aprendizaje por descubrimiento en la enseñanza de la Geometría en el Bachillerato Científico-Técnico Master de profesorado*. Obtenido de http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/6184/6268_TFM%20Juan%20Antonio%20Latorre.pdf?sequence=1

- Barron, A. (1991). *Análisis crítico y reconstrucción teórica*. Salamanca. Obtenido de <https://gredos.usal.es/handle/10366/132627>
- Beltran, J. (2003). Estrategias del Aprendizaje. *Revista de Educacion*, 20. Obtenido de <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:0bc115bf-2ee5-4894-91f5-7e32e07059d4/re3320411443-pdf.pdf>
- Biggs, J. (citado 2005). El aprendizaje escolar examinado desde la perspectiva del <<modelo 3P>>. *Redalyc*, 7. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Biggs%2C+J.+%282005%29+El+aprendizaje+escolar+examinado+desde+la+perspectiva+del+%2C%20ABModelo+3P%2C%20BB+de+J.+Biggs.&btnG=
- Calvo I.;Zulueta E.;Gangoiti U.,& Lopez J. (2009). *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*. Bilbao: Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (Escuela Ingeniería Victoria Gasteiz y Escuela Técnica Superior de Bilbao). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Isidro-Calvo/publication/28254018_Laboratorios_remotos_y_virtuales_en_enseñanzas_tecnicas_y_cientificas/links/02bfe50e6df56f2050000000/Laboratorios-remotos-y-virtuales-en-enseñanzas-tecnicas-y-cientificas.pdf
- Castaño, C. (2003). *El rol del profesor en la transición de la enseñanza presencial al aprendizaje online*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15802107>.
- Chaupt, J; Vitalia, &Marin G (1998). (1998). El tutor, el estudiante y su nuevo rol. *Teología* 80. Obtenido de [https://scholar.google.es/scholar?lookup=0&q=Chaupt,+J%3B+Vitalia,+%26Mar%3ADn+G+\(1998\)+El+tutor,+el+estudiante+y+su+nuevo+rol&hl=es&as_sdt=0,5](https://scholar.google.es/scholar?lookup=0&q=Chaupt,+J%3B+Vitalia,+%26Mar%3ADn+G+(1998)+El+tutor,+el+estudiante+y+su+nuevo+rol&hl=es&as_sdt=0,5)
- Corbeta, G. (2007). *Arte*. Editora AGE. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Corbeta+%282007%29+arte&btnG=
- Coria L, Starkov K. (2012). Localización de conjuntos compactos invariantes de sistemas físicos. *Computacion y sistemas*, 12. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/cys/v16n3/v16n3a10.pdf>
- Escobar, A. (2018). Sistematización de Experiencias, una Mirada a la Asignatura Robótica y Cognición. *repository.pedagogica.edu.co*, 27. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11519>

- Hernández-Sampieri, R. (2018). *Las Rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas*. Mexico: Mc Graw Hill Education. Obtenido de [https://scholar.google.es/scholar?q=related:ywXu1LE5XQoJ:scholar.google.com/&scioq=Hern%C3%A1ndez-Sampieri+%26+Mendoza+\(2018\).+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n.+Las+rutas+cuantitativa,+cualitativa+y+mixta.+&hl=es&as_sdt=0,5](https://scholar.google.es/scholar?q=related:ywXu1LE5XQoJ:scholar.google.com/&scioq=Hern%C3%A1ndez-Sampieri+%26+Mendoza+(2018).+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n.+Las+rutas+cuantitativa,+cualitativa+y+mixta.+&hl=es&as_sdt=0,5)
- Hernández, A. (2018). Estudio de validez de Contenido y confiabilidad de un instrumento para evaluar la metodología socioformativa en el diseño de cursos. *Espacios*.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. Inche, J.; Andía, Y.; Huamanchumo, H.; López, M.; Vizcarra, J. y Flores, G. (2010). (2003). *Paradigma Cuantitativo: Un enfoque empírico y analítico*. Lima, Perú: Redalyc.
- Kilpatrick, W. (1965). El metodo del proyecto. tc library org. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007%2F978-0-306-47366-4>
- Kolb, J. (2009). Estilos de aprendizaje de los estudiantes de la Universidad de Sonora. doi:<https://revista.ieee.es/index.php/estilosdeaprendizaje/article/view/971>
- Maldonado, M. (2008). *Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativos*. Laurus, 24. Obtenido de [https://scholar.google.es/scholar?q=related:wnjVHY19LhEJ:scholar.google.com/&scioq=Maldonado+Pérez,+Marisabel+\(2008\)+Aprendizaje+basado+en+proyectos+colaborativos.+&hl=es&as_sdt=0,5](https://scholar.google.es/scholar?q=related:wnjVHY19LhEJ:scholar.google.com/&scioq=Maldonado+Pérez,+Marisabel+(2008)+Aprendizaje+basado+en+proyectos+colaborativos.+&hl=es&as_sdt=0,5)
- Martinez, J. (2008). Las rúbricas en la evaluación escolar: Su construcción didáctica, 24. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Mart%C3%ADnez%2C+J+%282008%29+Las+r%C3%ABricas+en+la+evaluaci%C3%B3n+escolar%3A+su+construcci%C3%B3n+y+su+uso+Universidad+Nacional+de+Colombia%2C+Colombia.&btnG
- Minotta, C. (2017). Teoría del procesamiento de la información en la resolución de problemas. Platform Workflow OJS/PKP, 131-141. doi:<https://doi.org/10.15665/esc.v15i1.1127>
- Newell, A. y Simon, HA. (1972). *Resolución de problemas humanos*. Prentice Hall.
- Osuna I. & Rosas A. (s.f.). *Aprendizaje Basado en Proyectos y modelos matemáticos para estudiantes de ingeniería electrónica*. Chiapas, México. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6366728>

- Páez H., Zamora R.& Bohórquez J. (2015). Programación de Controladores Lógicos (PLC) mediante Ladder y Lenguaje de Control Estructurado (SCL) en MATLAB. Revista Facultad de Ingeniería, 109-119. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-11292015000200010
- Pedronzo, M. (2012). Teorías del Aprendizaje. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Pedronzo%2C+M.+%282012%29+Teor%C3%ADas+del+aprendizaje&btnG
- Peña, A; Pérez, M And Rondón, E. (2010). Redes sociales en internet: reflexiones sobre sus posibilidades para el aprendizaje cooperativo y colaborativo. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Pe%C3%B1a%2C+K%3B+P%C3%A9rez+M%2C+%26++Rond%C3%B3n%2C+E+%282010%29+Redes+sociales+en+Internet%3A+reflexiones+sobre+sus+posibilidades+para+el+aprendizaje+cooperativo+y+colaborativo&btnG
- Pozo, J. & Péres, M del Puy. (2009). Psicología del Aprendizaje Universitario. Obtenido de www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v33n131/v33n131a13.pdf
- Reverte, A.; Gallego, A; Molina, R and Satorre, R. (2007). El aprendizaje basado en proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinar y herramientas groupware. (T. Paraninfo, Ed.) Recuperado el 21 de Marzo de 2019, de <http://hdl.handle.net/10045/1808>
- Rivas, M. (2008). Procesos cognitivo y aprendizaje significativo. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Rivas%2C+M.+%282008%29+Procesos+cognitivo+y+aprendizaje+significativo&btnG
- Rodríguez, A y Ramírez, L. (2014). Aprender haciendo - investigar reflexionando: caso de estudio paralelo en Colombia y Chile. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Rodr%C3%ADguez+A.%2C+%26+Ram%C3%ADrez+L.%282014%29%2C+Aprender+haciendo+%E2%80%93+investigar+reflexionando%3A+caso+de+estudio+paralelo+en+Colombia+y+Chile+&btnG
- Rodríguez, E; Vargas, E y Luna, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". Educacion y Educadores. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Rodr%C3%ADguez%2C+E.%3B+Vargas%2C+E.+%26+Luna.+J+%282010%29+Evaluaci%C3%B3n+de+la+estrategia+%22aprendizaje+basado+en+proyectos%22+Educaci%C3%ADa+y+Educadores&btnG

[B3n+y+Educadores&btnG](#)

- Sampieri; Collado and Lucio. (Recoleccion de datos cuantitativos.). 2014. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Sampieri+%3B+Collado+%26+Lucio+%282014%29+Recoleccion+C3%B3n+de+datos+cuantitativos&btnG
- Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos.
- Sánchez, J; Lanero, A; Yurrebaso, A & Tejero, B. (2007). Cultura y desfases culturales. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=S%C3%A1nchez%2C+j.%3B+lanero%2C+A.%3B+Yurrebaso%2C+A.+%26+Tejero%2C+B.+%282007%29+Cultura+y+desfases+culturales+&btnG
- Santos, M. (2011). Revista Iberoamericana de automática e informática industrial. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Santos%2CM+%282011%29+Revista+Iberoamericana+de+Autom%C3%A1tica+e+Inform%C3%A1tica+industrial&btnG
- Serna, A. (1985). El Método Didáctico, Universidad de Antioquia. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/educacionfisicaydeporte/article/view/4679>
- Talanquer. (2010). Las TICs en la educación. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X18301575>
- Torrelles, C. ; Coiduras, J.; Isus, S.; Carrera, F.; Paris, G & Cela, J. (2011). Competencia de trabajo en equipo: Definición y Universidad de Lleida, Universidad Rovira i Virgili de Tarragona. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Torrelles%2C+C.%3B+Coiduras%2C+J.%3B+Isus%2C+S.%3B+Carrera%2C+F.%3B+Paris+G.+%26+Cela%2C+J.+%282011%29+Competencia+de+trabajo+en+equipo%3A+definici%C3%B3n+&btnG
- Villa-Peralta, A. (2017). La formación educativa del ingeniero y la compleja realidad del mundo contemporáneo. Santander, Colombia: Universidad Francisco de Paula, Santander, Colombia. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Villa-Peralta%2C+A.+%282017%29+La+formacion+educativa+del+ingeniero+y+la+compleja+realidad+del+mundo+contempor%C3%A1neo&btnG

ANEXOS



UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN EDUCACION CON MENCION EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

Ficha de validación del instrumento de medición

(Guía de proyecto - Rubrica)

Yo, FREEDY SOTELO VALER, con DNI: 25804755 con el grado de doctor en CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, desarrollado en la , hago constar que he revisado con fines de validación, los instrumentos que se señalan a continuación, que son parte del trabajo de investigación titulado "PROPUESTA PARA CREAR UN PROCEDIMIENTO DE DESARROLLO DE LOS LABORATORIOS DE SISTEMAS FISICOS DE CONTROL PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE".

VALIDACION DE LA GUIA DE ENTREVISTA PARA EL TRABAJO EN EQUIPO

ASPECTOS VALORADOS	CRITERIO	VALORACION		OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
		SI	NO	
Claridad	Formulado con lenguaje apropiado	X		
Consistencia	Basado en teorías y conceptos de aprendizaje.	X		
Pertinencia	Es útil y adecuado para esta investigación	X		
JUICIO FINAL DEL INSTRUMENTO: El instrumento es aplicable para el trabajo de investigación propuesto.				

VALIDACION DE LA RUBRICA DE EVALUACION DE LAS PRACTICAS

ASPECTOS VALORADOS	CRITERIO	VALORACION		OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
		SI	NO	
Claridad	Formulado con lenguaje apropiado	X		
Consistencia	Basado en teorías y conceptos de aprendizaje.	X		
Pertinencia	Es útil y adecuado para esta investigación	X		
JUICIO FINAL DEL INSTRUMENTO: El instrumento es aplicable para el trabajo de investigación propuesto.				

Lima, 22 de abril del 2021

Firma del especialista
Dr. Freedy, Sotelo Valer



UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN EDUCACION CON MENCION EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

Ficha de validación del instrumento de medición

(Guía de entrevista)

Yo, EMILIO PIERO LUQUE BRAZAN, con DNI: 25804755 con el grado de maestro en **EDUCACIÓN**, desarrollado en la **Universidad la Cantuta**, hago constar que he revisado con fines de validación, los instrumentos que se señalan a continuación, que son parte del trabajo de investigación titulado "PROPUESTA PARA CREAR UN PROCEDIMIENTO DE DESARROLLO DE LOS LABORATORIOS DE SISTEMAS FÍSICOS DE CONTROL PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE".

VALIDACION DE LA RUBRICA DE EVALUACION DE LAS PRACTICAS

ASPECTOS VALORADOS	CRITERIO	VALORACION		OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
		SI	NO	
Claridad	Formulado con lenguaje apropiado	X		
Consistencia	Basado en teorías y conceptos de aprendizaje.	X		
Perfinencia	Es útil y adecuado para esta investigación	X		

JUICIO FINAL DEL INSTRUMENTO:

El instrumento es aplicable para el trabajo de investigación propuesto.

Lima, 22 de abril del 2021

Firma del especialista

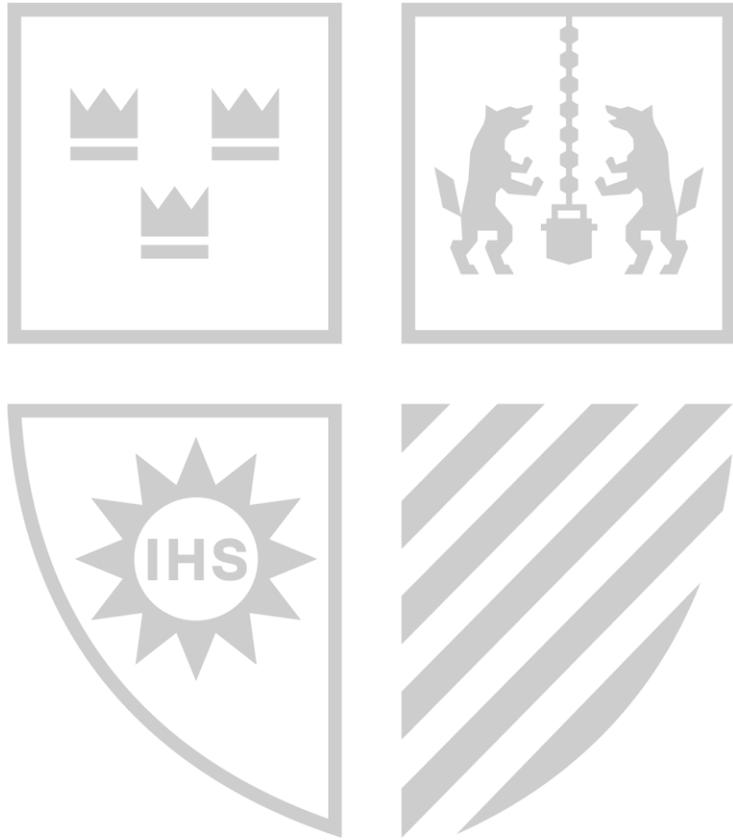
Maestro Emilio Piero Luque Brazan

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

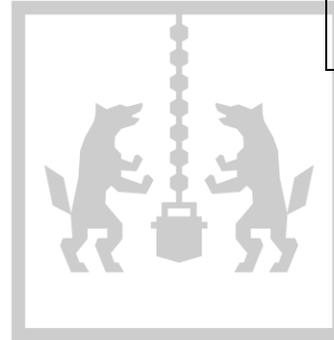


Problema General	Objetivos	Categorías	Unidades de análisis / Muestra	Diseño	Instrumento	Marco Teórico
Pregunta General	Objetivo General	1) Estrategias didácticas para la formación de Trabajo en Equipo.	a) Docente del curso de Ingeniería de Control de la FIM-UNI que implementó nuevas estrategias didácticas	Paradigma / Enfoque	a) Plantilla de registro de la buena práctica docente.	1.1 Relación universidad - empresa - competencias
¿Cómo contribuyen las estrategias didácticas implementadas en el curso de Ingeniería de Control de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería a la formación de la competencia trabajo en equipo en los estudiantes?	Describir cómo contribuyen las estrategias didácticas implementadas en el curso de Ingeniería de Control de la Facultad de Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería a la formación de la competencia de trabajo en equipo en los estudiantes.	2) Evaluación de la competencia Trabajo en Equipo	b) Estudiantes que han llevado el curso de la FIM UNI	Cuantitativo/Cualitativo	b) Guía de grupos focales de estudiantes.	1.2 Competencias 1.2.1 Clasificación de competencias 1.2.2 Proyectos en el ámbito universitario
		3) Competencia Trabajo en Equipo.	c) Los otros dos docentes que desarrollan el curso de Ingeniería de la FIM-UNI	Método	c) Guía De Desarrollo de proyectos al egresado.	1.2.3 Evaluación de competencias 1.2.4 Competencia de Trabajo en Equipo
Preguntas específicas	Objetivos específicos	4) Rol docente (proceso de enseñanza).		Evaluación con rubrica Entrevista con preguntas abiertas		1.3 Estrategias didácticas
	1, Describir las estrategias que emplea el docente y como las aplica a fin de formar la				d) Guía entrevistas al docente.	1.3.1 Estrategias didácticas para desarrollar la

	<p>competencia de trabajo en equipo en sus estudiantes.</p> <p>2. Conocer si el curso contribuyó a la formación de la competencia de trabajo en equipo en los estudiantes(Proyectos)</p> <p>3. Conocer las impresiones de los otros docentes del curso de Ingeniería de Control respecto de la formación basada en competencias, la competencia trabajo en equipo y su necesidad de formar esta entre los estudiantes de ingeniería.</p> <p>4. Formular una propuesta didáctica para el desarrollo de la competencia de trabajo en equipo con proyectos</p>			<p>Nivel</p> <p>Sistematización de Experiencia</p>		<p>competencia Trabajo en Equipo</p> <p>1.3.1.2 Aprendizaje colaborativo</p> <p>1.3.1.3 Aprendizaje con proyectos</p>
--	--	--	--	--	--	---



Criterios	Descripción	Logrado	En proceso	inicio
<p>Proyecto para desarrollar la mecatrónica</p>	<p>Entiende lo que es un proyecto mecatrónico.</p>	3	2	1



Anexo 2
Rubrica Evaluación notas

Rubrica 1 Con esta rúbrica vamos a evaluar notas de la primera práctica.



Problemática	Tiene claridad acerca de cuál es el problema que va a solucionar y cuál es el ámbito en el cual trabajará.	4	2	1
Ha encontrado después de averiguar un proyecto parecido al que va a realizar.	Han hecho una búsqueda bibliográfica y también una búsqueda física. Esto le va a servir de apoyo para su proyecto.	2	1	0
Redacción y síntesis	Los párrafos expresan ideas completas y los temas se desarrollan de manera fluida.	1	0	0
TOTALES		10p	5p	2p

Notas obtenidas (Sobre 10)

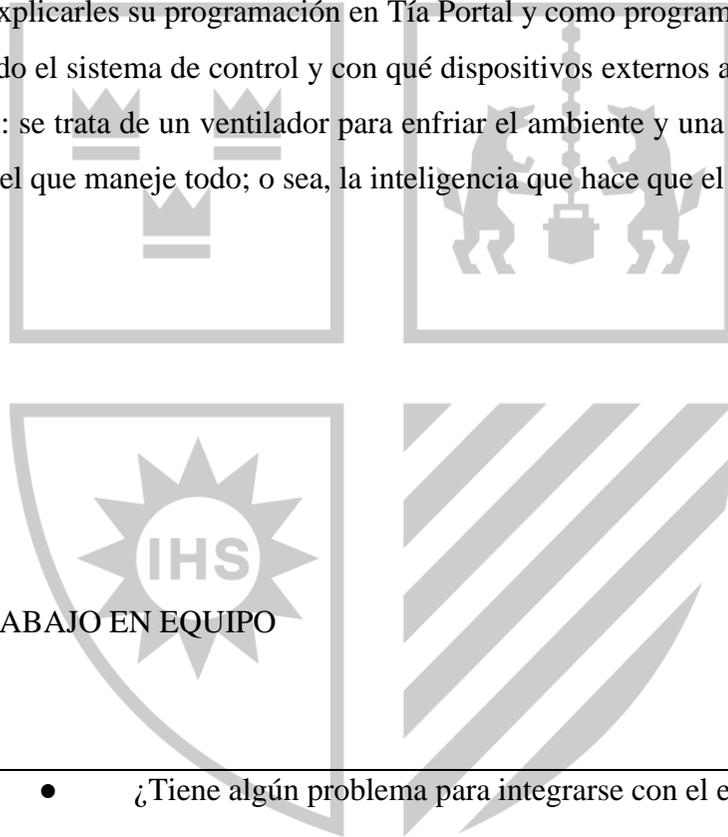
Anexo 3

Unidad 8

- Explicamos (10 minutos) el control de temperatura en un ambiente cerrado.

- En este caso, la parte más importante es el PLC que podría ser Siemens 300 y debemos desarrollar todo el esquema (que debemos llevar a la clase en Power Point). En este caso indicamos todas las entradas y las salidas, además de la alimentación del dispositivo. (25 minutos)

- Después debemos explicarles su programación en Tía Portal y como programaríamos el PLC. (25 minutos).
- Ahora debemos explicar todo el sistema de control y con qué dispositivos externos actúa. En este caso, con ayuda del Power Point, se presenta el producto final: se trata de un ventilador para enfriar el ambiente y una resistencia para calentar el ambiente. El procesador que utiliza el PLC será el que maneje todo; o sea, la inteligencia que hace que el sistema



- ENTREVISTA: TRABAJO EN EQUIPO

INTEGRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Tiene algún problema para integrarse con el equipo? Describir
	<ul style="list-style-type: none"> • En qué medida ha mejorado su colaboración con el equipo. Indicar

Alumno 1	<ul style="list-style-type: none"> • No, puesto que trabajar en equipo es un complemento para desarrollar el proyecto, desarrollarse como persona, uno se adapta a los retos del proyecto. • Ha mejorado en gran medida que uno puede comprender la capacidad que puede tener cada persona y bajo una buena comunicación se llevó a cabo el proyecto con excelencia.
Alumno 2	<ul style="list-style-type: none"> • Ningún problema. El hecho de tener redes sociales me permite tener contacto más directo con los compañeros. • El trato y la necesidad de integrarse para integrarse o colaborar mejora nuestra relación y nos informa de otros conocimientos que los integrantes tienen para aprovecharlos con nuestros objetivos.
Alumno 3	<ul style="list-style-type: none"> • No tengo ningún problema debido a que hay una buena sinergia con los compañeros. Así, el desarrollo del proyecto no fue tan complicado. • Debido a que somos de diferentes especialidades, fue de óptima utilidad compartir nuestros conocimientos para así realizar con éxito el proyecto planteado en los diferentes ámbitos de la ingeniería aplicada.
Alumno 4	<ul style="list-style-type: none"> • A pesar de ser amigos, los horarios han representado un problema al momento de reunirnos, la mayoría están en cursos distintos y no coincidimos en los tiempos. • El uso de la tecnología y redes sociales nos han facilitado la coordinación del trabajo y la confianza ha hecho que se pueda delegar algunas funciones.

Alumno 5	<ul style="list-style-type: none"> • No, el equipo en el cual me encuentro está formado por personas con las que ya he realizado otros trabajos. Lógicamente, hay problemas que los considero mínimos ya que se dan por el intercambio de ideas u opiniones. • He proporcionado información relacionada al marco teórico del proyecto, su problemática, entre otros, previo intercambio de ideas con el resto de nuestro equipo.
Alumno 6	<ul style="list-style-type: none"> • Si, en las reuniones de grupo compartimos las referencias bibliográficas para solidificar nuestra base teórica y datos obtenidos de simulaciones con software especializado. Compartimos código Arduino. •
Alumno 7	<ul style="list-style-type: none"> • Al inicio todos los integrantes tuvimos problemas con los tiempos disponibles y la organización para el trabajo, en mi caso no tuve tantos problemas, porque ya estoy acostumbrado y me adapto al trabajo en equipo. • Mejoro en la manera de adaptarme a sus horarios y su plan de trabajo e involucrarme con el equipo.
Alumno 8	<ul style="list-style-type: none"> • Al inicio tuve problemas porque no teníamos tiempo para reunirnos y hacer planes para el proyecto. • Hemos hecho el trabajo ayudándonos y colaborando cuando un integrante no puede asistir.

ENTREVISTA-PRUEBA CUALITATIVA (TRABAJO EN EQUIPO)



ADAPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• ¿Puede usted adaptarse a las necesidades del equipo? Explicar
	¿Usted puede aplicar las adaptaciones que ha realizado su equipo? Comentar

<p>Alumno 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Si pues al desarrollar nuestro liderazgo en cualquier equipo, conlleva no solo a imponer reglas o delegar labores, sino también involucrarse en ellas y velar por las necesidades de los demás ante cualquier circunstancia eventual que pueda presentarse. ● En cierta manera si, a pesar de que todos tenemos distinta manera de pensar y actuar, según el contexto en que vivamos, se desarrolla una diferente personalidad en cada uno. Sin embargo, todo ser humano está en proceso de seguir desarrollándose y adaptarse en relación con otros individuos.
<p>Alumno 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Siempre estoy llano a colaborar en lo que pudiera con el grupo pues considero que toda necesidad genera luego un conocimiento y el conocimiento es parte de nuestra experiencia. ● Siempre aplico las mismas adaptaciones en todos los grupos que formo estoy dispuesto a compartir experiencia, enseño y aprendo. Siempre estamos adquiriendo conocimiento.
<p>Alumno 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● El equipo requería conocimiento eléctrico y mecánico. Me pude adaptar fácilmente al equipo debido a que se requería simulaciones en software y tengo conocimiento en ese campo. Cada vez que algún miembro del equipo necesitaba algo los demás apoyábamos. ● Si en futuros proyectos todo lo del curso se puede aplicar. Todos los conocimientos también resultan útiles en el campo laboral.

<p>Alumno 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Si toda tarea que se presentó se resolvió de manera adecuada y con colaboración de todos los miembros particularmente tome mi tiempo libre para realizar coordinaciones con el equipo ● Constantemente, durante el desarrollo del proyecto, todos los miembros subieron al grupo de WhatsApp pdf's de tesis y libros relacionados a la aplicación, también los datasheet de los componentes.
<p>Alumno 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Si, sobre todo es necesario adaptarse a los horarios y disponibilidades. ● Por supuesto que sí, obviamente con una coordinación previa y al haber llegado a un punto en el cual estamos todos beneficiados y podamos aportar lo mejor de nuestro trabajo.
<p>Alumno 6</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●
<p>Alumno 7</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Si me adapto fácilmente a la situación y necesidad del equipo en lo que requiere enfocarse. ● Si porque esas adaptaciones nos sirven de aprendizaje para los demás es una especie de retroalimentación y aplicarlo en cualquier otro proyecto.

Alumno 8	<ul style="list-style-type: none"> • Si para eso estamos los amigos en apoyarnos mutuamente. • Claro en todo trabajo lo primordial es la comunicación y el trabajo en equipo.
IMPLICACIÓN EN EL EQUIPO	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Intercambia usted información con su compañero? ¿Qué tipo de información?
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Está avanzando en forma personal en los proyectos mecatrónico? Explique cómo.
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Su equipo podría logra mucho más de lo que ha logrado? Explique.
	<ul style="list-style-type: none"> • Con respecto al producto que nos puede comentar. El equipo ha tenido éxito.
Alumno 1	<ul style="list-style-type: none"> • Si pues el trabajar en equipo significa compartir nuestra mayor capacidad y nos permite llevar un excelente proyecto y la gran herramienta es el compartir información que contribuye con la meta trazada del proyecto. <ul style="list-style-type: none"> • Según lo desarrollado en el periodo de clase no cabe duda reconocer que existen diversos temas de suma importancia para nuestra formación profesional y pese a que no pertenecemos a la rama de la mecatrónica es un desafío el poder desarrollar este tipo de proyectos. • Por supuesto que sí, todos tenemos la capacidad de seguir mejorando y en todo este

	<p>periodo he podido observar el desarrollo de su trabajo y no cabe duda de que se puede confiar en ellos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pues al inicio el proyecto fue nuevo y algo frustrante ya que no dominábamos el tema, pero con una buena comunicación y apoyo mutuo del equipo se pudo desarrollar el proyecto, todo bajo el apoyo de los docentes.
Alumno 2	<ul style="list-style-type: none"> ● Compartimos la información técnica y la información del curso pues no todos tenemos las mismas experiencias, esto hace que al final todos tengan un conocimiento similar al del grupo. Creo que el laboratorio debería tener información técnica disponible para facilitar la búsqueda para dedicarnos más tiempo a nuestro proyecto. ● Siempre tuve inclinación a la electricidad y la mecánica, tengo la idea de desarrollar proyectos caseros como alarmas, ahorro energético. ● Si pudiera dar más pero no tuvimos un buen comienzo pues al principio no nos comunicábamos lo suficiente. Después nos interrelacionábamos, pero el aspecto económico es relevante, los elementos electrónicos no son baratos. ● Hemos tenido un éxito mediano yo creo que podríamos tener éxito mayor mejorando nuestra dirección.
Alumno 3	<ul style="list-style-type: none"> ● Si, intercambiamos información virtual también de bibliografía pertenecientes al BIGUFIM. Todos ellos suman el correcto desarrollo del proyecto. ● Aparte de los proyectos de la Universidad, investigo en internet y desarrollo en casa pequeños proyectos de mecatrónica. Este desarrollo personal a la larga ayudara en el desarrollo de futuros proyectos. ● Con una mayor disponibilidad de tiempo, estoy seguro de que el equipo podría lograr avances muchos mayores en proyectos mecatrónicos. ● Si el proyecto después de las simulaciones se puede considerar un éxito. Sin embargo, por falta de recursos no se pudo desarrollar 100%.

<p>Alumno 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Constantemente, durante el desarrollo del proyecto, todos los miembros subieron al grupo de WhatsApp. ● Sí, estoy bastante interesado en los avances de transmisión de datos con tecnología NFC, estoy corriendo simulaciones y haciendo diseños basados en esta tecnología. ● Las capacidades de los miembros son indudables el manejo de los recursos de una manera apropiada podría potenciar los resultados. ● El proyecto se encuentra elaborado en su totalidad, las pruebas han sido un éxito, la bomba controlada por Arduino y la placa fueron diseñados en software y precisamente probados los componentes son todos nuevos. Para la maqueta se usó madera reciclada a fin de reducir costos. Considero que el proyecto es un éxito puesto que aprendimos a hacer uso de algunos componentes y mejoro el trabajo en equipo.
<p>Alumno 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Siempre existe un intercambio de información entre nosotros, ya sea por sea por corroborar las ideas expuestas por un integrante o para aportar ideas que puedan mejorar. Por ejemplo, en el fundamento teórico mis compañeros fueron complementado por ellos. ● En lo personal si existe un aprendizaje de programas nuevos, los cuales de un inicio parecían complicados, pero con la ayuda del equipo supimos manejarlo. ● Correcto, con un plazo mayor se podría investigar mucho más, pero como la mayoría de las veces el tiempo es un factor limitante. ● El producto es un auto manejado por Arduino, el cual posee un sensor e movimiento dentro de sus aplicaciones, se puede usar como un explorador, ya sea, en las minas o durante un desastre natural en la búsqueda de afectados. Lastimosamente una conexión es una de las ruedas limita el movimiento del auto, ya que esta se rompió.

<p>Alumno 6</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Con una tecnología tendríamos una investigación mucho mejor. ● Por supuesto, el producto prototipo fue un éxito debido a que cumplimos los objetivos. Además, el proyecto es económicamente viable, las componentes se encuentran fácilmente y se puede construir un prototipo que ofrece muchas ventajas.
<p>Alumno 7</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Si, intercambiamos cualquier fuente e información que tengamos al alcance, en este caso yo buscaba teoría y modelos que nos ayuden mejor con nuestros conceptos. ● Si porque a la hora de integrarnos como equipo también nos delegamos funciones para poder avanzar de manera personal y luego juntamos toda esta experiencia nos ha formad mejor para tener la idea de realizar un buen proyecto. ● Creo que con una mejor coordinación e integración desde el principio podríamos haber terminado antes y de una manera más acabada, ● El método de delegarnos funciones y trabajar primero de manera personal y luego conjunto nos sirvió para contrastar ideas y resultados, por mi parte hicimos un buen trabajo.

Alumno 8

- Si, toda información necesaria para el proyecto y hacer un buen prototipo necesitamos detalles mínimos que hagan el proyecto sea exitoso.
- Si, cada día aprendiendo nuevas cosas que sean de utilidad para aplicar en la ingeniería.
- Si, es cuestión de analizar bien los detalles y que podríamos mejorar en los posibles proyectos posteriores.

Está prácticamente funcionando al 100%.

