

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

“Alma Máter del Magisterio Nacional”

ESCUELA DE POSGRADO



Tesis

Aplicación de la Metodología “Aprendizaje Basado en Problemas” en el Logro de Competencias de Estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres, Sede de Lima – 2018

Presentada por

Hugo Liu CHACÓN MOSCOSO

Asesor

William Alberto HUAMANÍ ESCOBAR

Para optar al Grado Académico de
Maestro en Ciencias de la Educación
con mención en Docencia Universitaria

Lima-Perú
2020

**Aplicación de la Metodología “Aprendizaje Basado en Problemas” en el Logro de
Competencias de Estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial de la
Universidad de San Martín de Porres, Sede de Lima – 2018**

A mi madre una gran educadora, por su
esfuerzo, motivación y consejos en la realización
de este trabajo.

Reconocimiento

A los profesores de la Escuela de Pos Grado de la Universidad Nacional de Educación por el apoyo recibido dentro y fuera de las aulas, además por el valioso conocimiento transmitidos sobre docencia universitaria.

Al Dr. Alberto Huamani, por su asesoría en el tratamiento estadístico de esta tesis y sus consejos para la elaboración de la presente.

A mis compañeros de maestría, porque de ellos aprendí bastante en especial a Yahaira Garrido con quien hicimos un gran equipo durante la maestría.

Tabla de Contenidos

Titulo	ii
Dedicatoria	iii
Reconocimiento	iv
Tabla de Contenidos	v
Lista de Tablas.....	viii
Lista de Figuras	ix
Resumen	x
Abstract.....	xi
Introducción.....	xii
Capítulo I. Planteamiento del Problema	1
1.1 Determinación del Problema	1
1.2 Formulación del Problema	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Importancia y Alcance de la Investigación.....	7
1.5 Limitaciones de la Investigación	8
Capítulo II. Marco Teórico.....	9
2.1 Antecedentes del Estudio	9
2.1.1 Nacionales e internacionales.....	9
2.2 Bases Teóricas	17
2.2.1 La ingeniería industrial.....	17

2.2.2 El aprendizaje basado en problemas (ABP).....	18
2.2.2.1 Teorías del aprendizaje.	18
2.2.2.2 Tipos de aprendizaje.	19
2.2.2.3 El aprendizaje basado en problemas como método.	21
2.2.2.3.1 Características.....	21
2.2.2.3.2 Planificación.	23
2.2.2.3.3 Desarrollo del proceso.	25
2.2.2.3.4 Rol del Docente y del Estudiante.	25
2.2.2.3.5 La evaluación.....	26
2.2.3 Logro de competencias.	27
2.2.3.1 El concepto de competencia.	27
2.2.3.2 Las competencias y la ingeniería.	28
2.3 Definición de Términos Básicos.....	30
Capítulo III. Hipótesis y Variables	34
3.1 Hipótesis	34
3.1.1 Hipótesis general.....	34
3.1.2 Hipótesis específicas.	34
3.2 Variables.....	35
3.2.1 Variable independiente: X: Metodología ABP.	35
3.2.2 Variable dependiente: Y: Logro de competencias.	35
3.3 Operacionalización de Variables	37
Capítulo IV. Metodología	38
4.1 Enfoque de Investigación	38
4.2 Tipo de Investigación	38
4.3 Diseño de Investigación	38

4.4 Población y Muestra	39
4.4.1 Población.....	39
4.4.2 Muestra.....	39
4.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	40
4.6 Tratamiento Estadístico.	41
Capítulo V. Resultados	44
5.1 Validez y Confiabilidad de los Instrumentos	44
5.1.1 Validez de los instrumentos.	44
5.1.2 Confiabilidad de los instrumentos.....	45
5.2 Presentación y Análisis de los Resultados.....	47
5.2.1 Análisis descriptivo.....	47
5.2.1.1 Análisis de las medias.....	47
5.2.2 Análisis inferencial.....	49
5.2.2.1 Prueba de hipótesis.	49
5.3 Discusión de Resultados.....	60
Conclusiones.....	63
Recomendaciones	65
Referencias	66
Apéndices	69
Apéndice A. Matriz de Consistencia	70
Apéndice B. Ficha de Inscripción al Taller	72
Apéndice C. Pre-Test y Post-Test parte A.....	75
Apéndice D. Pre-Test y Post-Test parte B.....	78
Apéndice E. Juicio de Expertos	82
Apéndice F. Datos de las Pruebas	85
Apéndice G. Evidencias Fotográficas	87
Apéndice H. Guía Teórica Entregada a los Estudiantes de Ambos Grupos.....	90
Apéndice I. Problemas Utilizados Durante los Talleres.....	117

Lista de Tablas

Tabla 1. Student Outcomes 2018-2019 (competencias al egresar)	4
Tabla 2. Competencias que Adquiere el Estudiante al Egresar de la Carrera (Outcomes) ...	5
Tabla 3. Objetivos de Primer y Segundo Nivel del Syllabus CDIO.....	29
Tabla 4. Operacionalización de las variables	37
Tabla 5. Valoración realizada por juicio de expertos sobre instrumentos de evaluación....	45
Tabla 6. Valores de los niveles de validez.....	45
Tabla 7. Resumen de procesamiento de casos.....	46
Tabla 8. Estadísticas de fiabilidad	46
Tabla 9. Estadísticas de la escala.....	47
Tabla 10. Medias de los Test	47
Tabla 11. Medias de los test por competencias	48
Tabla 12. Estadísticas de grupo HG	50
Tabla 13. Prueba de muestras independientes HG	51
Tabla 14. Estadísticas de Grupo HE1	52
Tabla 15. Prueba de muestras independientes HE1	52
Tabla 16. Estadísticas de grupo HE2.....	54
Tabla 17. Prueba de muestras independiente HE2	54
Tabla 18. Estadísticas de grupo HE3.....	56
Tabla 19. Prueba de muestras independientes HE3.....	57
Tabla 20. Estadísticas de grupo HE4.....	58
Tabla 21. Prueba de muestras independientes HE4.....	59

Lista de Figuras

Figura 1. Medias de Grupo por Test.....	48
Figura 2. Evolución de las competencias.	49
Figura 3. Distribución t de student HG.....	51
Figura 4. Distribución t de student HE1.....	53
Figura 5. Distribución t de student HE2.....	55
Figura 6. Distribución t de student HE3.....	57
Figura 7. Distribución t de student HE4.....	59

Resumen

En la formación tradicional de nuevos ingenieros se ha enfocado siempre de manera predominante en la transmisión de conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos sin considerar el desarrollo de competencias. La presente investigación tuvo como objetivo determinar si la aplicación de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres, desarrollándose un enfoque de investigación cuantitativo aplicado a una muestra de 55 estudiantes. De acuerdo a los resultados obtenidos se infirió que con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, la aplicación de esta metodología tiene un efecto positivo en el logro de competencias, y de acuerdo a esos resultados, se concluyó que la utilización del ABP es un gran aporte como herramienta metodológica en el proceso de logro de competencias de ingeniería industrial.

Palabras clave: ABP, metodología, competencias, ingeniería.

Abstract

In the traditional training of new engineers it has always focused predominantly on the transmission of scientific, technical and technological knowledge without considering the development of skills. The purpose of this research was to determine whether the application of the Problem-Based Learning methodology has a positive effect on the achievement of skills in students of the Industrial Engineering program of the University de San Martín de Porres, a quantitative research approach was applied to a sample of 55 students. According to the results obtained, it was inferred that with a level of confidence of 95% and 5% probability of error, the application of this methodology has a positive effect on the achievement of skills, and according to those results, it was concluded that, the use of PBL is a great contribution as a methodological tool in the process of achievement of industrial engineering skills.

Keywords: PBL, methodology, skills, engineering.

Introducción

El planteamiento contemporáneo de la formación de la ingeniería está enfocado en el desarrollo de competencias, pero gran parte de las instituciones de educación superior en este rubro siguen un modelo de enseñanza-aprendizaje donde se da prioridad a la transmisión de conocimientos sin considerar el logro de competencias específicas de la ingeniería. Organizaciones como la CDIO (Crear, Diseñar, Implementar y Operar) y acreditadoras como ABET establecen 11 macro competencias específicas para la formación de ingenieros. En la presente tesis se plantea que el ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) es una metodología idónea para el logro de competencias específicas de ingeniería, ya que es una metodología que tiene naturaleza exploratoria, donde se desarrolla el autodescubrimiento y el trabajo en equipo por parte de los estudiantes, esta forma de aprender es significativa en los participantes actuales ya que se adapta más a las nuevas conductas de estudio de las nuevas generaciones como los denominados “Millennials”. Para esta investigación que es del tipo cuasi-experimental, se organizó una muestra dividida en dos grupos una de control donde se aplicó metodologías de clase expositivas con participación esporádica de los estudiantes y es un participante pasivo mayormente, y el otro grupo llamado experimental donde se aplica la metodología ABP, donde los participantes toman un rol protagónico en el aprendizaje a través del autodescubrimiento y el trabajo en equipo. El tratamiento estadístico de la investigación se realizó a través de la comparación de medias utilizando la prueba de t de student, presentándose esta información en el capítulo IV, los resultados en el capítulo V, y finalmente las conclusiones y recomendaciones de la tesis. En la sección de apéndices se muestra la información adicional, como las fichas de inscripción al taller organizado para la parte experimental, las fichas de validación por parte de expertos, los datos obtenidos en los grupos de control y experimental, los test utilizados en las pruebas de pre-test y post-

test, la guía teórica facilitada a los estudiantes en estudio y los problemas utilizados en la metodología del ABP. En el capítulo I se explica lo referente al planteamiento del problema, su identificación y formulación identificando la importancia, alcance de la investigación y las limitaciones de esta, en el capítulo II se expone el marco teórico indicando cuales son los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que lo sustentan, en el capítulo III se muestra la hipótesis general y las hipótesis específicas de la investigación además de indicarse las variables y su operacionalización, en el capítulo IV se realiza una exposición de la metodología utilizada mostrándose le ficha técnica y los aspectos del tratamiento estadístico, finalmente en el capítulo V se muestran los resultados partiendo de la validez y confiabilidad de los instrumentos , la prueba de hipótesis y la discusión de los resultados de la investigación.

El Autor.

Capítulo I. Planteamiento del Problema

1.1 Determinación del Problema

Aplicación de la metodología “Aprendizaje Basado en Problemas” para el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres, sede Lima – 2018.

La ingeniería es una profesión en la que el conocimiento de las ciencias básicas se aplica al uso eficaz de los materiales y las fuerzas de la naturaleza con el fin de atender las crecientes necesidades del ser humano. Su desarrollo ha estado vinculado a la mejora de la calidad de vida de los pueblos, ya que refleja como la humanidad ha adaptado el mundo a sus necesidades a partir de los logros técnicos que fue alcanzando (Palma, De Los Rios, & Miñan., 2012, pág. 1).

En ese contexto la formación de nuevos ingenieros siempre ha estado ligado de manera predominante a la transmisión de conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos sin considerar el desarrollo de competencias generales y específicas en los futuros ingenieros. Recientemente gracias al advenimiento del enfoque educativo por competencias en la educación de la ingeniería y a las tendencias de la mejora de la calidad a través de la acreditación, en el Perú se ha comenzado a tomar conciencia que la formación del ingeniero no solo es transmisión de conocimientos, sino también el desarrollo de competencias que las empresas y sociedad demandan. Fernández & Duarte (2013) manifiestan que. “Existe una preocupación constante de universidades y docentes, los cuales buscan desarrollar y adaptar nuevas estrategias pedagógicas y didácticas que permitan la formación de profesionales de ingeniería con las competencias exigidas por entornos laborales y sociales cada vez más dinámicos” (pág. 30).

Existen asociaciones internacionales que han desarrollado el tema de las competencias en la educación en la ingeniería como el Proyecto Tuning, el CDIO

(Conceive, Design, Implement and Operate systems in the Enterprise and societal context y el IPMA (International Project Management Association), que son la principal referencia en el mundo para la adopción de estándares y definiciones de las competencias para la profesión del ingeniero, los cuales son recogidos por las más prestigiosas agencias acreditadoras para programas de formación de ingeniería en el Perú y el Mundo, tales como ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology – Estados Unidos), ASIIN (Accreditation Agency for Degree Programmes in Engineering, Informatics/Computer Science, the Natural Sciences and Mathematics e.V. – Alemania), ICACIT (Instituto de Calidad y Acreditación de Programas de Computación, Ingeniería y Tecnología – Perú) y SINEACE(sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa), estas acreditadoras ya tienen identificadas las competencias adecuadas a desarrollar, por ejemplo ABET tiene 11 que las tiene señalizadas con letras minúsculas de la a – j, donde las habilidades duras son a, b, c, e y k, mientras que las blandas o profesionales son d, f, g, h, i y j, como se muestra en la tabla 1.

En nuestro país muchos programas de ingeniería industrial de diferentes universidades privadas y nacionales ya han adoptado este sistema de competencias para sus procesos de acreditación pero aún es muy pobre la implementación pedagógica y didáctica en los cursos del plan de estudios de estos programas académicos, problemática que no es exclusiva solo del Perú, investigadores de la universidad de Tarapacá manifiestan que en Chile como otros países, las facultades de ingeniería son muy lentas en reaccionar ante la necesidad de cambio para el rediseño curricular y de estrategias del proceso de enseñanza-aprendizaje (Letelier S., López F., Carrasco B., & Pérez M., 2005). Por lo que es de gran importancia comenzar a implementar cambios del proceso educativos en la formación de los futuros ingenieros para asegurar no solo la obtención de conocimientos científicos,

técnicos y tecnológicos, sino que se logren las competencias necesarias que hagan de este profesional un elemento útil para las empresas y la sociedad.

Existen varias metodologías para desarrollar competencias como: el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje orientado por proyectos y el aprendizaje basado en problemas (Fernández & Duarte, 2013). Donde algunos métodos son más adaptables y efectivos que otros dependiendo de la materia o especialidad de ingeniería en la que se aplique. Al ser una profesión donde el principal fin es la *solución de problemas* y además que los jóvenes que optan por estudiarla lo hacen porque les gusta *construir* (diseñar, armar, mejorar, planificar, etc.) hace que la mejor forma de adquirir conocimientos y desarrollar competencias sea *aprendiendo haciendo*, ya que el estudiante de ingeniería trae una motivación natural para aprender haciendo, y una de las metodologías que mejor se adaptaría a esa forma de aprender es el *aprendizaje basado en problemas* o conocida también por sus siglas ABP.

Barrows (1986) Define al ABP como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de inicio para la adquisición e integración de nuevos conocimientos” (pág. 481). Donde los protagonistas del aprendizaje son los estudiantes, que de manera activa van adquiriendo o reforzando conocimientos anteriores y desarrollando competencias. También Azer (2001) afirma que “Permite la transferencia de habilidades (por ejemplo, liderazgo, trabajo en equipo, organización, dar apoyo, priorizar y establecer tareas, resolver problemas, motivación y administrar el tiempo) se consideran atributos importantes en los profesionales de la salud” (pág. 87). Estas habilidades son necesarias también para los profesionales de la ingeniería y son logradas gracias a metodologías innovadoras de educación.

De la revisión bibliográfica de fuentes peruanas y fuentes internacionales no se ha encontrado ninguna publicación referida a la aplicación del ABP en la formación de

futuros ingenieros industriales y sus ventajas para el desarrollo de competencias de la ingeniería industrial. Por la experiencia obtenida en la enseñanza de la ingeniería en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres – USMP, se puede inferir que la utilización del ABP como método del proceso enseñanza-aprendizaje no se usa o se usa inadecuadamente, ya que en la mayoría de los casos se desconoce las ventajas formativas del método y también porque no hay a disposición de los docentes de ingeniería estudios y/o manuales aplicados a cada materia de la currículo de ingeniería industrial, tomando en cuenta también el logro de las competencias formuladas por la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la USMP como se muestra en la tabla 2.

Tabla 1.

Student Outcomes 2018-2019 (competencias al egresar)

Code	Outcome (skill)
(a)	an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering
(b)	an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data
(c)	an ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability
(d)	an ability to function on multidisciplinary teams
(e)	an ability to identify, formulate, and solve engineering problems
(f)	an understanding of professional and ethical responsibility
(g)	an ability to communicate effectively
(h)	the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context
(i)	a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning
(j)	a knowledge of contemporary issues
(k)	an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.

Fuente: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria>

Tabla 2.

Competencias que Adquiere el Estudiante al Egresar de la Carrera (Outcomes)

Código	Competencias
(a)	Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería.
(b)	Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar los datos obtenidos.
(c)	Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como son las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad.
(d)	Habilidad para trabajar adecuadamente en un equipo multidisciplinario.
(e)	Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
(f)	Comprensión de lo que es la responsabilidad ética y profesional.
(g)	Habilidad para comunicarse con efectividad.
(h)	Una educación amplia necesaria para entender el impacto que tienen las soluciones de la ingeniería dentro de un contexto global, económico, ambiental y social.
(i)	Reconocer la necesidad y tener la habilidad de seguir aprendiendo y capacitándose a lo largo de su vida.
(j)	Conocimiento de los principales temas contemporáneos.
(k)	Utilizar las técnicas, destrezas y herramientas modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

Fuente: <http://www.usmp.edu.pe/ffia/escuelas/industrial/index.php>

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general.

P_G ¿Cuál es el efecto de la aplicación de la metodología aprendizaje basado en problemas en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?

1.2.2 Problemas específicos.

P_{E1} ¿Cuál es el efecto en el nivel de logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?

P_{E2} ¿Cuál es el efecto en el nivel de logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar interpretar los datos obtenidos, ¿en

estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?

PE3 ¿Cuál es el efecto en el nivel de logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?

PE4 ¿Cuál es el efecto en el nivel de logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, ¿en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

OG Determinar si la aplicación de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

1.3.2 Objetivos específicos.

OE1 Determinar si la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

OE2 Determinar si la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar interpretar los datos obtenidos, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

OE3 Determinar si la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

OE4 Determinar si la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

1.4 Importancia y Alcance de la Investigación

La investigación ayudará a determinar el efecto y utilidad de la aplicación del ABP en el logro de competencias del estudiante de ingeniería industrial, este aporte se realizará de manera teórica, experimental y práctica. Que servirá como antecedente para posteriores investigaciones sobre el tema.

El aporte de esta investigación está basado en el desarrollo de la metodología ABP en la formación de futuros ingenieros industriales y la adecuación de esta herramienta metodológica a situaciones del proceso de enseñanza – aprendizaje de temas y cursos que se imparten en ingeniería, donde se podrá teorizar a través de las conclusiones de los resultados y realizar un aporte a la teoría del método con una aplicación específica de la ingeniería industrial. La parte experimental también permitirá obtener un modelo práctico de la aplicación de este método que se podrá replicar en otros cursos del plan de estudios del programa de estudio de la carrera de ingeniería industrial de la USMP.

Cada vez el mercado laboral reclama ingenieros con sólidos conocimientos y solidas competencias debido al dinamismo tecnológico que vivimos actualmente por la

revolución de las tecnologías de la información: industria 4.0, Big Data, inteligencia artificial, etc. El saber hacer ahora es tan importante como la facilidad de comunicación, el trabajo en equipo, el autoaprendizaje y el liderazgo, que son las competencias más importantes que demandan las empresas el día de hoy, no solo en el Perú sino también en el mundo.

Esta investigación aportara a la mejora de las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se tendrán disponibles para que los programas de ingeniería puedan utilizar de manera práctica y selectiva, además que se podrá sacar conclusiones importantes para el desarrollo evaluativo dentro del contexto de la aplicación de la metodología.

Con respecto al alcance de la investigación, esta fue realizada en la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima, para lo cual se seleccionaron estudiantes que participaron voluntariamente en un taller sobre diseño de automatismos industriales (tema que se cursa en los cursos de automatización industrial), estos estudiantes completaron los cursos con los saberes previos adecuados para el taller, este taller fue la parte experimental, el cual se dividió en dos grupos (Control y Experimental) con el fin de determinar el efecto de la metodología en el desarrollo de las 11 competencias reconocidas por la programa de ingeniería industrial de la USMP. Tabla 2.

1.5 Limitaciones de la Investigación

Las limitaciones que se presentaron fueron las de reclutar voluntarios para la fase experimental y el tiempo para la realización de los talleres ya que por la carga académica que tienen los estudiantes es complicado establecer un buen horario para la asistencia a los talleres.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1 Antecedentes del Estudio

2.1.1 Nacionales e internacionales.

En el estudio: El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería:

Se analizó la aplicación de la metodología ABP adaptada para el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de ingeniería electromecánica, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Para este estudio se implementó en la asignatura Seminario de Investigación del octavo semestre una adaptación de la metodología del ABP en tres momentos: Sensibilización, seguimiento a la solución del problema y finalmente evaluación y mecanismos, participaron 24 estudiantes durante 16 semanas durante el 2012 donde se conformaron grupos de cuatro personas asociados de manera voluntaria. En esta investigación se pueden resaltar las siguientes conclusiones:

- Proponer y gestionar proyectos de ingeniería, que respondan a necesidades culturales y sociales de contextos específicos, es una de las principales competencias para los ingenieros del presente milenio. En este sentido, la prueba piloto permitió establecer el avance de los estudiantes en el desarrollo de competencias profesionales propias de la ingeniería, gracias a la metodología propuesta.
- Para aplicar el ABP en el desarrollo de competencias profesionales en ingeniería, se propuso una metodología que implica determinar el papel que juegan docentes y estudiantes, las competencias a ser abordadas en el proceso formativo, los puntos de control y los mecanismos de evaluación.
- Las temáticas se eligieron de acuerdo con el nivel de formación de los estudiantes, de modo que pudieran aplicar los conocimientos adquiridos previamente. En la prueba piloto se detectaron falencias en el área de electrónica; también se detectó falta de

habilidad en el uso de programas de simulación, así como poca experiencia en el uso de algunos instrumentos de medición.

- Lo anterior permite establecer que el ABP, aparte de ser una estrategia de aprendizaje, puede ser utilizado como una herramienta para diagnosticar y corregir las debilidades en la formación de los futuros ingenieros.
- Para alcanzar mejores resultados, esta metodología debería ser aplicada de forma institucional, a lo largo del plan de estudios. Si bien un esfuerzo aislado como el de la prueba piloto permite identificar debilidades y fortalezas en la formación de los futuros ingenieros, éstas no podrán ser corregidas o potenciadas en una sola asignatura, sino a través del esfuerzo conjunto del colectivo docente (Fernández & Duarte, 2013, p. 38).

Azer (2001) indicó en “*Problem – based learning*”, que una revisión de más de 30 años de existencia del ABP desde que fue introducido en la McMaster University en Canadá en 1969, inicialmente aplicado en escuelas de medicina y hoy en día aplicado en diferentes especialidades de formación técnica y universitaria. En estudio el autor hace una revisión de 63 publicaciones donde se resaltan características del método como la eficiencia que demuestra en el aprendizaje de adultos, el incremento de la motivación de los participantes, entre otros, pero también muestra que varios autores concluyen que el inapropiado uso puede traer serios problemas y que es una estrategia ayuda a reducir la brecha entre la educación y la práctica. La conclusión a la que llega a partir del estudio es:

El ABP presenta las perspectivas más prometedoras para una mejor educación médica. Las cualidades aseguradas por PBL tales como el aprendizaje autodirigido, la mejora del aprendizaje y la integración cognitiva, el trabajo en equipo, el aprendizaje cooperativo entre pares, el desarrollo de actitudes reflexivas, la evaluación crítica y la evaluación, sugieren un valor potencial de su implementación en la educación médica. Sin

embargo, algunas de estas cualidades aún requieren una investigación completa para garantizar la validez y la efectividad a largo plazo de los ABP para producir médicos competentes para el nuevo milenio. (Azer, 2001, p. 87)

Betancourt en su artículo, *“Aprendizaje basado en problemas una experiencia novedosa en la enseñanza de la ingeniería”*. Describió la experiencia realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Manizales (Colombia), en torno a la aplicación del ABP como estrategia que posibilita el trabajo interdisciplinario, este trabajo se realizó con las asignaturas de Programación IV, Bases de Datos II y Análisis y Diseño II pertenecientes al quinto periodo académico del programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. Este estudio analiza la adaptación del ABP en el dictado de temas de ingeniería y recoge las opiniones de docentes y estudiantes, las conclusiones a las que llega a partir del estudio son las siguientes:

- Mediante la utilización de la estrategia del aprendizaje basado en problemas, se puede abordar en el aula la solución de problemas, en los cuales se necesite la integración de saberes, brindándole al estudiante ambientes donde se simule la realidad que va a enfrentar en el mercado laboral.
- El ABP es una forma de potenciar en los estudiantes entre otras habilidades las de aprender a aprender, el investigar y el trabajo colaborativo.
- Los roles tanto de docentes como de estudiantes toman nuevas connotaciones, la del docente de transmisor de conocimientos a motivador de la búsqueda del mismo y los estudiantes de una actitud pasiva a una activa en la búsqueda del conocimiento.
- Esta estrategia pedagógica se debe apoyar en estrategias virtuales para facilitar la interacción docente – estudiante sin necesidad de a prespecialidad.

- Para implementar este tipo de estrategias en todo el currículo es necesario realizar ajustes en los procesos administrativos, tales como organización de horarios de docentes, estudiantes y uso de recursos tecnológicos (Betancourt, 2006, pág. 51).

Herrán & Vega (2006) resaltaron que el valor del ABP como estrategia didáctica, ya que promueve en los estudiantes aprendizajes contextualizados y significativos, la cual se aplicó para mejorar el aprendizaje del diseño de ingeniería en asignaturas de 8 programas de ingeniería que ofrece la Universidad Autónoma de Occidente de Cali (Colombia). En este artículo se registran las experiencias de 2 años de dictado aplicando el ABP. Las conclusiones que llego este estudio fueron:

- El uso del ABP como estrategia didáctica ha permitido lograr en los estudiantes una motivación por el aprendizaje de métodos y técnicas de diseño que les han servido para materializar desarrollos conceptuales acerca de productos que satisfacen necesidades de las personas mediante un proceso riguroso y sistemático que garantiza que sus diseños son potencialmente viables y factibles.
- Por el lado pedagógico, la ganancia es con relación al aprendizaje significativo que logran y el desarrollo de las competencias establecidas para el curso y para la formación del ingeniero de la UAO. Desde la misma elección del problema, la cual se hace apuntándole a lo cotidiano, los estudiantes sienten que están haciendo ingeniería y poco a poco van descubriendo el camino que cada cual debe recorrer hasta llegar al concepto final de diseño.
- Sin embargo, también se presentan inconvenientes porque algunos estudiantes desean que sea el profesor quien les indique que es lo que deben hacer y que apruebe en todo momento lo que hacen. Este sentido de dependencia del profesor que aún persiste es el que principalmente puede afectar el proceso, ya que dichos estudiantes pueden generar “ruido” y distorsionar el proceso de los demás.

- Es aconsejable entonces, ser muy pacientes, pero estar preparados para cualquier contingencia, ya que también el docente siente la tentación de darles más clases magistrales, sobre todo cuando no se están logrando los resultados esperados, pero se debe resistir y mantener la idea que se recibirán excelentes trabajos al final y otros no tanto pero que, al menos el ABP les permitió aprender significativamente el proceso de diseño conceptual (Herrán & Vega, 2006, p. 43).

Por su parte Meneses & Ordisgoitia, manifiestan en su artículo. *Laboratorio virtual basado en la metodología de aprendizaje basado en problemas, ABP*. Qué en los resultados de aplicar la metodología en los laboratorios de la asignatura de Instrumentación Electrónica en la Universidad de San Buenaventura, Medellín (Colombia), se ven las ventajas de apoyar el ABP con las TICs, ya que la metodología por si sola es difícil de implementar porque se necesitan docentes motivados y capacitados en su aplicación, por lo que las tecnologías de la información son un buen apoyo para facilitar el trabajo docente y del estudiante. Entre las conclusiones más importantes del estudio se tiene:

- La educación en ingeniería debe reinventarse continuamente para no quedarse estancada en modelos caducos y monótonos, la docencia universitaria debe ser dinámica, autocrítica y evolutiva para estar a la altura de los requerimientos de los tiempos modernos.
- La metodología ABP plantea conceptos muy valiosos que sirven para fortalecer al estudiante en áreas que tradicionalmente han sido descuidadas, especialmente en nuestro medio, como son la investigación, la sinergia, el trabajo extra-clase y el trabajo en equipo.
- La figura del docente en el modelo ABP cambia para tomar la forma de un tutor, una guía que acompaña el proceso de aprendizaje y hace las veces de un verdadero

facilitador educativo que debe transmitir comportamientos y actitudes de liderazgo, compromiso, rigor científico y ética profesional.

- El modelo de ABP de aprendizaje plantea ubicar al estudiante como protagonista y motor principal del proceso educativo. No obstante, ese ideal exigente propuesto por el modelo no se logra sino diseñando estrategias conjuntas, multidisciplinarias al interior de las instituciones educativas que incluso abarcan el rediseño de los planes de estudio de los programas, la modernización tecnológica, la capacitación de los docentes, de los directivos, etc. (Meneses & Ordisgoitia, 2009, p. 71).

Morante en su Tesis para optar el Grado de Magister en psicología con mención en Cognición, Aprendizaje y Desarrollo de la Pontificia Universidad Católica del Perú, *Efectos del aprendizaje basado en problemas (ABP) sobre el aprendizaje conceptual y mecanismos asociados a su funcionamiento exitoso en estudiantes de secundaria*, mencionaron que se aplicó el ABP a estudiantes de secundaria de una escuela particular de Lima metropolitana distrito Magdalena del Mar con una población de 260 estudiantes, de la cual se extrajo una muestra de 20 estudiantes del quinto grado de secundaria en el curso de Ciencias Sociales durante el 2015. Y que pese a que el ABP es una metodología naturalmente creada y aplicada en educación superior en este estudio se aplicó al nivel secundario, indico lo siguiente:

Se puede afirmar que la condición de instrucción ABP permitió un mejor, o en todo caso igual, aprendizaje conceptual que la condición de instrucción Exposición-Discusión (ED); y que el ABP tiene como beneficio adicional la estimación de un conjunto de habilidades cognitivas complejas fundamentales para convertir a los estudiantes en aprendices capaces de aprender de manera autónoma y profunda como son el pensamiento crítico, la capacidad para trabajar en equipo, habilidades para investigar (problematizar, planificar, buscar información, organizar e interpretar la información, sintetizar y aplicar y

comunicar) y auto-dirigir el aprendizaje (organización y responsabilidad para el trabajo académico) (Morante, 2016, p. 55).

Por su parte Alcántara en su tesis. *Efecto del empleo de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas en el rendimiento académico de los estudiantes del séptimo ciclo de la escuela de estomatología de la Universidad Alas Peruanas Lima 2013*. Presentada en la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle se realizó un análisis del efecto del ABP de la aplicación en estudiantes del programa de estomatología con respecto al rendimiento académico con respecto a los contenidos específicos, concluyendo que el ABP es beneficioso en comparación con los métodos tradicionales de dictado de clases, pero recomienda realizar investigaciones adicionales y seguir explorando el método para poder tener resultados más concluyentes (Alcántara, 2014).

Y finalmente Palma, De Los Rios, Miñan, & Luy., en su artículo “*Hacia un nuevo modelo desde las competencias: La Ingeniería Industrial*”, mostró de manera general y panorámica la actual perspectiva de la educación de la ingeniería a nivel mundial y en el Perú, analizando las corrientes europeas y norteamericanas, donde se establece la necesidad que en la formación de ingenieros industriales se propicie el desarrollo de competencias que ya son requeridas por los empleadores y por el gran receptor del quehacer ingenieril y la sociedad. También en este estudio se comparan las codificaciones de competencias del Proyecto Tuning con las definidas en el plan de estudios de CDIO (Conceive, Design, Implement and Operate systems in the enterprise and societal context) y las de IPMA (International Project Management Association) para definir la codificación de competencias genéricas más apropiada para la realidad latinoamericana. También vemos la importancia de usar metodologías vanguardistas para realizar un enfoque por competencias efectivo del programa de estudio peruanos, ya que los métodos de enseñanza-aprendizaje tradicionales son los menos apropiados para el desarrollo de

competencias mostrado en este estudio. El estudio fue publicado en julio del 2012 en la ciudad de Panamá y mostro las siguientes conclusiones:

- Con los resultados alcanzados en este trabajo, puede afirmarse que la codificación de competencias Tuning-AL pueden emplearse para la formación de competencias de los estudiantes de ingeniería de América Latina. Entonces, son aplicables para el caso de Perú, en donde hoy en día es un reto no solo diseñar un currículo potenciador de competencias profesionales sino también el desarrollo de competencias genéricas y específicas en su interrelación en el proceso de formación profesional.
- Para la carrera de ingeniería Industrial en el Perú es necesario partir de las competencias genéricas establecidas por el Proyecto Tuning AL para diseñar y complementar un modelo educativo cuyo currículo este basado en ellas y que propicie el desarrollo de las habilidades, conocimientos y actitudes de los estudiantes de pregrado que la sociedad espera.
- Un modelo educativo universitario es una representación de la realidad, en este caso de los principales sistemas y subsistemas que intervienen en el proceso de formación de profesionales en las universidades. La necesidad de definir un modelo educativo en la universidad es tal, que constituye un indicador importante para determinar la calidad educativa que se ofrece.
- Por lo tanto, para la Ingeniería Industrial en el Perú, desarrollaremos un modelo educativo universitario basado en competencias cuyo objetivo general es integrar al estudiante en un contexto de aprendizaje situado en campos reales relacionados con la práctica del rol profesional a desempeñar. Con ello se trata de posibilitarle la adquisición de los conocimientos, información, habilidades y competencias necesarias para el ejercicio profesional en un determinado ámbito del mercado laboral. El modelo educativo a desarrollar tendrá la siguiente estructura curricular: Objetivos generales de

la carrera, Definición del profesional graduado, Perfil del egresad, Plan de estudios y malla curricular.

- Como fase preliminar al desarrollo de los elementos del modelo educativo a proponer para el caso de Ingeniería Industrial en el Perú, el perfil del egresado deberá contener elementos fundamentales de conocimientos, habilidades y destrezas profesionales, competencias generales y específicas, y sobre todo de actitudes y valores (Palma, De Los Rios, & Miñan, 2012, p. 8).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 La ingeniería industrial.

La Ingeniería es la disciplina con la cual se puede mejorar todo el sistema y el entorno en el que vivimos. Consiste en adaptar las ciencias y todo el conocimiento humano adquirido durante años de estudio e investigación de manera práctica en función de satisfacer y dar soluciones a las necesidades humanas. En resumen, la ingeniería es la disciplina profesional de la aplicación de la ciencia y todo el conocimiento humano para la convención óptima de los recursos naturales en beneficio del hombre. Es definida también como el arte profesional de la aplicación de la ciencia para la conversión óptima de los recursos naturales (Stincer, 2012, p. 12).

La Ingeniería Industrial se enfoca al diseño, mejora e instalación de sistemas que se integran por personal (trabajadores), materiales y energía, que en conjunto se encargan de la producción de bienes y de servicios para la sociedad. El profesional de esta área del conocimiento que se enfoca a la investigación operativa emplea las matemáticas avanzadas como herramienta para lograr su objetivo, así como técnicas avanzadas de computación (como la programación lineal y la simulación) con las que se puede predecir el comportamiento de cualquier sistema (Terán, 2016, p. 88).

2.2.2 El aprendizaje basado en problemas (ABP).

2.2.2.1 Teorías del aprendizaje.

Shuell (como se citó en Schunk, 2012) piensa que la gente coincide en que el aprendizaje es importante, pero tiene diferentes puntos de vista sobre las causas, los procesos y las consecuencias de él. No existe una definición de aprendizaje aceptada por todos los teóricos, investigadores y profesionales. Sin embargo, una buena definición sobre el aprendizaje sería la que postula, Schunk (2013) “El aprendizaje es un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es resultado de la práctica o de otras formas de experiencia” (p. 17).

Desde ese punto de vista las teorías del aprendizaje se pueden clasificar de la manera siguiente:

Teorías conductistas. La teoría conductista se centra en el cambio del comportamiento humano producto de un aprendizaje, John Dewey afirmó que todo en la vida es aprendido, que lo único innato es el impulso. Papalia y Wendkos, como se citó en (Arancibia, Herrera, & Strasser, 1997) En general, el aprendizaje dentro de las Teorías Conductistas se define como el cambio relativamente permanente del comportamiento, que refleja una adquisición de conocimientos y habilidades a través de la experiencia. Es decir, se excluye cualquier cambio obtenido por simple maduración. Estos cambios en el comportamiento deben ser razonablemente objetivos y, por lo tanto, deben poder ser medidos.

Teorías cognitivas. Están centradas en los procesos internos que se desarrollan en el proceso de aprendizaje, se entiende que este proceso conlleva la adquisición de la información en la memoria, no es necesario estudiar los procedimientos de estímulo-respuesta, sino atender a los sistemas de retención y recuperación de datos, a las estructuras

mentales donde se alojan estas informaciones y las diferentes formas de actualización de estas.

El paradigma cognitivo el aprendizaje se concibe como un proceso interno no observable. Se destaca los aspectos no observables: la significación, la intención, el sentimiento, la creatividad y el pensamiento. La investigación cognitiva se centra en el aprendizaje humano, busca leyes más generales del aprendizaje, es decir, no se limita al aprendizaje animal o de laboratorio. Se preocupa por explicar cómo diferentes personas resuelven problemas, adquieren conceptos, perciben y recuperan información y ejecutan diversas tareas complejas (Bara, 2001).

2.2.2.2 Tipos de aprendizaje.

Aprendizajes por descubrimiento. Consiste en la adquisición de conceptos, principios o contenidos a través de un método de búsqueda activa, sin una información inicial sistematizada del contenido de aprendizaje.

Aprendizaje por ensayo y error. Proceso de aprendizaje en el cual el sujeto enfrentado a una nueva situación no sabe cuál es la respuesta correcta y comienza emitiendo una variada gama de ellas, hasta que casualmente ejecuta la respuesta correcta, tras la cual recibe un reforzamiento positivo.

Aprendizaje innovador. Supone, la capacidad de control de los acontecimientos, que dirigen el rumbo de una sociedad. Los rasgos básicos de este aprendizaje son la participación y la anticipación.

Aprendizaje latente. Aprendizaje que tiene lugar en ausencia de reforzamientos o recompensas, y que sólo se manifiesta, en la conducta o actuación de lo contrario y permanece latente cuando aparece el reforzamiento.

Aprendizaje lecto. Intervienen diversas variables; por un lado, las que caracterizan al mismo proceso lector; por otro lado, a una serie de aptitudes implicadas en él, que el educando debe poseer antes de iniciar el aprendizaje.

Aprendizaje de mantenimiento. Este aprendizaje se define como la adquisición de criterios, métodos y reglas fijas para hacer frente a situaciones conocidas y recurrentes. Estimula la capacidad de resolver problemas, en el supuesto de problemas ya vividos.

Aprendizaje social. El término aprendizaje social, ha sido empleado globalmente en la psicología contemporánea de dos maneras diferentes, en virtud de la expresión del concepto y de su vinculación a sistemas teóricos determinados. Para muchos autores, por aprendizaje social se entiende un conjunto de aprendizajes que hacen referencia a conductas específicas y directamente ligadas a la vida social, como hábitos sociales, actitudes, valores. Se trata de un uso genérico, en el que no se señalan procesos concretos, sino el ámbito en que se dan.

Aprendizaje vicario. Aprendizaje que se obtiene por la observación de la conducta, consecuencias y procesos de un modelo. Se fundamenta en los procesos imitativos complejos, es decir, integra dimensiones cognitivas y efectivas. La identificación del sujeto que aprende con el modelo, y las recompensas que éste recibe, como consecuencia de su conducta son aspectos esenciales, en el aprendizaje vicario.

Aprendizaje continuo vertical. Tipo de aprendizaje realizado por el estudiante, mediante los que codifica, transforma y retiene la información. Va del aprendizaje meramente memorístico o repetitivo, un número de teléfono, por ejemplo, al aprendizaje plenamente significativo.

Aprendizaje significativo. Se refiere a la estrategia de instrucción planificada. Para fomentar ese aprendizaje, vade la enseñanza puramente receptiva, cuando un maestro explica lo que el estudiante debe aprender, a la enseñanza basada en el descubrimiento

espontaneo del estudiante, solución de problemas, laboratorio (Camarero Suarez, Martín del Buey, & Herrero Diez, 2000).

2.2.2.3 El aprendizaje basado en problemas como método.

El Aprendizaje Basado en Problemas o ABP es una metodología centrada en el aprendizaje, la investigación y la reflexión que siguen los estudiantes para llegar a la solución de un problema planteado por el docente. El ABP es una metodología que ocurre de manera espontánea, es la manera que aprendemos las cosas en la vida diaria y de manera inconsciente (Barrows & Tamblyn, 1980). Barrows (1986) afirmó. “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (Barrows, p. 481). Prieto (2006) señaló que “el aprendizaje basado en problemas representa una estrategia eficaz y flexible que, a partir de lo que hacen los estudiantes, puede mejorar la calidad de su aprendizaje universitario en aspectos muy diversos” (p. 174). Engel & Woods (como se citó en Prieto, 2006) identifica competencias que son potenciadas con el ABP:

- Identificación de problemas relevantes del caontexto profesional.
- La conciencia del propio aprendizaje.
- La planificación de las estrategias que se van a utilizar para aprender.
- El pensamiento crítico.
- El aprendizaje autodirigido.
- Las habilidades de evaluación y autoevaluación.
- El aprendizaje permanente.

2.2.2.3.1 Características.

Es un método de trabajo activo donde los estudiantes participan constantemente en la adquisición de su conocimiento.

El método se orienta a la solución de problemas que son seleccionados o diseñados para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos de conocimiento.

El aprendizaje se centra en el estudiante y no en el profesor o sólo en los contenidos.

Es un método que estimula el trabajo colaborativo en diferentes disciplinas del conocimiento.

El docente se convierte en un facilitador o tutor del aprendizaje.

Al trabajar con el ABP la actividad gira en torno a la discusión de un problema y el aprendizaje surge de la experiencia de trabajar sobre ese problema (ITESM, 2014, p. 5). Esa socialización del problema empatiza al estudiante frente a las posibles soluciones, promoviendo en ellos el desarrollo de la capacidad de trabajo en equipo y el liderazgo.

Aspectos importantes que tomar en cuenta con el ABP:

- Responde a una metodología centrada en el estudiante y en su aprendizaje. A través del trabajo autónomo y en equipo, los estudiantes deben lograr los objetivos planteados en el tiempo programado.
- Los estudiantes trabajan en grupos pequeños, lo que favorece que los estudiantes gestionen eficazmente los posibles conflictos que surjan entre ellos y que todos se responsabilicen de la consecución de los objetivos previstos. Esta responsabilidad asumida por todos los miembros del grupo ayuda a que la motivación por llevar a cabo la tarea sea elevada y que adquieran un compromiso real y fuerte con sus aprendizajes y con los de sus compañeros.
- Esta metodología favorece la posibilidad de interrelacionar distintas materias o disciplinas académicas. Para intentar solucionar un problema los estudiantes pueden (y es aconsejable) necesitar recurrir a conocimientos de distintas asignaturas ya

adquiridas. Esto ayuda a que los estudiantes integren en un “todo” coherente sus aprendizajes.

- El ABP puede utilizarse como una estrategia más dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, aunque también es posible aplicarlo en una asignatura durante todo el curso académico.

2.2.2.3.2 Planificación.

Como paso previo a la planificación y utilización del ABP se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales:

Que los conocimientos previos de los que ya disponen los estudiantes son suficientes y les ayudarán a construir los nuevos aprendizajes que se propondrán en el problema.

Que el contexto y el entorno favorezcan el trabajo autónomo y en equipo que los alumnos llevaran a cabo (comunicación con docentes, acceso a fuentes de información, espacios suficientes, etc.).

En la planificación de la sesión de ABP es necesario:

Seleccionar los objetivos que, enmarcados dentro de las competencias establecidas en la materia, pretendemos que los estudiantes logren con la actividad.

Escoger la situación problema sobre la que los estudiantes tendrán que trabajar.

Para ello el contenido debe:

- a. Ser relevante para la práctica profesional de los estudiantes.
- b. Ser lo suficientemente complejo (pero no imposible) para que suponga un reto para los estudiantes. De esta manera su motivación aumentará y también la necesidad de probarse a sí mismos para orientar adecuadamente la tarea.

- c. Ser lo suficientemente amplio para que los estudiantes puedan formularse preguntas y abordar la problemática con una visión de conjunto, pero sin que esta amplitud llegue a desmotivarles o crearles ansiedad.

Orientar las reglas de la actividad y el trabajo en equipo. Sabemos que, en ocasiones, trabajar en grupo puede crear tensiones, malestar entre los miembros, descoordinación, etc. Estos conflictos dentro de los grupos suelen ser beneficiosos para el crecimiento del grupo, si se solucionan adecuadamente. Para que estos problemas, cuando surjan, no entorpezcan demasiado el trabajo de los equipos, el docente puede proponer el reparto de roles dentro de los grupos. El coordinador, gestor de tiempos, moderador, etc. pueden ser algunos ejemplos. Todos los estudiantes, aparte de desempeñar estos roles, deben participar activamente en el trabajo común.

- Establecer un tiempo y especificarlos para que los estudiantes resuelvan el problema y puedan organizarse. El tiempo puede abarcar determinadas horas, días e incluso semanas, dependiendo del alcance del problema. No se recomienda que el tiempo dedicado al problema sea excesivamente extenso ya que los estudiantes pueden desmotivarse. También se pueden seleccionar los momentos en los que los estudiantes estarán en el aula trabajando y aquellos en los que no necesitarán (si no lo desean) estar en la clase.
- Organizar sesiones de tutoría donde los alumnos (a nivel individual y grupal) puedan consultar con el tutor sus dudas, sus incertidumbres, sus logros, sus cuestiones, etc. Este espacio ofrece al tutor la posibilidad de conocer de primera mano cómo avanza la actividad y podrá orientarles, animarlos a que continúen investigando, etc. Las tutorías constituyen una magnífica oportunidad para intercambiar ideas, exponer las dificultades y los avances en la resolución del problema.

2.2.2.3.3 *Desarrollo del proceso.*

Son variadas las propuestas del desarrollo del ABP, pero unas difieren de las otras en algunos aspectos, pero en general se mantiene la esencia de este. Morales & Landa establecen que el desarrollo del proceso del ABP ocurre en ocho fases: Primera fase: Leer y analizar el escenario del problema, Segunda fase: Realizar una lluvia de ideas, Tercera fase: Hacer una lista con aquello que se conoce, Cuarta fase: Hacer una lista con aquello que no se conoce, Quinta fase: Hacer una lista de aquello que necesita hacerse para resolver el problema, Sexta fase: Definir problema, Séptima fase: Obtener información y Octava fase: Presentar resultados (Morales & Landa, 2004).

2.2.2.3.4 *Rol del Docente y del Estudiante.*

Al utilizar metodologías centradas en el aprendizaje de los estudiantes, los roles tradicionales, tanto del docente como del estudiante, cambian.

Docente:

- Da un papel protagonista al estudiante en la construcción de su aprendizaje.
- Tiene que ser consciente de los logros que consiguen sus estudiantes.
- Es un guía, un tutor, un facilitador del aprendizaje que acude a los alumnos cuando le necesitan y que les ofrece información cuando la necesitan.
- El papel principal es ofrecer a los estudiantes diversas oportunidades de aprendizaje.
- Ayuda a sus alumnos a que piensen críticamente orientando sus reflexiones y formulando cuestiones importantes.
- Realizar sesiones de tutoría con los estudiantes.

Estudiantes:

- Asumir su responsabilidad ante el aprendizaje.
- Trabajar con diferentes grupos gestionando los posibles conflictos que surjan.

- Tener una actitud receptiva hacia el intercambio de ideas con los compañeros.
- Compartir información y aprender de los demás.
- Ser autónomo en el aprendizaje (buscar información, contrastarla, comprenderla, aplicarla, etc.) y saber pedir ayuda y orientación cuando lo necesite.
- Disponer de las estrategias necesarias para planificar, controlar y evaluar los pasos que lleva a cabo en su aprendizaje.

2.2.2.3.5 La evaluación.

Si cambian las maneras de aprender y enseñar, también será necesario modificar la forma de evaluar los aprendizajes. El estudiante “ideal” ya no es aquel que en examen final obtiene un sobresaliente porque se ha estudiado de memoria la lección. El estudiante “ideal” ahora es aquel que ha adquirido, por medio de un aprendizaje autónomo y cooperativo, los conocimientos necesarios y que, además, ha desarrollado y entrenado las competencias previstas en el programa de la materia gracias a una reflexión profunda y a una construcción activa de los aprendizajes (Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid, 2010, p. 13).

Para la evaluación podemos utilizar las siguientes técnicas.

- Caso práctico en el que los estudiantes tengan que poner en práctica todo lo que han aprendido.
- Un examen que no esté basado en la reproducción automática de los contenidos estudiados, sino que implique que el estudiante organice coherentemente sus conocimientos.
- Autoevaluación: El estudiante ha llevado a cabo un proceso de aprendizaje autónomo. Por tanto, nadie mejor que él mismo conoce todo lo que ha aprendido y todo lo que se ha esforzado. se pueden establecer algunos aspectos para que el alumno se autoevalúe: aprendizaje logrado, tiempo invertido, proceso seguido, etc.

- Evaluación realizada entre pares (coevaluación). El estudiante, durante su proceso de aprendizaje, ha trabajado con sus compañeros cooperativamente. Por lo tanto, conocer la opinión de los compañeros también resulta interesante. Los aspectos sobre los que se pueden preguntar pueden ser: ambiente cooperativo dentro del grupo, reparto de tareas eficaz, cumplimiento de las expectativas como grupo, etc.

2.2.3 Logro de competencias.

2.2.3.1 El concepto de competencia.

El concepto de competencia surgió en la década de los sesenta, como respuesta a un cambio en el ámbito económico, industrial y laboral. Existía la necesidad de reconvertir la mano de obra en función del nuevo mapa profesional-laboral... La competencia viene a ser un concepto integrador, cuya aplicación supone un cambio coperniquiano en la docencia. Se marcan de nuevo los territorios y se redefinen los roles. Hay que pasar de una enseñanza administrada de manera asimétrica a una enseñanza-aprendizaje, que logre hacer al estúdiante responsable de su aprendizaje y del docente, un facilitador del mismo (Poblete., 2006, p. 83).

Desde un punto de vista didáctico, se pueden distinguir varios tipos de competencias en el proceso de formación del educando, y estas pueden ser adquiridas durante toda la vida (Tobón, 2006).

- Competencias básicas.* Son comportamientos elementales asociados a conocimientos de tipo formativo. Son aquellas que requiere el individuo para desempeñarse en cualquier actividad productiva, y están referidas a las capacidades de leer, interpretar textos, aplicar sistemas numéricos, saber expresarse, saber escuchar, aprender a aprender, manejo de tecnologías de información y comunicaciones (TICs), situar y comprender, de manera crítica los datos de la realidad para elaborar criterios de elección en la toma de decisiones.

- b. Competencias genéricas (transversales).* Son aquellos conocimientos y habilidades que están asociadas al desarrollo de diversas áreas ocupacionales, analizar y evaluar la información, capacidad de negociación, trabajar en equipo, contribuir al mantenimiento de la seguridad e higiene en el área de trabajo, planificar y gestionar la tarea, adquirir una cultura tecnológica, la capacidad de anticipar amenazas y oportunidades, desarrollar una visión sistemática de la realidad, de organizarse, formulación de proyectos profesionales, fortalecimiento de la toma de decisiones, capacidad de asumir riesgos y desarrollo de liderazgo. Generalmente, las competencias actitudinales, competencias intelectuales, competencias comportamentales, competencia metodológica, competencia social, competencias sociales, competencias funcionales, competencias participativas, competencias de empleabilidad, competencias claves son consideradas como parte de las competencias generales.
- c. Competencias específicas.* Son las que complementan el saber hacer, son aquellas competencias asociadas a conocimientos y habilidades de índole técnico, transmiten estándares y procesos necesarios para una función productiva, capacidad de organización y planificación de tareas, generalmente se refieren a un lenguaje específico, al uso de instrumentos y herramientas determinadas.

2.2.3.2 Las competencias y la ingeniería.

Existen diferentes enfoque de el desarrollo de la competencias en la educación de la ingeniería en el mundo, que plantean puntos de vista variados pero que tienen varias coincidencias en el fondo y pocas diferencias en la forma de la aplicación de estas, las corrientes más importantes son la de Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la de la iniciativa Conceive Desing Implement Operate (CDIO); las cuales plantean un programa de competencias para la formación de las diferentes áreas de la ingeniería.

Sierra y Cabezuelo (como se citó en Palma et al., 2012) El EEES propuso una metodología de enseñanza-aprendizaje e invita a la implantación de un modelo basado en el desarrollo de las competencias. La finalidad es dotar a los estudiantes de unas competencias, conocimientos, habilidades y destrezas que sirvan tanto para la esfera académica como para el campo laboral. Entonces el proceso llamado Proceso Bolonia se convierte en una gran oportunidad para mejorar la calidad de las universidades y la actividad docente (p. 3).

La propuesta CDIO (tabla 3) está bien alineada con los criterios de ABET y además tienen dos ventajas. La primera es que puede afirmarse que están más organizados racionalmente, porque están más explícitamente derivados de las funciones de la ingeniería moderna, lo que crea una mejor comprensión de por qué implementar un cambio. La segunda y principal ventaja es que contiene tres niveles más de detalle que el documento de ABET (tabla 1).

Tabla 3.

Objetivos de Primer y Segundo Nivel del Syllabus CDIO

Competencias de primer y segundo nivel de la CDIO	Competencia de ABET
1. TECHNICAL KNOWLEDGE AND REASONING	
1.1. Knowledge of underlying sciences.	(a)
1.2. Core engineering fundamental knowledge.	(a)
1.3. Advanced engineering fundamental knowledge.	(k)
2. PERSONAL AND PROFESIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES	
2.1. Engineering reasoning and problem solving.	(e)
2.2. Experimentation and knowledge discovery.	(b)
2.3. System thinking.	--
2.4. Personal skills and attitudes.	(i)
2.5. Professional skills and attitudes.	(f)
3. INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION	
3.1. Teamwork. (d)	(d)
3.2. Communication. (g)	(g)
3.3. Communication in foreign languages.	--
4. CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE AND SOCIETAL CONTEXT	
4.1. External and societal context.	(h), (j)
4.2. Enterprise and business context.	(c)
4.3. Conceiving and engineering systems.	(c)
4.4. Designing.	(c)
4.5. Implementing.	(c)
4.6. Operating.	(c)

Fuente: (Hacia un nuevo modelo desde las competencias: la ingeniería industrial en el Perú, 2012)

2.3 Definición de Términos Básicos

ABET. Accreditation Board of Engineering and Technology, acreditadora norteamericana especialista en la acreditación de programas de ingeniería, tecnología y computación, miembro fundador del Acuerdo de Washington.

Actitud. Forma de actuar de cada persona, el comportamiento que emplea un individuo para hacer las cosas.

Aprender. Adquirir el conocimiento o dominio de algo mediante la experiencia o el estudio.

Aprendizaje. Proceso por medio del cual la persona se apropia del conocimiento, en sus distintas dimensiones: conceptos, procedimientos, actitudes y valores.

Aprendizaje significativo. El tipo de aprendizaje en que un estudiante relaciona la información nueva con la que ya posee, reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en este proceso.

CDIO. Conceive, Design, Implement and Operate, iniciativa de las principales escuelas de ingeniería del mundo para mejorar la enseñanza de la ingeniería.

Coevaluación. La Coevaluación consiste en la evaluación del desempeño de un estudiante a través de la observación y determinaciones de sus propios compañeros de estudio. El mencionado tipo de evaluación resulta ser realmente innovador porque propone que sean los mismos estudiantes, que son los que tienen la misión de aprender, los que se coloquen por un momento en los zapatos del docente y evalúen los conocimientos adquiridos por un compañero y que ellos también han debido aprender oportunamente.

Competencias básicas. Pueden entenderse como aquellas que son comunes a todas las profesiones. Por ejemplo, las de comunicaciones e informática básica, entre otras.

Competencias genéricas. Son inherentes a una rama profesional, por ejemplo, las comunes a todas las ingenierías. Pueden ser las de creatividad, las de análisis, de investigación y de trabajo en equipo, entre otras.

Competencias específicas. Están referidas a aspectos muy técnicos o a un determinado ejercicio profesional, es el caso de una ingeniería en particular. Por ejemplo, planear y programar la producción, que es propia de la ingeniería industrial.

Currículo. Es el vehículo que concreta la cultura en la universidad. Podría entenderse como la organización y proyección de conocimientos y experiencias que una institución educativa planea para la formación profesional.

Estrategias de aprendizaje. Consiste en el conjunto de actividades, técnicas y medios que se planifican de acuerdo con las necesidades de los estudiantes, los objetivos que se buscan y la naturaleza de los conocimientos, con la finalidad de hacer efectivo el proceso de aprendizaje.

Estrategia cognitiva. Las estrategias son conductas u operaciones mentales, es lo que el estudiante realiza en el momento de aprender y que está relacionado con una meta.

Evaluación. Una prueba, examinación, o “examen”, es una evaluación, a menudo administrada en papel o en la computadora, destinada a medir la prueba de los tomadores o de los encuestados, a menudo un estudiante, conocimientos, habilidades, aptitudes, o clasificación en muchos otros temas.

Habilidad. Es el grado de competencias de un sujeto concreto frente a un objetivo determinado.

Ingeniería. Es la profesión que se fundamenta en los conocimientos de las ciencias naturales y matemáticas, en la conceptualización, diseño, experimentación y práctica de las ciencias propias de cada especialidad, buscando la optimización de los materiales de los

materiales y recursos, para el crecimiento, desarrollo sostenible y bienestar de la humanidad.

Metacognición. Designa una serie de operaciones, actividades y funciones cognoscitivas llevadas a cabo por una persona, mediante un conjunto interiorizado de mecanismos intelectuales que le permiten recabar, producir y evaluar información, a la vez que hacen posible que dicha persona pueda conocer.

Método. Procedimiento, técnica o manera de hacer algo, en especial, si se hace siguiendo un plan, o de forma sistémica, orientada y lógica; lista ordenada de partes o pasos para lograr un fin; procedimientos y técnicas característicos de una disciplina o rama del saber.

Metodología. Es el objeto el que ha de determinar el método adecuado, para su estudio, y no consideraciones éticas desprovistas de base racional.

Método ABP. El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los estudiantes para llegar a una solución ante un problema planteado por el docente. Es un método activo para el docente, donde el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje.

Método tradicional. Sistema de educación basado en el aprendizaje, por medio de clases expositivas, donde el docente tiene el protagonismo del aprendizaje de los estudiantes y los estudiantes tienen un rol pasivo.

Liderazgo. El liderazgo es el conjunto de habilidades gerenciales o directivas que un individuo tiene para influir en la forma de ser o actuar de las personas o en un grupo de trabajo determinado, haciendo que este equipo trabaje con entusiasmo hacia el logro de sus metas y objetivos.

Pedagogía. Es la ciencia que tiene como objetivo de estudio, la formación del sujeto y estudia a la educación, como fenómeno sociocultural y específicamente humano,

brindándole un conjunto de bases y parámetros para analizar y estructurar la educación y los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Retroalimentación. También denominado con la palabra inglesa feedback, significa “ida” y “vuelta” es, desde el punto de vista social y psicológico, el proceso de compartir observaciones, preocupaciones y sugerencias, con la intención de recabar información, a nivel individual o colectivo.

Trabajo en equipo. Trabajo en equipo es un grupo de personas con perspectivas organizadas y claras sobre sus metas. Trabajo en equipo es el trabajo hecho por varias personas donde cada uno hace una parte, pero todos tienen un objetivo común.

Capítulo III. Hipótesis y Variables

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general.

H_G La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

3.1.2 Hipótesis específicas.

H_{E1} La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

H_{E2} La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar interpretar los datos obtenidos, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

H_{E3} La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

H_{E4} La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería,

en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

3.2 Variables

Como Hernández (2014) afirmó. “Las variables de investigación son las propiedades medidas y que forman parte de las hipótesis o que se pretenden describir (genero, edad, actitud hacia el presidente municipal, inteligencia, duración de un material, etc.)” (pág. 283)

3.2.1 Variable independiente: X: Metodología ABP.

Definición conceptual. El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los estudiantes para llegar a una solución ante un problema planteado por el docente. Es un método activo para el docente, donde el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje (Barrows & Tamblyn, 1980).

Definición operacional. Es la metodología elegida para el desarrollo de competencias de los estudiantes de ingeniería industrial de la universidad de San Martín de Porres, que busca ser una alternativa viable en el logro de las competencias de ingeniería identificada por la escuela profesional.

3.2.2 Variable dependiente: Y: Logro de competencias.

Definición conceptual. Se define como competencias a las operaciones mentales, cognitivas, socio-afectivas, psicomotoras y actitudinales que se necesitan para el ejercicio profesional (Mertens, 2000; Brum y Samarcos, 2001)

Definición operacional. Se define como el reflejo del resultado del proceso cognoscitivo y desarrollo de habilidades del proceso educativo al final de cada actividad, asignatura y todo el programa de estudio. Para medir la variable se utilizaron los

instrumentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la USMP (2005) para la medición de logro de competencias, y también se utilizaron cuestionarios y rubricas basadas en la revisión bibliografía de Azer (Azer, 2001)

3.3 Operacionalización de Variables

Tabla 4.

Operacionalización de las variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Independiente (X): Metodología ABP	Logro de la integración	Grado de integración de la matemática, ciencia e ingeniería en la solución del problema.	5. Integran muy bien los conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería. 4. Integran bien los conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería. 3. Integran adecuadamente los conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería. 2. Tienen problemas para integrar los conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería. 1. No integran los conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería.
	Alcance de objetivos cognoscitivos	Grado de logro de los objetivos cognoscitivos.	Logran cumplir los objetivos cognoscitivos: 5. Sobresaliente., 4. Buena., 3. Regular., 2. Mala., 1. Muy mala.
	Aprendizaje en grupos pequeños	Grado de actitud hacia el trabajo en grupos pequeños	Tengo facilidad para trabajar en grupos pequeños. 5. Totalmente de acuerdo., 4. De acuerdo. 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo., 2. En desacuerdo., 1. Totalmente de acuerdo.
	Aprendizaje autodirigido	Grado de aprendizaje autodirigido	El aprendizaje autodirigido esta: 5. Totalmente desarrollado., 4. Desarrollado con problemas., 3. Necesita ayuda., 2. El desarrollo en pobre., 1. Nulo
	Trabajo en equipo	Grado de trabajo en equipo	5. Facilidad de trabajo en equipo., 4. Trabaja en equipo., 3. Trabaja en grupo., 2. Trabajo en grupo con dificultad., 1. No hay trabajo en equipo.
Dependiente (Y): Logro de competencias	Competencia (a)	Grado de desarrollo de la competencia (a)	5. Muy bien., 4. Bien., 3. Regular., 2. Mal., 1. Pésimo.
	Competencia (b)	Grado de desarrollo de la competencia (b)	
	Competencia (c)	Grado de desarrollo de la competencia (c)	
	Competencia (e)	Grado de desarrollo de la competencia (e)	

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV. Metodología

4.1 Enfoque de Investigación

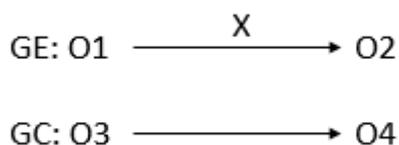
El enfoque de la investigación es cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acortándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis (Hernández, Fernández., & Baptista., 2014, p. 4).

4.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es Aplicada, Carrasco (2006) afirma que “Esta investigación se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (p. 43).

4.3 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es cuasiexperimental, con dos grupos, un grupo de control (GC) y otro grupo experimental (GE); cuyo esquema de diseño es el siguiente:



Donde:

GE: Grupo experimental.

GC: Grupo de control.

O1, O3: Pre test.

O2, O4: Post test.

X: Aplicación de la metodología ABP.

=: Aplicación de la metodología tradicional.

El método de investigación él es experimental. Ya que en este método se realiza un control directo de la variable independiente con el propósito de verificar los efectos en la variable dependiente en el grupo experimental, estableciendo posibles relaciones de causa – efecto (Kerlinger & Lee, 1994).

4.4 Población y Muestra

4.4.1 Población

La población se determinó en 54 estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la USMP sede Lima, que corresponde a la cantidad de los alumnos que cursan la asignatura de Automatización Industrial en un semestre regular (población finita).

La característica general de la población es de que los estudiantes que se encuentran aptos para cursar dicha asignatura desde el punto de vista de los saberes previos tal como el curso de “matemática discreta”. Carrasco (2006) afirma que la población. “Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (p. 236).

4.4.2 Muestra.

La muestra se determinó usando la fórmula de tamaño de muestra para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N : Total de la población.

Z_{α} : Nivel de confianza.

p : Probabilidad de éxito o proporción esperada.

q : Probabilidad de fracaso.

d : Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

$$n = \frac{54 * 1.96_{\alpha}^2 * 0.5 * 0.5}{0.05 * (54 - 1) + 1.96_{\alpha}^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 47.45 \cong 48$$

De manera que el tamaño de muestra resultante es igual 47.45 y redondeando es igual a 48 estudiantes. Los cuales se distribuirán en dos grupos (GE: experimental y GC: control). Hernández (2014) afirma. “Las muestras probabilísticas son esenciales en los diseños de investigación transaccionales, tanto descriptivos como correlacionales – causales (las encuestas de opinión o surveys, por ejemplo), donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población” (p. 177).

4.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Técnicas de recolección de datos: Las técnicas que se utilizaron en la investigación son: el test, el fichaje, la encuesta y la observación experimental.

Instrumentos de recolección de información: Los instrumentos que se utilizaron son, cuestionario y la escala de actitud (Likert) a través de matrices de evaluación (Rubrics).

Ficha Técnica del pre y post Test.

Objetivos.

- a. Determinar el grado de logro de las competencias específicas de ingeniería (a), (b), (c) y (e).
- b. Recolectar la información necesaria para rechazar o aceptar las hipótesis específicas y general de la investigación.

Características técnicas.

Población. 54 estudiantes que se matriculan en promedio en la asignatura de “automatización Industrial” cada semestre.

Tipo de investigación y diseño muestral.

Enfoque de la investigación. Cuantitativo.

Tipo de investigación. Aplicada.

Diseño de la investigación. Cuasiexperimental.

Técnica de recolección. El test, la encuesta y la observación experimental.

Tamaño de la muestra. 48 estudiantes.

Periodo de ejecución. Fue realizada del 3 de noviembre al 15 de diciembre del 2018.

4.6 Tratamiento Estadístico.

Para el tratamiento de los datos de la investigación se utilizaron gráficos y las siguientes medidas estadísticas:

Mediadas de tendencia central.

Media aritmética. Servirá para determinar el puntaje promedio de los datos. Se halla sumando todos los datos de la distribución y dividiendo dicha suma entre el total de los datos. Las fórmulas son las siguientes:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \qquad \bar{X} = \frac{\sum(X_i \times f_i)}{\sum f_i}$$

Donde:

\bar{X}	:	Media aritmética.
$\sum X_i$:	Suma de todos los datos.
N	:	Número de datos.
$\sum(X_i \times f_i)$:	Suma de frecuencias absolutas simples.
$\sum f_i$:	Suma de las frecuencias absolutas simples.

Mediana. Es un solo valor del conjunto de datos que mide el elemento central en los datos. Este elemento es el más central en el conjunto de números. La mitad de los elementos se encuentran por arriba de este punto y la otra mitad cae debajo de él.

$$Me = L_i \left[\frac{\frac{\sum f_i}{2} - (\sum f_i)}{f_{Me}} w \right]$$

Donde:

Me	:	Mediana.
L_i	:	Límite inferior del intervalo de clase.
$\frac{\sum f_i}{2}$:	Semisuma de las frecuencias absolutas anteriores a la clase.
$\sum f_i$:	Suma de datos de las frecuencias absolutas anteriores a la media.
f_{Me}	:	Frecuencia de la clase mediana.
w	:	Amplitud del intervalo de clase.

Medidas de dispersión o variabilidad.

Varianza. Es la medida de la dispersión de una variable aleatoria X . la varianza es la desviación estándar al cuadrado, y es un concepto estadístico muy importante, porque muchas pruebas cuantitativas parten de la descomposición de la varianza. En esta investigación servirá para hallar la desviación estándar.

$$\sigma^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}$$

Donde:

σ^2 : Varianza.

\bar{X} : Media aritmética.

n: Número total de datos.

Desviación estándar. Es una medida de dispersión para variables de razón de intervalo. Es una medida (cuadrática) que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable. Es el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Donde:

σ : Desviación estándar.

T de student. Es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias. La t de student nos permitirá comparar los puntajes promedios de los grupos para ver si difieren o no significativamente.

$$t = \frac{\frac{X - \mu}{\sigma}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum \left(\frac{X_i - \mu_i}{\sigma_i} \right)^2}}$$

La t teórica, crítica o de tabla. Es un valor que permitirá comparar en base al nivel de confianza 0.05, que se acuerdo al grado de libertad se ubique la t de Student es igual o mayor al puntaje t teórico o de tabla se acepta la hipótesis de investigación; pero si el puntaje t es menor del puntaje t teórico se acepta la hipótesis nula.

Grados de libertad. Es el número de maneras como los datos pueden variar libremente. Esto permitirá determinar qué valor se esperó del puntaje t.

Capítulo V. Resultados

5.1 Validez y Confiabilidad de los Instrumentos

La validez y la confiabilidad se realizaron con la colaboración de expertos de la Universidad de San Martín de Porres y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, de las especialidades de ingeniería.

Cabe resaltar que parte del instrumento final está basado en los instrumentos usados y aprobados por la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la USMP para la medición de las competencias en sus procesos de mejora continua, también se consideró las correcciones, sugerencias y comentarios de los expertos consultados para la versión final de estos.

5.1.1 Validez de los instrumentos.

Hernández y colaboradores (2014) consideran que toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. Criterios que se consideraron para el diseño e implementación de los instrumentos presentados por la presente tesis.

En el presente trabajo se decidió usar la validez como criterio para validación de los instrumentos, Hernández (2014) considera también que la validez se refiere “al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir”. Para los instrumentos de la presente investigación se proporcionó a los expertos la matriz de consistencia, los instrumentos y la ficha de validación.

Los expertos determinaron a través de las fichas de validación que existe un alto grado de relación de relación entre el instrumento y lo que pretende medir, los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5.

Valoración realizada por juicio de expertos sobre instrumentos de evaluación

Expertos	Aspectos de la validación del instrumento	
	Puntaje	Porcentaje
Dr. Alberto Garrido Schaeffer	84	84%
Dr. Luis Cárdenas Lucero	88	88%
Dr. Edy Barnett Mendoza	84	84%
Promedio de la valoración	85	85%

Fuente: Adaptada con la información obtenida de la ficha de valoración alcanzada a los expertos que colaboraron con la investigación.

Los valores obtenidos del promedio de la calificación de los expertos se pueden entender mejor observando la tabla de nivel validez que se muestra en la tabla 7.

Tabla 6.

Valores de los niveles de validez

Valores	Nivel de validez
91-100	Excelente
81-90	Muy bueno
71-80	Bueno
61-70	Regular
51-60	Deficiente

Fuente: Cabanillas (2004, p. 76)

Como se muestra en la tabla 5 la calificación promedio de los expertos sobre el nivel de valides de los instrumentos sobre la aplicación del ABP en el desarrollo de competencias de ingeniería del programa podemos ver que el promedio es 85 y referenciándonos en la tabla 6 se corresponde a un nivel de validez de “Muy bueno” por lo que se puede concluir que los instrumentos tienen el nivel de valides adecuado.

5.1.2 Confiabilidad de los instrumentos.

Se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach para determinar la consistencia de los instrumentos, la razón de su utilización es por se utilizó una variable medida a través de una escala de Likert.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_t^2}{S_t^2} \right]$$

Donde:

k : El número de ítems

$\sum s_t^2$: Sumatoria de varianzas de los ítems

S_t^2 : Varianza de la suma de los ítems

Los datos de la prueba piloto se analizaron el software estadístico SPSS obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 7, tabla 8 y tabla 9.

Tabla 7.

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	48	100,0
	Excluido ^a	0	0,0
	Total	48	100,0

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

Tabla 8.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Crombach	N de elementos
0,873	28

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

En la tabla 8 se puede observar que el coeficiente obtenido es de 0,873 por lo que el nivel de confiabilidad del instrumento es de muy bueno como se puede ver en la tabla 9 y se acepta, se considera que cuando el instrumento tiene un coeficiente mayor a 0,8 es aceptable y cuando es menor se rechaza ya que no es completamente fiable o puede ser inestable en la medición.

Tabla 9.*Estadísticas de la escala*

Media	Varianza	Desviación estándar	N de elementos
98,17	104,652	10,230	28

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

5.2 Presentación y Análisis de los Resultados

Para la presentación de los datos y el tratamiento estadístico se utilizó los softwares Microsoft Excel 2013 versión 15.0.5153.1000 e IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0, con el primero se realizó la transcripción de las fichas impresas y se realizó un tratamiento matemático preliminar y luego se utilizó el SPSS para el procesamiento de los datos y resultados estadísticos.

5.2.1 Análisis descriptivo.**5.2.1.1 Análisis de las medias.**

Se realizó una comparación de las medias para analizar la evolución de los grupos en general por test y por cada una de las 4 competencias estudiadas en esta tesis.

Tabla 10.*Medias de los Test*

	Pre-Test	Post-Test
Grupo de control	1,97	2,58
Grupo experimental	1,94	4,21

Fuente: Datos obtenidos de los grupos de estudio y procesados en Microsoft Excel 2013

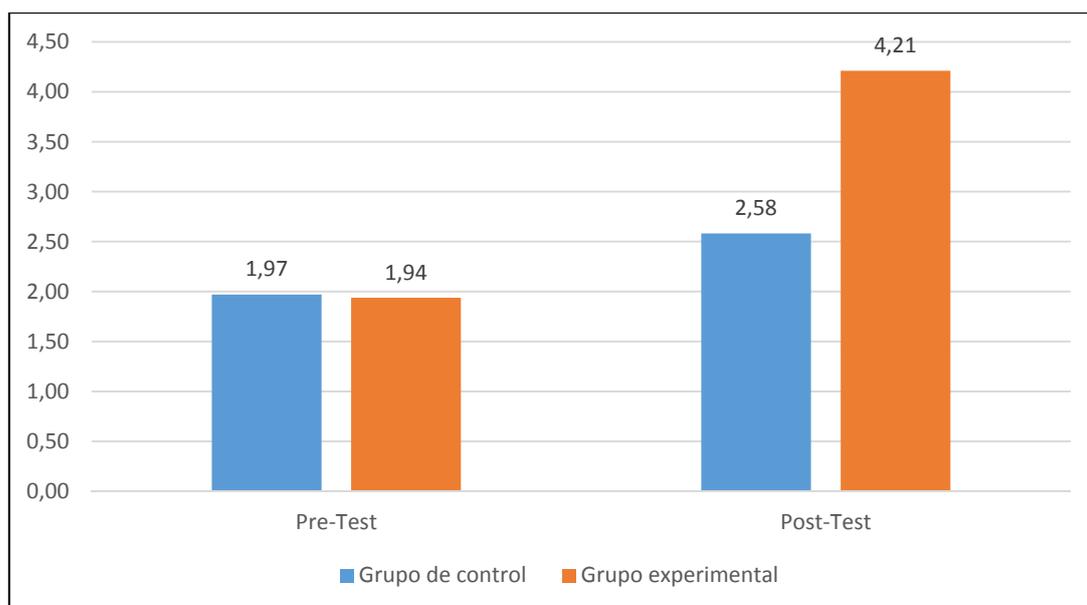


Figura 1. Medias de Grupo por Test.

Fuente: Elaboración propia, utilizando los datos de los grupos en estudio para 4 competencias evaluadas.

Interpretación: En el grafico se ve el resultado de las medias obtenidas de los grupos de control y experimental separadas por pre-test y post-test.

Tabla 11.

Medias de los test por competencias

	Post - Test			
	Competencia (a)	Competencia (b)	Competencia (c)	Competencia (e)
Grupo de control	2,78	2,98	2,53	2,70
Grupo experimental	4,06	4,06	4,21	4,28

Fuente: Datos obtenidos de los grupos de estudio y procesados en Microsoft Excel 2013

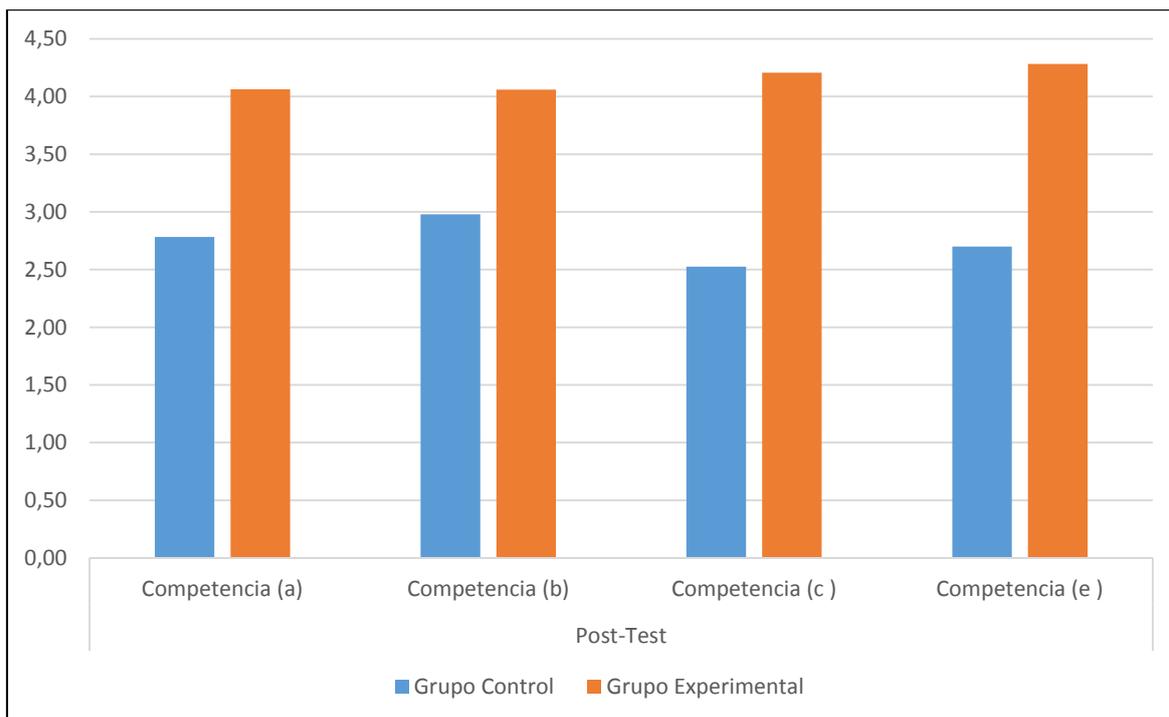


Figura 2. Evolución de las competencias.

Fuente: Elaboración propia, utilizando los datos de los grupos en estudio para 4 competencias evaluadas.

Interpretación: En el gráfico se ve el resultado de las medias obtenidas de los grupos de control y experimental separadas por pre-test y post-test de cada una de las competencias evaluadas, siendo las de mejor logro la (c) y la (e).

5.2.2 Análisis inferencial.

5.2.2.1 Prueba de hipótesis.

En la presente investigación la comparación de la hipótesis general está en función de la comparación de hipótesis específicas. Para tal efecto se ha utilizado la prueba t de student a un nivel significativo del 0,05.

Hipótesis general.

H₁. La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

H_o . La aplicación de la metodología ABP no tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

$$H_1 \neq H_o$$

$$\alpha = 0,05 (5\%)$$

La prueba estadística t de student para muestras independientes está dada por la siguiente formula:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{(n-1)\hat{S}_1^2 + (m-1)\hat{S}_2^2}{n+m-2}} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}}$$

El cálculo estadístico de la t de student se realizó utilizando el software estadística SPSS.

Tabla 12.

Estadísticas de grupo HG

Tipo de Prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Grupo Experimental	31	43,9535	3,81830	0,68579
Grupo Control	24	38,5075	3,87453	0,79089

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 22 que se obtuvo con el software estadístico SPSS, se puede observar en los resultados de la hipótesis general que el valor de t-student obtenido (t_o) es de 5,212 y usando la tabla de la distribución t encontramos para 54 grados de libertad y un nivel de significancia de 0,05, que el valor de t-student tabla o crítico (t_c) es 2,009; el valor obtenido es mayor que el de tabla ($t_o > t_c$), por lo que se puede concluir que la hipótesis nula (H_o) se rechaza y la hipótesis alterna (H_1) se acepta, con un nivel de significación bilateral menor que 0,05.

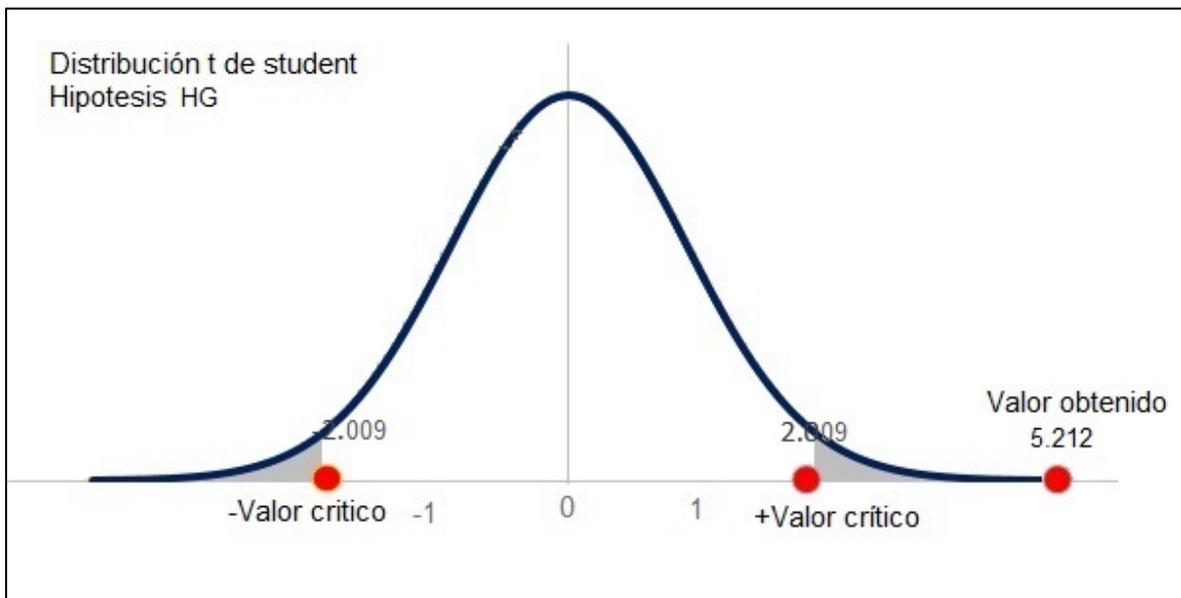


Figura 3. Distribución t de student HG.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.

Prueba de muestras independientes HG

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		Prueba t para la igualdad de medias			Prueba t para la igualdad de medias	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,007	0,936	5,212	54	0,000	5,44605	1,04482	3,35040	7,54170
No se asumen varianzas iguales			5,203	49,245	0,000	5,44605	1,04681	3,34268	7,54942

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

Luego de este resultado obtenido se infiere que con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, es decir que la relación de dependencia entre variables es del 5,2% aproximadamente.

Prueba de hipótesis específica 1.

H_1 . La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

H_0 . La aplicación de la metodología ABP no tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

$$H_1 \neq H_0$$

$$\alpha = 0,05 (5\%)$$

Tabla 14.

Estadísticas de Grupo HE1

Tipo de Prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Grupo Experimental	31	12,2581	1,78825	0,32118
Grupo Control	24	8,0625	1,69598	0,34619

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

Tabla 15.

Prueba de muestras independientes HE1

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		Prueba t para la igualdad de medias			Prueba t para la igualdad de medias	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	,995	0,164	8,824	54	0,000	4,19556	0,47549	3,24186	5,14927
No se asumen varianzas iguales			8,885	50,787	0,000	4,19556	0,47223	3,24742	5,14371

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 15 que se obtuvo con el software estadístico SPSS, se puede observar que el valor de t-student obtenido (t_o) es de 8,824 y usando la tabla de la distribución t encontramos para 54 grados de libertad y un nivel de significancia de 0,05 el valor de t-student tabla o crítico (t_c) es 2,009; el valor obtenido es mayor que el de tabla ($t_o > t_c$), por lo que se concluye que la hipótesis nula (H_o) se rechaza y la hipótesis alterna (H_1) se acepta, con un nivel de significación bilateral menor que 0,05.

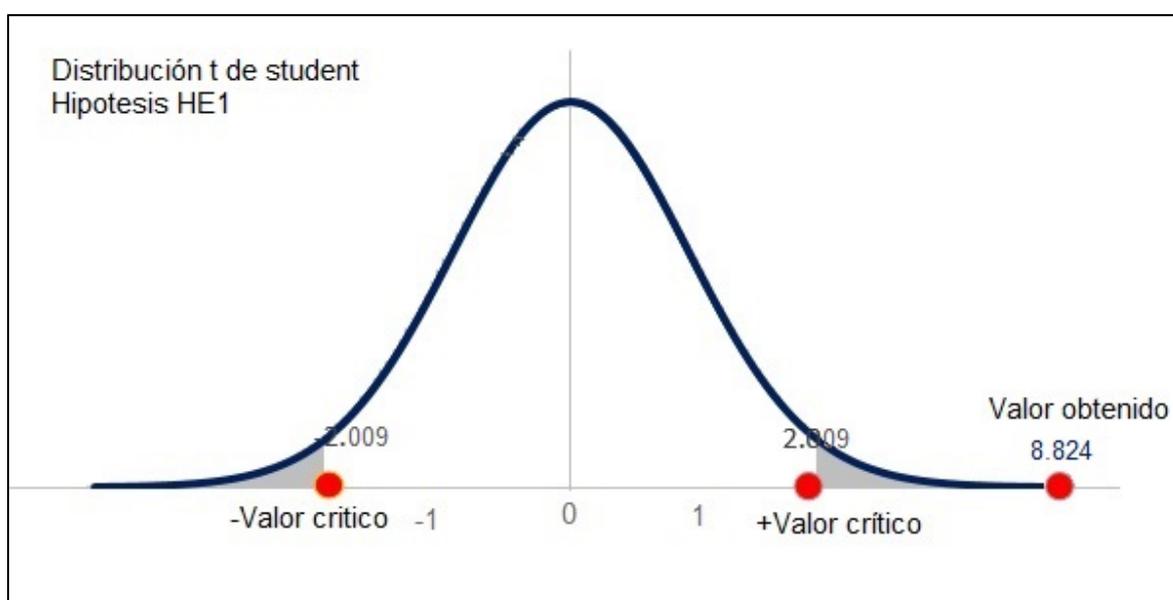


Figura 4. Distribución t de student HE1.
Fuente: Elaboración propia.

Luego del resultado obtenido se infiere que con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, es decir que la relación de dependencia entre variables es del 8,8%.

Prueba de hipótesis específica 2.

H_1 . La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar interpretar los datos obtenidos, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

H_0 . La aplicación de la metodología ABP no tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar interpretar los datos obtenidos, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

$$H_1 \neq H_0$$

$$\alpha = 0,05 (5\%)$$

Tabla 16.

Estadísticas de grupo HE2

Tipo de Prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Grupo Experimental	31	12,3442	1,90297	0,34178
Grupo Control	24	8,0008	1,72828	0,35278

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

Tabla 17.

Prueba de muestras independiente HE2

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		Prueba t para la igualdad de medias			Prueba t para la igualdad de medias	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2,072	0,156	8,733	54	0,000	4,34336	0,49735	3,34581	5,34091
No se asumen varianzas iguales			8,842	51,592	0,000	4,34336	0,49120	3,35752	5,32920

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 17 que se obtuvo con el software estadístico SPSS, se puede observar que el valor de t-student obtenido (t_o) es de 8,733 y usando la tabla de la distribución t encontramos para 54 grados de libertad y un nivel de significancia de 0,05 el valor de t-student tabla o crítico (t_c) es 2,009; el valor obtenido es mayor que el de tabla ($t_o > t_c$), por lo que se concluye que la hipótesis nula (H_o) se rechaza y la hipótesis alterna (H_1) se acepta, con un nivel de significación bilateral menor que 0,05.

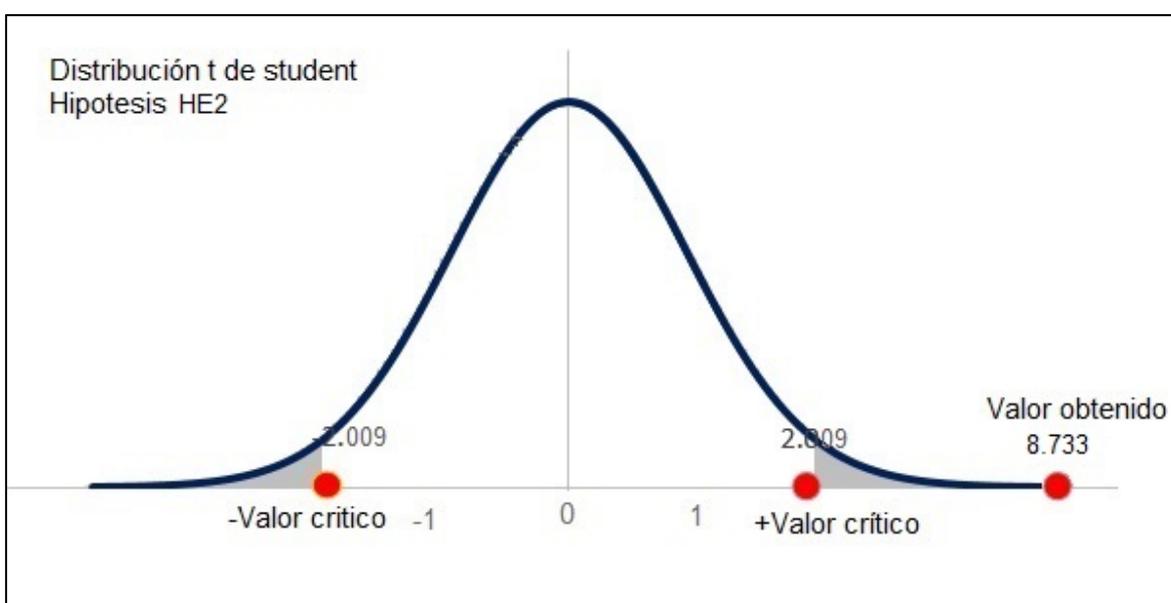


Figura 5. Distribución t de student HE2.

Fuente: Elaboración propia.

Luego del resultado obtenido se infiere que con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar los datos obtenidos, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, es decir que la relación de dependencia entre variables es del 8,7%.

Prueba de hipótesis específica 3.

H_1 . La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

H_0 . La aplicación de la metodología ABP no tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

$$H_1 \neq H_0$$

$$\alpha = 0,05 (5\%)$$

Tabla 18.

Estadísticas de grupo HE3

Tipo de Prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Grupo Experimental	31	12,7258	1,82501	0,32778
Grupo Control	24	7,1458	1,86780	0,38126

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

Tabla 19.

Prueba de muestras independientes HE3.

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		Prueba t para la igualdad de medias			Prueba t para la igualdad de medias	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,063	0,802	11,131	54	0,000	5,57997	0,50129	4,57452	6,58542
No se asumen varianzas iguales			11,098	49,030	0,000	5,57997	0,50279	4,56959	6,59036

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 19 que se obtuvo con el software estadístico SPSS, se puede observar que el valor de t-student obtenido (t_o) es de 11,131 y usando la tabla de la distribución t encontramos para 54 grados de libertad y un nivel de significancia de 0,05 el valor de t-student tabla o crítico (t_c) es 2,009; el valor obtenido es mayor que el de tabla ($t_o > t_c$), por lo que se concluye que la hipótesis nula (H_o) se rechaza y la hipótesis alterna (H_1) se acepta, con un nivel de significación bilateral menor que 0,05.

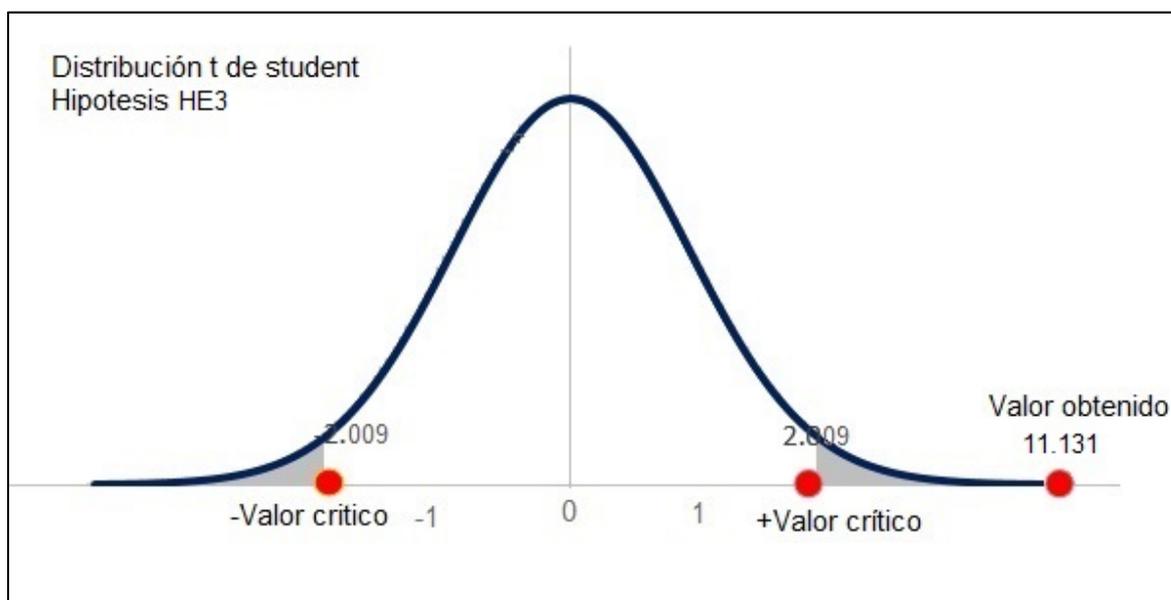


Figura 6. Distribución t de student HE3.

Fuente: Elaboración propia.

Luego del resultado obtenido se infiere que con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo

en el logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, es decir que la relación de dependencia entre variables es del 11,1%.

Prueba de hipótesis específica 4.

H₁. La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

H₀. La aplicación de la metodología ABP no tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.

$$H_1 \neq H_0$$

$$\alpha = 0,05 (5\%)$$

Tabla 20.

Estadísticas de grupo HE4

Tipo de Prueba	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Grupo Experimental	31	13,1129	1,20215	0,21591
Grupo Control	24	7,7708	1,82958	0,37346

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

Tabla 21.*Prueba de muestras independientes HE4*

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias		Prueba t para la igualdad de medias			Prueba t para la igualdad de medias	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	1,229	0,273	13,039	54	0,000	5,34207	0,40970	4,52031	6,16383
No se asumen varianzas iguales			12,384	37,714	0,000	5,34207	0,43138	4,46856	6,21558

Fuente: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics versión 22.0.0.0

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 20 que se obtuvo con el software estadístico SPSS, se puede observar que el valor de t-student obtenido (t_o) es de 13,039 y usando la tabla de la distribución t encontramos para 54 grados de libertad y un nivel de significancia de 0,05 el valor de t-student tabla o crítico (t_c) es 2,009; el valor obtenido es mayor que el de tabla ($t_o > t_c$), por lo que se concluye que la hipótesis nula (H_o) se rechaza y la hipótesis alterna (H_1) se acepta, con un nivel de significación bilateral menor que 0,05.

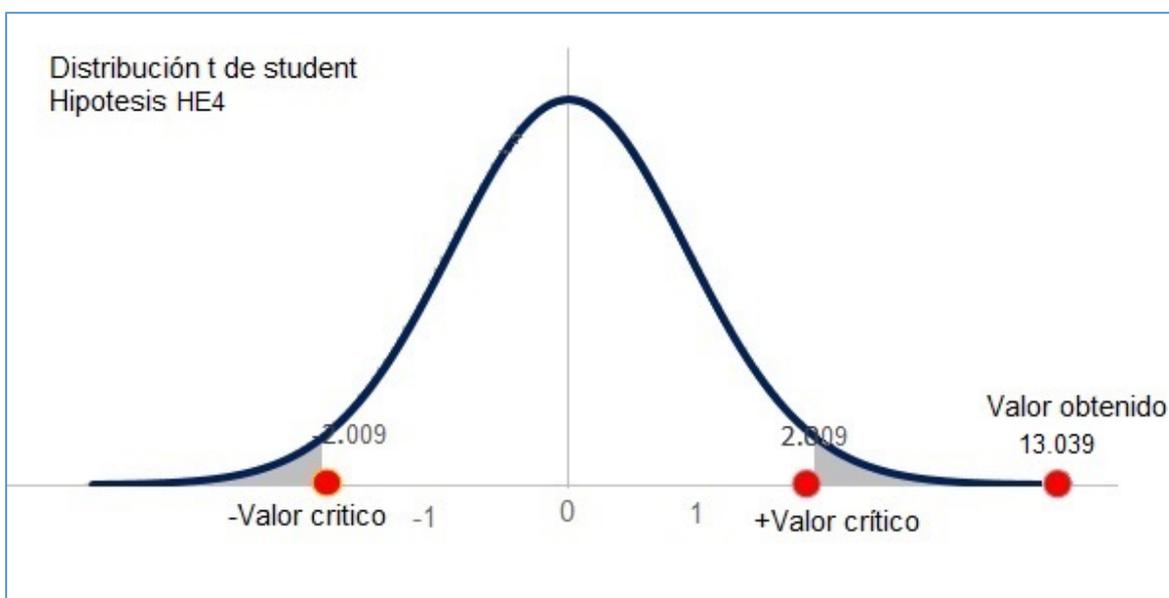


Figura 7. Distribución t de student HE4.

Fuente: Elaboración propia.

Luego del resultado obtenido se infiere que con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo

en el logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, es decir que la relación de dependencia entre variables es del 13,0%.

5.3 Discusión de Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos vemos que la utilización del ABP se aporta como herramienta académica en el proceso de enseñanza – aprendizaje lográndose un aporte positivo en el logro de competencias en la formación de ingenieros industriales, coincidiendo con Herbias (2017) quien en sus conclusiones indica que el uso de la metodología ABP es beneficiosa en los procesos de enseñanza aprendizaje enfocados en el desarrollo de competencias de estudiantes del área de enfermería. No obstante, la metodología nació en el área de la medicina hoy en día es probado y usado en otras diferentes áreas formativas como la ingeniería.

En la aplicación del pre-test en los grupos de control y experimental se encontró que los resultados eran muy similares entre grupos ya que la media del grupo de control fue de 3,36 y la del grupo experimental de 3,34 lo que indica que el nivel de entrada al taller fue prácticamente el mismo en los participantes de ambos grupos, el proceso de enseñanza - aprendizaje en el grupo de control se realizó de manera tradicional donde el estudiante es básicamente pasivo y el docente tiene el protagonismo de la clase, se utilizaron herramientas clásicas como pizarra, proyectos y separatas, en el grupo experimental se aplicó la metodología ABP utilizando un salón de clase diferente (se puede ver en los anexos) utilizando mesas y organizando a los estudiantes en grupos de 4 participantes cada uno donde los estudiantes tuvieron el mayor protagonismo en el proceso, la medias de los resultados demuestran una diferencia entre los dos grupos, el grupo de control obtuvo en el post-test una media de 3,65 mientras que el grupo

experimental en el post-test obtuvo 3,90 obteniéndose un logro promedio en competencias de 0,3 para la metodología llamada tradicional y 0,6 para la metodología ABP.

Se pudo observar que los estudiantes se sienten más cómodos en un ambiente colaborativo y libre, ya que entre ellos a través del debate, asesoramiento y colaboración logran consolidar los contenidos para lograr las competencias específicas propuestas para la ingeniería industrial, hay que destacar que el ABP tiene una gran potencialidad para el desarrollo de las llamadas competencias “blandas” como lo son la facilidad de comunicación, trabajo en equipo, autoaprendizaje y liderazgo, pero es importante también mencionar que para la implementación de esta metodología se requiere de mayor trabajo por parte del docente y de mayores recursos físicos para las autoridades de las escuelas de ingeniería.

La investigación se enfocó en 4 de las 11 competencias de ingeniería de ingeniería industrial: (a), (b), (c) y (e), que son las llamadas competencias “duras” o “verticales” de ingeniería, el resultado obtenido después del post-test en el grupo experimental es mayor que las medias del grupo de control, grupo de control (a: 2,78 b: 3,00 c: 2,53 e: 2,70), grupo experimental (a: 4,06 b: 4,06 c: 4,21 e: 4,28), también se encontró que el resultado es más parejo en este grupo de competencias lo que indicaría un desarrollo más consistente de estas en conjunto tal como lo afirma Azer (2001) “El aprendizaje basado en problemas encarna el pensamiento crítico en la educación. Al hacerlo, abre el plan de estudios, no suponiendo que se deba pasar de lo disciplinario a lo interdisciplinario, sino considerando lo que sea necesario para rastrear los problemas” (pág. 86). Una de las características más relevantes que se puede encontrar en el ABP es la llamada “Integración”, que no solo es al nivel de contenidos sino también es posible al nivel de logro de competencias, al estar los estudiantes expuestos a un ambiente colaborativo ellos

comparten experiencias cognitivas propias nivelando entre ellos sus saberes y su saber hacer para lograr un objetivo común que es el trabajo en equipo propuesto por el ABP.

Cada vez se va viendo no solo en tesis sino en instituciones educativas la aplicación del ABP como alternativa dentro del arsenal de herramientas metodológicas para lograr objetivos educativos. Coincidiendo con Meneses y Ordisgoitia (2009) “la educación en ingeniería debe reinventarse continuamente para no quedarse estancada en modelos caducos y monótonos, la docencia universitaria debe ser dinámica, autocrítica y evolutiva para estar a la altura de los requerimientos de los tiempos modernos” (pág. 71).

Si bien es cierto que el ABP es una gran alternativa pedagógica para el logro de competencias en la formación de ingeniería, también se debe tomar en cuenta que un ABP mal planificado y mal ejecutado puede convertirse en un desastre académico por lo que todas las acciones conducentes a esta metodología deben ser bien planificadas y ensayadas, cuidando de los mínimos detalles y tener especial cuidado en los aspectos de la evaluación, una buena alternativa puede ser las matrices de evaluación (Rubrics).

Conclusiones

Primero. En esta tesis se aplicó de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas y se determinó que tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, y se puede concluir también que es una herramienta metodológica recomendable para la formación universitaria de profesionales de ingeniería industrial.

Segundo. Se determinó que la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, competencia que es considerada “dura” y que muchas veces es difícil de lograr con otras metodologías más clásicas en la educación de la ingeniería.

Tercero. Se determinó que la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar los datos obtenidos, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, esta también es una competencia “dura” que se ve favorecida con el trabajo reflexivo y colaborativo grupal que son propios del ABP.

Cuarto. Se determinó que la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, esta competencia es una de las que

mejor logro tuvieron ya que la “integración” del ABP permite al estudiante contextualizar sus aprendizajes.

Quinto. Se determinó que la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018, esta es la competencia que mejor resultados obtuvo con la aplicación del ABP, y se debe a que esta metodología se basa en el autodescubrimiento con base colaborativa y por sus características esta fue la mejor lograda.

Recomendaciones

1. Promover la aplicación del ABP en el ámbito de la formación de la ingeniería, tomando en cuenta las características de la asignatura donde se aplicaría, ya que por la diversidad del plan de estudio de ingeniería industrial no sería aplicable en todas.
2. Planificar adecuadamente el ABP antes de su aplicación es un factor de éxito importante, ya que se requiere preparar cuidadosamente el material, la organización y principalmente los problemas a utilizar en clase.
3. Corresponde a las autoridades de la universidad el de capacitar a los docentes en la metodología del ABP antes de su implementación, ya que es necesario una práctica previa para una buena utilización de la metodología.
4. Elaborar guías y manuales de apoyo para el docente con casos específicos de la metodología a la formación de ingenieros industriales.
5. Plantear en base a esta tesis un estudio sobre la relación de las competencias “blandas” y la aplicación del ABP en estudiantes de ingeniería industrial.

Referencias

- Alcántara, S. (2014) *Efecto del empleo de la metodología "Aprendizaje Basado en Problemas" en el rendimiento académico de los estudiantes del séptimo ciclo de la escuela de estomatología de la Universidad Alas Peruanas Lima 2013*. Lima, Lima, Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Arancibia C., Herrera P., & Strasser S. (1997) *Manual de Psicología Educacional*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Azer, S. (2001) *Problem-based learnig*. *Neurosciences* Vol.6(2), 83-89.
- Bara, P. (2001) *Estrategias metaconitivas y de aprendizaje: Estudio empírico sobre el efecto de la aplicación de un programa metacognitivo, y el dominio de las estrategias de aprendizaje de estudiantes de E.S.O., B.U.P. y Universidad*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Barrows, H. (1986) *A Taxonomy of problem-based learning methods*. *Medical Education*, 481-486.
- Barrows, H. & Tamblyn, R. (1980) *Problem-based Learning: An approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing Company.
- Betancourt, C. (2006) *Aprendizaje basado en problemas una experiencia novedosa en la enseñanza de la ingeniería*. *Revista educación en ingeniería*, 45-51.
- Camarero, F., Martín, F., & Herrero, J. (2000) *Estilos y estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios*. *Pscothema* Vol. 12 n°4, 615-622.
- Carrasco, D. (2006) *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos.
- Cembranos, F. (2008) *Automatismos Eléctricos, Neumáticos e Hidráulicos*. Madrid: Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.

- Fernández, F. & Duarte, J. (2013) *El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería*. Formación Universitaria - Vol. 6(5), 29-38.
- FESTO DIDACTIC;. (2001) *Simnples circuitos de memoria y circuitos lógicos*.
- García, E. (2001) *Automatización de Procesos Industriales*. México: Alaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Herbias, C. (2017) *Aprendizaje basado en problemas para el logro de las competencias en la Asignatura de Anatomía Patológica en Internos de Tecnología Médica del X ciclo Universidad Federico Villarreal*. Lima, Lima, Perú: Universidad Nacional de Educación.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014) *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: McGraw-Hill /Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Herrán, C. & Vega, C. (2006) *Uso del ABP como estrategia didáctica para lograr aprendizaje significativo del diseño de ingeniería*. Revista Educación en Ingeniería, 33-44.
- ITESM. (2014) *El Aprendizaje Basado en Problemas como Técnica Didáctica. Las Estrategias y Técnicas Didácticas en el Rediseño*. Monterrey, México.
- Kerlinger, F., & Lee, H. (1994) *Investigación del comportamiento*. California: McGraw-Hill.
- Letelier S., López F., Carrasco B. & Pérez M. (2005) *Sistema de competencias sustentables para el desempeño profesional en ingeniería*. Revista Facultad de Ingeniería - Univ. Tarapacá vol. 13 N° 2, 91-96.
- Meneses, G. & Ordisgoitia, C. (2009) *Laboratorio virtual basado en la metodología de aprendizaje basado en problemas, ABP*. Revista Educación en ingeniería, 62-73.

- Morales, P. & Landa, V. (2004) *Aprendizaje basado en problemas*. Theoria Vol. 13 núm. 1, 145-157.
- Morante, L. (2016) *Efectos del aprendizaje basado en problemas (ABP) sobre el aprendizaje conceptual y mecanismos asociados a su funcionamiento exitoso en estudiantes de secundaria*. San Miguel, Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Palma, M., De Los Rios, I., & Miñan, L. (2012) *Hacia un nuevo Modelo desde las competencias: la ingeniería industrial en el Perú*. 10th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (págs. 1-11). Panama: LACCEI'2012.
- Poblete, M. (2006) *Las competencias, instrumentos para un cambio de paradigma*. Fundación Dialnet, Universidad de la Rioja, 83-106.
- Poblete, M. (2010) *Las competencias, instrumento para un cambio de paradigma*. Universidad de Deusto.
- Prieto, L. (2006) *Aprendizaje Activo En el Aula Universitaria: El caso del aprendizaje basado en problemas*. Micelánea Comillas Vol. 64 núm. 124, 173-196.
- Schunk, D. (2013) *Teorías del aprendizaje*. México: Pearson Educación.
- Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. (2010) *Aprendizaje basado en problemas*. Madrid, España: Universidad Politecnica de Madrid.
- Stincer, J. (2012) *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Tlalnepantla, México: Red Tercer Milenio S.C.
- Tamayo y Tamayo, M. (2004) *El proceso de la investigación científica*. Mexico: Limusa.
- Terán, D. (2016) *Introducción a la Ingeniería*. México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Tobón, S. (2006) *Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y dicáctica 2da edición*. Bogotá: Eco Ediciones.

Apéndices

Apéndice A. Matriz de Consistencia

Aplicación de la Metodología “Aprendizaje Basado en Problemas” en el Logro de Competencias de Estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres, Sede de Lima – 2018

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>Problema general P_G ¿Cuál es el efecto de la aplicación de la metodología aprendizaje basado en problemas en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?</p> <p>Problemas específicos P_{E1} ¿Cuál es el efecto en el nivel de logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?</p> <p>P_{E2} ¿Cuál es el efecto en el nivel de logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar interpretar los datos obtenidos, ¿en estudiantes del</p>	<p>Objetivo general O_G Determinar si la aplicación de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p> <p>Objetivos específicos O_{E1} Determinar si la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p> <p>O_{E2} Determinar si la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar interpretar los datos obtenidos, en</p>	<p>Hipótesis general H_G La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de competencias en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p> <p>Hipótesis específicas H_{E1} La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (a): habilidad de aplicar conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p> <p>H_{E2} La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (b): Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar interpretar los datos obtenidos,</p>	<p>Variable 1 Metodología ABP</p> <p>Dimensiones Logro de la integración Alcance de objetivos cognoscitivos Aprendizaje autodirigido Trabajo en equipo</p> <p>Variable 2 Logro de competencias</p> <p>Dimensiones Competencia (a) Competencia (b) Competencia (c) Competencia (e)</p>	<p>Enfoque de investigación Cuantitativo.</p> <p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Diseño de investigación Cuasiexperimental</p> <p style="text-align: center;"> $\text{GE: O1} \xrightarrow{\text{X}} \text{O2}$ $\text{GC: O3} \longrightarrow \text{O4}$ </p> <p>Donde: GE: Grupo experimental. GC: Grupo de control. O1, O3: Pre test. O2, O4: Post test. X: Aplicación de la metodología ABP. =: Aplicación de la metodología tradicional.</p> <p>Población La población se determinó en 54 estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la USMP</p>

<p>programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?</p> <p>PE3 ¿Cuál es el efecto en el nivel de logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?</p> <p>PE4 ¿Cuál es el efecto en el nivel de logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, ¿en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018?</p>	<p>estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p> <p>O_{E3} Determinar si la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p> <p>O_{E4} Determinar si la aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p>	<p>en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p> <p>H_{E3} La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (c): habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que proporcionen las necesidades requeridas con restricciones realistas tales como las económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, facilidad de fabricación y sostenibilidad, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p> <p>H_{E4} La aplicación de la metodología ABP tiene un efecto positivo en el logro de la competencia (e): Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, en estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres sede Lima – 2018.</p>		<p>sede Lima, que corresponde a la cantidad de los alumnos que cursan la asignatura de Automatización Industrial en un semestre regular (población finita).</p> <p>Muestra</p> <p>De manera que el tamaño de muestra resultante es igual 47.45 y redondeando es igual a 48 estudiantes. Los cuales se distribuirán en dos grupos (GE: experimental y GC: control).</p>
---	--	---	--	---

Apéndice B. Ficha de Inscripción al Taller

Taller: Diseño de Automatismos Industriales

El taller esta dirigido a estuđinates de ingeniería industrial de la USMP-FIA que tiene el fin de formar habilidades en el diseño de automatismos industriales del tipo combinacional y secuencial. Con este taller el estuđiante estara capacitado paradiseñar cualquier automatismo aplicable a procesos industriales, domotica, inmotica o cualquier aplicación que requiera automatizar.

Requisitos:

1. Ser estuđiante de la escuela profesional de Ingeniería Industrial de la USMP-FIA.
2. Haber aprobado el curso de "Matematica Discreta".
3. Realizar la inscripción previa al curso.

Costo: Gratuito.

Capacidad: Limitada.

Beneficios:

1. El curso es gratuito si eres estuđiante de Ingeniería Industrial.
2. Se entregara certificado a nombre del CIPRI (Centro de Investigación en Producción Industrial), con el 100% de asistencias.
3. Se entregara material del taller.
4. El taller incluye coffee-break.

Horarios:

Grupo 1: Sesión 1, Sabado 3 de noviembre de 10:00 a 13:30 horas
 Sesión 2, Sabado 10 de noviembre de 10:00 a 13:30 horas
 Sesión 3, Sabado 24 de noviembre de 10:00 a 13:30 horas

Grupo 2: Sesión 1, Sabado 3 de noviembre de 15:00 a 18:30 horas
 Sesión 2, Sabado 10 de noviembre de 15:00 a 18:30 horas
 Sesión 3, Sabado 24 noviembre de 15:00 a 18:30 horas

Grupo 3: Sesión 1, Lunes 3 de diciembre de 11:00 a 13:30 horas
 Sesión 2, Miercoles 5 de diciembre de 11:00 a 13:30 horas
 Sesión 3, Viernes 7 de diciembre de 11:00 a 13:30 horas

Grupo 4: Sesión 1, Lunes 3 de diciembre de 15:00 a 18:30 horas
 Sesión 2, Miercoles 5 de diciembre de 15:00 a 18:30 horas
 Sesión 3, Viernes 7 de diciembre de 15:00 a 18:30 horas

*Obligatorio

1. Dirección de correo electrónico *

2. Marca solo un óvalo.

Opción 1

3. Apellidos y Nombres *

4. Número de D.N.I. *

Fuente: Elaboración propia. Descargado de Google Formularios.

5. Número de teléfono o celular *

6. Semestre que cursa en el 2018-II *

Marca solo un óvalo.

- 1er ciclo
- 2do ciclo
- 3er ciclo
- 4to ciclo
- 5to ciclo
- 6to ciclo
- 7mo ciclo
- 8vo ciclo
- 9no ciclo
- 10mo ciclo

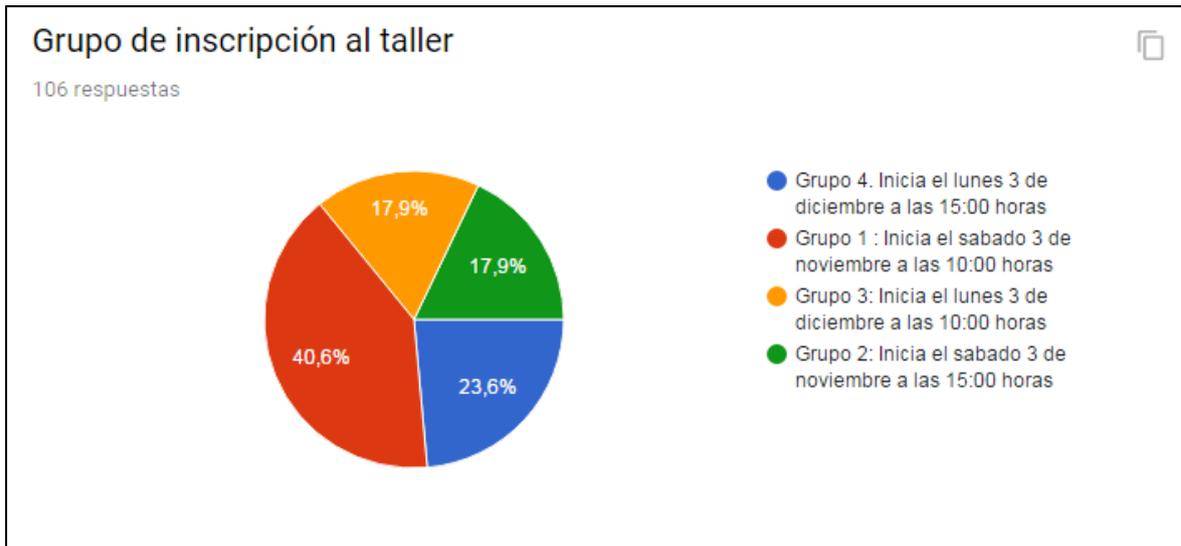
7. Grupo de inscripción al taller *

Marca solo un óvalo.

- Grupo 4. Inicia el lunes 3 de diciembre a las 15:00 horas

Con la tecnología de
 Google Forms

Resultados de la inscripción:



Fuente: Elaboración propia. Descargado de Google Formularios.

Apéndice C. Pre-Test y Post-Test parte A

TALLER: DISEÑO DE AUTOMATISMOS
Prof.: Ing. Hugo Chacón Moscoso

TEST – PARTE A

Nº de cuestionario

--	--	--

Fecha	Día	Mes	Año

Apellidos

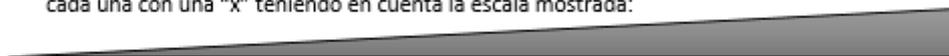
Nombres

Número de D.N.I.								
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 15px;"></td><td style="width: 20px; height: 15px;"></td></tr></table>								

Fecha de Nacimiento	Día	Mes	Año

Sexo	Femenino <input type="radio"/>	Masculino <input type="radio"/>
------	--------------------------------	---------------------------------

Instrucciones: Lea cuidadosamente cada pregunta y haga una introspección, luego valore cada una con una "x" teniendo en cuenta la escala mostrada:



CALIFICACIÓN: 1. Pésimo 2. Malo 3. Regular 4. Bueno 5. Muy bueno

Habilidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
01a	Cuando tienes un problema donde tienes que usar las matemáticas. ¿Qué tan fácil se te hace poder aplicar las matemáticas en la solución?					
02a	¿En qué grado sientes que usas las ciencias en la solución de los problemas de ingeniería que se te plantean en clase?					

TALLER: DISEÑO DE AUTOMATISMOS

Prof.: Ing. Hugo Chacón Moscoso

Habilidad de diseñar y conducir experimentos así como analizarlos e interpretar los datos.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
03b	Cuando te plantean un problema donde tienes que realizar un experimento ¿Qué tan fácil te es el de organizar los pasos del experimento y el de poder desarrollarlo con éxito?					
04b	Cuando desarrollas un experimento ¿Tienes facilidad de identificar cual es el objetivo de este?					
05b	¿Te es sencillo interpretar los datos obtenidos en un experimento?					

Habilidad de diseñar sistemas, componentes o procesos que encuentren las necesidades requeridas.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
06c	Cuando obtienes una solución producto de un problema ¿Te es fácil poder implementarla?					
07c	Cuando te plantean un problema ¿Te es fácil poder encontrar más de una solución a través de la matemática y la ciencia?					

Habilidad de trabajar adecuadamente en equipos multidisciplinarios.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
08d	¿Cómo calificarías tu habilidad para trabajar en equipo?					
09d	¿Cómo calificarías el nivel de intercambio de opiniones dentro de los equipos de trabajo que has conformado?					
10d	¿Cómo calificarías la responsabilidad y seriedad de los integrantes de los equipos de trabajo que integraste?					

2

Habilidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
11e	Cuando te plantean un problema ¿Te es fácil identificar el origen de este y poder plantear una solución?					
12e	¿En qué grado aplicas los principios de ingeniería y matemáticas en las soluciones de propones?					

Comprenden lo que es responsabilidad ética y profesional.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
13f	¿Cómo calificarías tu honestidad en los trabajos y actividades realizadas en la universidad (puntualidad, plagio, etc.)?					
14f	¿Cómo calificarías el cumplimiento de tus responsabilidades adquiridas en los acuerdos tomados para la realización de trabajos grupales?					

Tienen la habilidad de comunicarse con efectividad		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
15g	¿Cómo calificarías tu capacidad para exponer con claridad tus ideas en público?					
16g	Después de adquirir un nuevo conocimiento. ¿Cómo calificarías tu habilidad para resumirlo y exponerlo con claridad?					

TALLER: DISEÑO DE AUTOMATISMOS
 Prof.: Ing. Hugo Chacón Moscoso

Tienen una educación amplia para entender el impacto de sus soluciones de ingeniería en un contexto global y social.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
17h	¿En qué medida te sientes capaz de entender que existen impactos positivos y negativos en el ámbito social, económico y ambiental de una aplicación de ingeniería?					
18h	¿En qué medida te es fácil comprender temas nuevos de los cuales no estás acostumbrado a ver (leer, escuchar o hablar)?					

Los alumnos reconocen la necesidad de tener un aprendizaje a lo largo de toda su vida.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
19i	¿Te es fácil aprender nuevos temas solo? A través de libros, webs, YouTube, etc.					
20i	¿En qué medida crees que es importante seguir estudiando después que te gradúas de la universidad.					

Logran tener un nivel de conocimientos adecuado de temas contemporáneos.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
21j	¿Cómo calificarías, tu interés en temas políticos, económicos y sociales de actualidad?					
22j	¿Cómo calificarías tu nivel de conocimiento sobre temas políticos, económicos y sociales actuales?					

Habilidad de usar las técnicas, destrezas y herramientas modernas de la ingeniería.		Calificación				
Código	Preguntas	1	2	3	4	5
23k	¿Te es fácil aprender nuevas técnicas, software o herramientas de ingeniería?					
24k	¿En qué medida te es fácil utilizar una técnica software o herramienta de ingeniería para la solución de problemas?					

3

Apéndice D. Pre-Test y Post-Test parte B

TALLER: AUTOMATISMOS INDUSTRIALES
Prof.: Ing. Hugo Chacón Moscoso

TEST – PARTE B

1. De la siguiente tabla, expresar el resultado (Z) en una ecuación de suma de productos (minterm).

Entradas			Salidas
A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Respuesta:

2. Problema:

Cuatro responsables de una Sociedad (A, B, C y D) disponen de acceso a una caja fuerte. Cada uno de ellos, dispone de una llave diferente (a, b, c y d) y está acordado que:

- "A" no puede abrir la caja fuerte a menos que uno de los responsables "B" o "C" estén presentes.
- B, C y D, no pueden abrir la caja fuerte a menos que dos de los otros responsables estén presentes.

Obtener la función lógica minimizada de apertura de la caja fuerte.

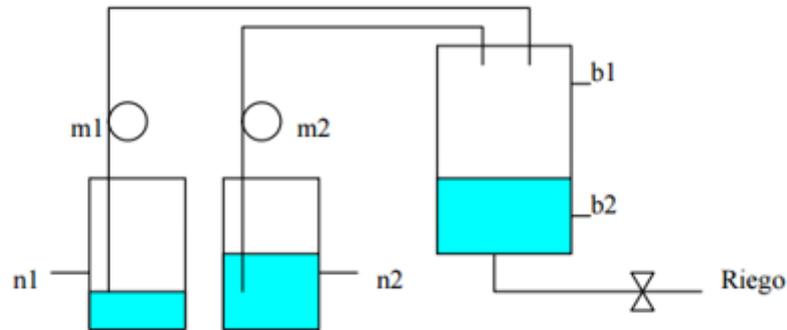
La tabla de valor correspondiente es:

Respuesta:

TALLER: AUTOMATISMOS INDUSTRIALES
 Prof.: Ing. Hugo Chacón Moscoso

3. Problema:

Mediante dos bombas (m1 y m2) se controla el nivel de un depósito. El depósito tiene dos boyas (b1 y b2). Cuando el nivel está por debajo de la boya el contacto correspondiente está abierto. Las bombas sacan agua de dos pozos. Sin no hay agua en el pozo no funciona. Para controlar esto, cada pozo lleva un sensor (n1, n2).



El sistema funciona de la siguiente forma:

- Si el nivel del depósito supera la boya b1, las bombas están paradas.
- Si el nivel del depósito está entre la boya b1 y la b2, funciona la bomba m1, si hay agua suficiente en el pozo 1. Si no hay agua en el pozo 1 pero la hay en el 2, funciona la bomba m2.
- Si el nivel del depósito está por debajo de la boya b2, se activa la bomba m2, además de la m1.

Determinar la ecuación ~~booleana~~ que gobernara el sistema de acuerdo a las condiciones dadas.

5

Respuesta:

TALLER: AUTOMATISMOS INDUSTRIALES
 Prof.: Ing. Hugo Chacón Moscoso

4. Obtener la tabla de verdad que cumple la siguiente ecuación:

$$F = (a + b * c) * (a * \overline{b} * c)$$

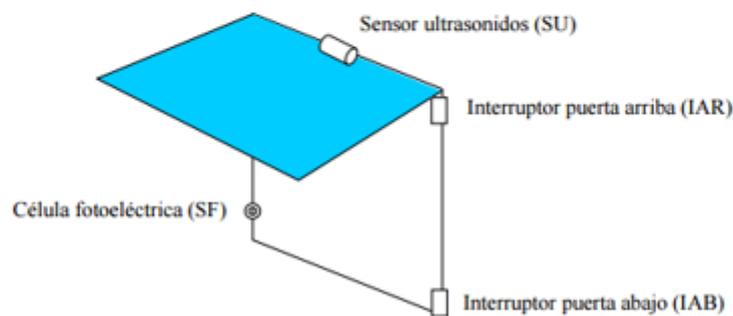
Respuesta:

5. Problema:

La puerta de garaje de la figura funciona de la siguiente manera: cuando un automóvil se acerca es detectado por el sensor de ultrasonidos y la puerta comienza a subir. La puerta permanece arriba mientras el automóvil está pasando y luego baja. Por último, si la puerta está bajando y se detecta otro automóvil pasando o acercándose debe empezar a subir de nuevo.

Plantear una solución para que funcione de manera automática.

6



Respuesta:

TALLER: AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

Prof.: Ing. Hugo Chacón Moscoso

Rubricas: (NOTA: no llenar esta parte)

Escala	DEFINICIÓN (a)
5	Los alumnos pueden interpretar los resultados obtenidos después de resolver adecuadamente un problema de aplicación de matemáticas, ciencia e ingeniería.
4	Los alumnos aplican adecuadamente los conceptos de matemática, ciencia e ingeniería obteniendo resultados en problemas de complejidad mayor a la aplicación directa.
3	Los alumnos aplican adecuadamente los conceptos de matemática, ciencia e ingeniería obteniendo resultados en problemas únicamente de aplicación directa.
2	Los alumnos proponen las ecuaciones o fórmulas adecuadas pero no saben utilizarlas correctamente.
1	Los alumnos no son capaces de proponer los conceptos, teorías y fórmulas para resolver problemas o ejercicios de aplicación directa.
Escala	DEFINICIÓN (b)
5	Logran desarrollar las metas planteadas, realiza un buen trabajo de interpretación y análisis de datos.
4	Realizan el plan de trabajo, logran realizar las metas planteadas no llegan a obtener un buen resultado, pero realizan una buena discusión o justificación de éste
3	Realizan el plan de trabajo, logran realizar las metas planteadas, presentan los datos adecuadamente, pero no llegan a obtener un buen resultado o no pueden obtener una conclusión de su trabajo.
2	Desarrollaron el plan de trabajo, presentaron los datos pero no de una forma que brindara una información adecuada. No llegaron a cumplir las metas. .
1	Los alumnos no han sido capaces de proponer un método de recolección de datos o información adecuado
Escala	DEFINICIÓN (c)
5	Los alumnos logran satisfacer los requerimientos solicitados, de tal forma que los informes contienen planos adecuadamente formulados, la propuesta es innovadora y utilizan adecuadamente una metodología.
4	Los alumnos presentan adecuadamente la solución, el informe está firmemente sustentado siguiendo una metodología
3	Los alumnos cumplen adecuadamente el plan de solución establecido al inicio, justifican bien la solución, pero la propuesta no es inédita.
2	Los alumnos cumplen a tiempo con las propuestas asignadas, pero carecen de creatividad, y adecuado uso de los conceptos de ingeniería, no hay coherencia ni secuencia entre los avances.
1	Los alumnos no son capaces de proponer propuestas basadas en conceptos de ingeniería, solo formulan en prosa sin sustento técnico.
Escala	DEFINICIÓN (e)
5	Los alumnos identifican el problema y enuncian los objetivos de las experiencias luego de una revisión de la literatura y los antecedentes relacionados. Identifican las variables más importantes y plantean por sí mismos una metodología de estudio.
4	Los alumnos identifican el problema y enuncian los objetivos de la experiencia. Han identificado las variables más importantes y la relación entre ellas, limitando su número y magnitud de forma adecuada al estudio.
3	Los alumnos han planteado los objetivos de la experiencia y justificado las razones de su estudio como problema u oportunidad. Han identificado las variables dependientes e independientes del estudio.
2	Los alumnos no han podido plantear el objetivo general de la experiencia ni tampoco han sabido justificar las razones de su estudio como problema u oportunidad. Han identificado las variables del estudio.
1	Los alumnos no saben identificar el problema de estudio ni plantear los objetivos de la experiencia de laboratorio

Apéndice E. Juicio de Expertos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN "ENRIQUE GUZMAN Y VALLE"

ESCUELA DE POSGRADO

FICHA DE VALIDACION

I.- DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y Nombre del Experto: Garrido Schaeffer, Alberto – Doctor en Ingeniería.

Cargo o Institución donde labora: Decano FQIQ – Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

TITULO: "Aplicación de la metodología "aprendizaje basado en problemas" en el logro de competencias de estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres, sede Lima – 2018".

II.-ASPECTOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO:

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 10-12	REGULAR 12-14	BUENO 14-16	MUY BUENO 16-18	EXCELENTE 18-20
1 CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					X
2 OBJETIVIDAD	Esta expresado en conducta observacionales				X	
3 ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			X		
4 ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
5 SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6 INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias			X		
7 CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos y metodológicos				X	
8 COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X
9 METODOLOGIA	Las estrategias responden al propósito de la investigación científica				X	
10 OPORTUNIDAD	El instrumento es aplicable en el momento oportuno o más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

..... *Simple, rápido, preciso y pertinente*

IV. PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN: *18 (muy bueno)*

Lugar y fecha: *Ciudad Universitaria San Marcos, 6-VIII-19*

Nº:

Celular: *999 42 22 11*

FIRMA DEL EXPERTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN "ENRIQUE GUZMAN Y VALLE"

ESCUELA DE POSGRADO

FICHA DE VALIDACION

I.- DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y Nombre del Experto: Barnett Mendoza, Edy – Doctor en Educación.Cargo o Institución donde labora: Coordinador CIDPA – Universidad de San Martín de Porres.

TITULO: "Aplicación de la metodología "aprendizaje basado en problemas" en el logro de competencias de estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres, sede Lima – 2018".

II.-ASPECTOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO:

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 10-12	REGULAR 12-14	BUENO 14-16	MUY BUENO 16-18	EXCELENTE 18-20
1 CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					X
2 OBJETIVIDAD	Esta expresado en conducta observacionales				X	
3 ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4 ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
5 SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6 INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias			X		
7 CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos y metodológicos				X	
8 COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X
9 METODOLOGIA	Las estrategias responden al propósito de la investigación científica				X	
10 OPORTUNIDAD	El instrumento es aplicable en el momento oportuno o más adecuado				X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Adecuado para la medición

IV. PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN: 18 (muy bueno)



FIRMA DEL EXPERTO
Lugar y fecha: La Molina 10/12/18

N°:

Celular: 997305859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN "ENRIQUE GUZMAN Y VALLE"

ESCUELA DE POSGRADO

FICHA DE VALIDACION

I.- DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y Nombre del Experto: Cárdenas Lucero, Luis – Doctor en Ingeniería y Educación.Cargo o Institución donde labora: Decano FIA – Universidad de San Martín de Porres.

TITULO: "Aplicación de la metodología "aprendizaje basado en problemas" en el logro de competencias de estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Martín de Porres, sede Lima – 2018".

II.- ASPECTOS DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO:

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 10-12	REGULAR 12-14	BUENO 14-16	MUY BUENO 16-18	EXCELENTE 18-20
1 CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					X
2 OBJETIVIDAD	Esta expresado en conducta observacionales				X	
3 ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4 ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
5 SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6 INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de las estrategias			X		
7 CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos y metodológicos					X
8 COHERENCIA	Entre los indices, indicadores y las dimensiones					X
9 METODOLOGIA	Las estrategias responden al propósito de la investigación científica				X	
10 OPORTUNIDAD	El instrumento es aplicable en el momento oportuno o más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

..... Aplicable y pertinenteIV. PROMEDIO DE LA VALIDACION: 19 (excelente)


FIRMA DEL EXPERTO

Lugar y fecha: La Molina, 24/01/19

N°:

Celular: 999 195932

Apéndice F. Datos de las Pruebas

		DATOS DEL GRUPO DE CONTROL																													
		Encuesta																						Problemas							
# TEST		01a	02a	03b	04b	05b	06c	07c	08d	09d	10d	11e	12e	13f	14f	15g	16g	17h	18h	19i	20i	21j	22j	23k	24k	2-a	2-b	3-c	4-e		
GRUPO # 1	PRE TEST	1	3	3	4	5	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	5	3	3	3	5	3	3	3	3	1	1	1	1	
		2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	3	3	2	3	1	1	3	3	1	1	1	1	
		3	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4	1	1	1	1	
		4	5	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	5	3	4	4	5	5	5	4	4	4	4	1	1	1	1	
		5	3	4	4	3	3	3	2	4	5	3	4	2	5	5	1	2	2	4	3	5	4	3	5	5	3	2	2	3	
		6	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	1	1	1	1
		7	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	2	3	4	3	3	4	3	2	3	2	2	2	1	1	1
		8	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	5	3	2	3	3	3	2	1	1
		9	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	1	1	1	1
		10	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	3	4	5	5	3	0	5	4	1	1	1	1
		11	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	3	5	3	3	4	4	3	1	1	1	1
		12	3	3	4	3	2	2	3	4	3	3	4	2	4	5	5	4	4	3	2	5	3	3	4	3	3	1	1	1	1
	13	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	5	4	5	3	4	4	3	5	4	4	5	5	4	4	4	1	1	1	1	
	14	3	3	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	1	1	1	1	
	15	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	3	1	1	1	
	16	4	3	3	3	3	3	0	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	3	3	3	3	1	1	1	1	
	17	4	4	4	3	3	4	3	4	4	5	3	3	5	5	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	1	1	1	1	
	18	3	4	4	0	0	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	3	3	3	1	1	1	1	1	
	19	4	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	3	5	4	4	4	4	4	1	1	1	1	
	20	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	1	1	1	1	
	21	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	5	5	4	4	4	3	3	5	5	4	4	4	1	1	1	1	1	
	22	4	3	4	3	3	4	4	5	5	3	4	4	4	0	4	4	5	4	4	5	0	0	4	4	1	1	1	1	1	
	23	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	1	1	1	1	
	24	5	3	4	3	4	4	5	4	4	3	5	4	5	2	5	4	3	4	5	5	2	1	3	3	1	1	1	1	1	
25	3	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	3	4	4	4	3	3	3	3	3		
26	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	5	4	4	3	2	2	2	2		
27	3	4	4	4	4	4	3	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	3	4	5	2	2	2	2		
28	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	2	2	1	2	2		
29	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	2	2	1	1		
30	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	5	3	2	3	3	3	3	3	3	3		
31	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	3	3	2	2	2	2	2		
32	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	2	2	2	2		
33	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	1	2	1	2		
34	3	3	4	4	5	5	4	4	5	2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	1	1	2		
35	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	5	4	3	3	3	2	1	1	2	2		
36	3	4	5	4	3	5	4	3	4	4	3	3	5	4	1	2	3	4	5	5	4	4	5	5	3	3	1	3	3		
37	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	5	4	3	3	3	1	1	1	1	1		
38	4	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	2	2	1	2	2		
39	4	3	4	4	3	3	4	5	5	4	3	3	5	5	5	4	3	3	2	5	3	4	3	4	3	2	2	2	3		
40	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2		
41	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	1	1		
42	5	4	4	5	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	2	2	2	2		
43	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	5	3	3	4	4	2	2	2	1	1		
44	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	3	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5		
45	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	2	2	1	2		
46	3	3	4	4	5	5	4	4	4	2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	1	1	2		
47	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	1	1		
48	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	3	3	3	1	1	1	1		

		DATOS DEL GRUPO DE CONTROL																													
		Encuesta																						Problemas							
	# TEST	01a	02a	03b	04b	05b	06c	07c	08d	09d	10d	11e	12e	13f	14f	15g	16g	17h	18h	19i	20i	21j	22j	23k	24k	2-a	2-b	3-c	4-e		
GRUPO # 2	PRE TEST	49	3	2	4	3	3	3	2	5	4	4	3	0	3	4	2	3	4	3	3	5	3	3	3	3	1	1	1	1	
		50	2	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	2	4	4	4	3	5	3	4	4	4	4	3	3	1	1	1	1	
		51	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	5	4	3	3	3	1	1	1	1	
		52	3	5	3	4	4	3	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	3	4	4	2	1	1	1	2
		53	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	3	2	4	3	1	1	1	1
		54	4	3	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	3	1	5	5	2	1	1	1	1
		55	3	3	4	4	3	4	3	5	4	4	4	4	3	5	4	5	4	3	4	4	4	4	3	4	4	2	1	1	1
	POST TEST	56	3	3	4	4	3	4	3	5	5	4	3	3	4	5	3	3	3	3	3	5	5	4	4	4	1	1	1	1	
		57	3	2	3	3	4	3	4	4	4	4	2	3	3	4	2	2	4	3	2	5	3	3	3	3	5	5	5	5	
		58	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	5	5	5	5	
		59	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5
		60	4	4	5	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4
		61	4	3	3	4	4	3	4	5	4	4	4	3	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		62	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	5	4	5	5	5	5	3	4	3	5	3	3	4	4	5	5	5	5	5
63	4	3	4	4	4	4	3	5	4	3	3	3	4	5	3	3	3	3	3	5	4	4	4	3	5	5	5	5	5		
64	4	4	5	5	4	5	5	4	3	3	5	4	4	4	4	4	4	3	5	5	5	5	4	5	4	3	5	5	5		
GRUPO # 3	PRE TEST	# TEST	01a	02a	03b	04b	05b	06c	07c	08d	09d	10d	11e	12e	13f	14f	15g	16g	17h	18h	19i	20i	21j	22j	23k	24k	2-a	2-b	3-c	4-e	
		65	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	3	3	3	3	1	1	1	1	
		66	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	3	4	3	4	4	3	4	4	1	1	1	1	
		67	4	4	5	4	4	4	4	5	3	3	4	4	4	3	4	5	4	3	5	5	4	4	4	4	2	2	1	1	
		68	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	5	4	3	4	4	3	3	1	1	2
		69	4	4	4	3	3	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	3	3	5	5	4	4	4	4	1	1	1	1
		70	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	3	5	3	3	3	3	3	1	1	1	1
	POST TEST	71	5	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	5	3	3	3	3	1	1	1	1	
		72	3	4	4	3	3	2	4	4	3	3	2	2	3	4	4	3	2	3	4	3	4	2	3	2	1	1	1	1	
		73	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3
		74	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	2	2	3	4	5	3	3	3	3	3	2	4	4	4
		75	5	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	5	5	5	5	5
		76	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5
		77	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	5	5	5	5
78	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	5	5	5	5	4	4	3	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5		
79	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	5	3	3	4	4	5	5	5		
80	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	5		
GRUPO # 4	PRE TEST	# TEST	01a	02a	03b	04b	05b	06c	07c	08d	09d	10d	11e	12e	13f	14f	15g	16g	17h	18h	19i	20i	21j	22j	23k	24k	2-a	2-b	3-c	4-e	
		81	3	3	4	3	3	3	3	4	5	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	1	1	1	1	
		82	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	1	1	1
		83	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	5	4	4	4	5	5	1	1	1	1
		84	3	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	5	3	3	4	4	5	5	4	3	4	3	1	1	1	1	
		85	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1
		86	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	5	4	3	3	3	1	1	1	1
	POST TEST	87	4	4	4	5	4	0	3	4	3	5	5	4	4	5	3	3	4	5	4	5	3	4	5	5	2	1	1	1	
		88	4	3	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5	1	1	1
		89	4	3	3	3	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1	
		90	5	3	4	4	5	3	5	5	5	3	4	3	4	3	5	4	4	3	5	5	3	3	4	4	2	1	1	1	
		91	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	5	4	3	3	4	4	3	5	4	3	4	4	1	1	1	1	
		92	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	5	4	3	3	4	3	3	5	4	3	5	4	3	4	1	1	1
		93	4	4	3	3	3	5	5	4	3	4	4	4	4	4	3	4	5	4	3	5	4	2	2	3	1	1	1	1	
94	4	2	5	5	4	3	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	3	4	5	5	3	3	5	4	1	1	1	1			
95	4	5	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	5	3	4	4	4	4	5	3	3	3	3	1	1	1	1		
96	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1		
97	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4		
98	5	4	4	3	4	4	5	5	5	3	4	3	5	5	5	4	4	3	5	5	4	3	5	4	5	4	5	4	5		
99	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	5	5	4	5		
100	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	3	3	4		
101	4	4	3	3	4	3	5	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	4	3	0	3	3	4	3	3	3	3	4	4		
102	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5		
103	3	3	3	3	4	3	3	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5		
104	3	3	3	3	4	3	3	4	4	5	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	5		
105	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5		
106	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	5	4	3	4	4	5	5	5	5		
107	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	5	5	3	3	5	3	3	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5		
108	4	4	3	3	3	3	3	4	5	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	5		
109	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	3	3	4	4	3	2	3	3	4	4	4				

Apéndice G. Evidencias Fotográficas

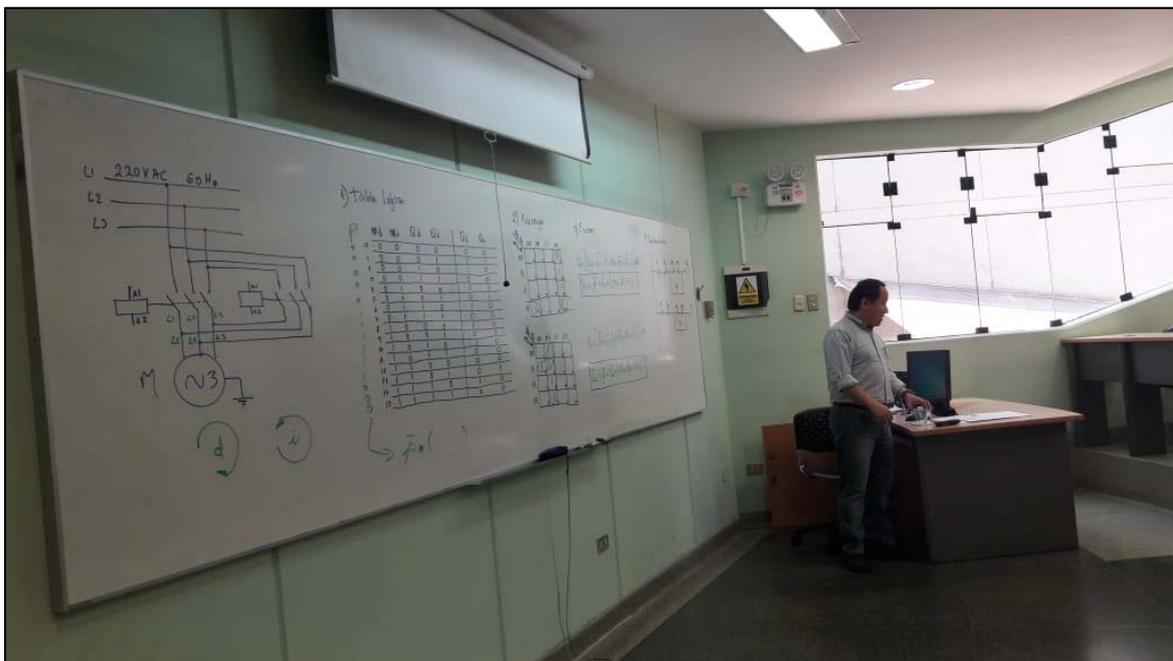


Figura F.1 Grupo de control.
Fuente: Elaboración propia.



Figura F.2 Grupo de control.
Fuente: Elaboración propia.



Figura F.3 Grupo experimental.
Fuente: Elaboración propia.



Figura F.4 Grupo experimental.
Fuente: Elaboración propia.



Figura F.5 Grupo experimental.
Fuente: Elaboración propia.



Figura F.6 Grupo experimental.
Fuente: Elaboración propia.

Apéndice H. Guía Teórica Entregada a los Estudiantes de Ambos Grupos

TALLER: DISEÑO DE AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial - USMP



Ing. Hugo Chacón Moscoso
hchaconm@usmp.pe

I. AUTOMATISMOS COMBINACIONAL Y SECUENCIALES.

1.1. Introducción funciones lógicas.

El método de análisis y de modelado de los automatismos se establece a partir de la naturaleza de las variables que intervienen en estos. Los sistemas de producción automatizados tienen muy a menudo carácter secuencial, es decir, su forma de operar puede ser contemplada como la concatenación de distintas fases debidamente secuenciadas en el tiempo. El conjunto de las variables de estos sistemas, de entrada, salida y estado, poseen únicamente dos estados claramente diferenciados "ON", "OFF", por lo que su naturaleza es discreta y binaria.

Este comportamiento queda reflejado en los dispositivos de entrada y salida que suelen utilizarse en este tipo de sistemas tales como interruptores, pulsadores, finales de carrera, detectores inductivos, células fotoeléctricas, relés, contactores, etc...

Por este motivo, para establecer las relaciones funcionales entre las variables intervinientes se utiliza el Álgebra Booleana, herramienta matemática que permite la definición de funciones lógicas capaces de relacionar un conjunto de variables discretas binarias.

1.2. Algebra booleana.

1.2.1. Concepto de variable booleana.

Una variable booleana es aquella que posee una naturaleza binaria, de tal forma que únicamente posee los valores binarios "1" o "0", o los equivalentes "verdadero" o "falso". Muy a menudo este concepto se asocia en la electrónica digital a que el dispositivo lógico que representa la variable disponible de dos niveles de tensión diferenciados: 5 V. y 0 V.; o en dispositivos eléctricos: 24 V. y 0 V.

1.2.2. Concepto de función booleana.

En general una función booleana es toda aquella expresión en la que un conjunto de variables booleanas se ven relacionadas por los operadores booleanos descritos anteriormente. Para su representación se utilizan las expresiones de suma de productos (minterm) o producto de sumas (maxterm), pudiéndose encontrar funciones equivalentes realizadas mediante los dos procedimientos.

Ejemplo: $y=a+b$

En un circuito, electrónico o eléctrico, las variables "a", "b" representarían las entradas de dicho circuito. La variable "y" representaría la salida de dicho circuito.

El resultado de una función booleana, al igual que la variable binaria, sólo puede tomar valores binarios.

FUNCIÓN	Y	O	COMPLEMENTO
Nemónicos	AND	OR	NOT
Representación algebraica	\vee	\wedge	\neg
Representación Booleana	*	+	\bar{a}

Tabla 1. Tipos de representación de operaciones booleanas

1.2.3. Operaciones booleanas

Los operadores booleanos establecen las relaciones a efectuar sobre las distintas variables booleanas. Estos son el operador OR (suma), el operador AND (producto) y el operador NOT (complemento).

Función OR

El caso de un operador OR relacionado a dos variables binarias de la forma $Y=a+b$ debe interpretarse en el sentido de que la función tomara valor "1" cuando cualquiera de las variables o ambas tomen valor "1". Una descripción intuitiva de carácter eléctrico puede verse en la figura 1.

Los distintos valores que puede adoptar la función dependiendo del valor de las variables se observa en la denominada tabla de verdad de la función. Esta tabla muestra el valor de la función para cada combinación de valores de las variables de entrada.

a	b	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabla 2. Tabla de verdad para la función OR

Propiedades de la función OR:

$$a + a = a$$

$$a + 0 = a$$

$$a + 1 = 1$$

$$a + \bar{a} = 1$$

En el gráfico de la figura 1, puede comprobarse la validez de las propiedades anteriores.

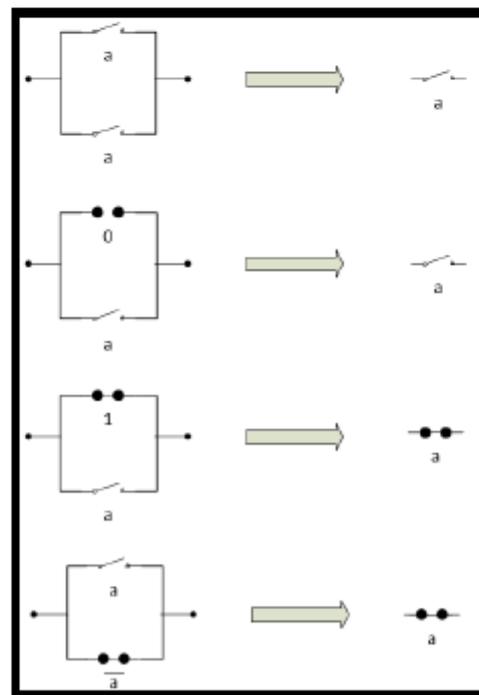


Figura 1. Propiedades función OR

Función AND

El operador AND relacionado de la misma forma a dos variables de la forma $y=a*b$ deberá interpretarse de manera que la función únicamente tomará valor "1" si y solo si ambas variables toman el valor "1". En la figura 2 se muestra el circuito eléctrico y su tabla de verdad es la siguiente:

a	b	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabla 3. Tabla de verdad para la función AND

Las propiedades del operador AND son:

$$a * a = a$$

$$a * 1 = a$$

$$a * \bar{a} = 0$$

$$a * 0 = 0$$

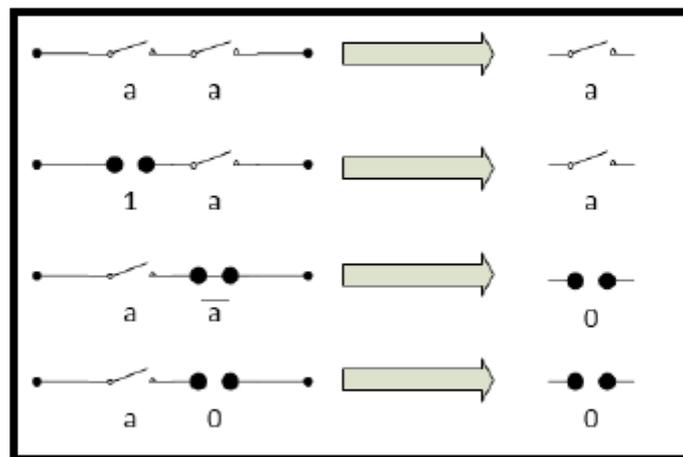


Figura 2. Propiedades función AND

Función NOT

El operador NOT, afectando a una función de una variable de la forma $y = \bar{a}$, debe entenderse en el sentido de que la función tomará valor "1" cuando la variable valga "0", y cuando valga "1" tomará el valor "0".

a	y
0	1
1	0

Tabla 4. Tabla de verdad para la función NOT

Otras propiedades:

Conmutativa: $a + b = b + a$

$$a * b = b * a$$

Asociativa: $a + (b + c) = (a + b) + c$

$$a * (b * c) = (a * b) * c$$

Distributiva: $a * (b + c) = a * b + a * c$

$$a + b * c = (a + b) * (a + c)$$

1.2.4. Teoremas de MORGAN

Teorema 1: El complemento de un producto lógico es igual a la suma lógica de los complementos de cada término de ese producto.

$$\overline{a * b * c} = \bar{a} + \bar{b} + \bar{c}$$

Teorema 2: El comportamiento de una suma lógica es igual al producto lógico de los complementos de cada término de esa suma.

$$\overline{\bar{a} + \bar{b} + \bar{c}} = a * b * c$$

1.2.5. Funciones lógicas derivadas.

A partir de las funciones lógicas fundamentales del álgebra booleana descritas anteriormente, pueden formarse otras funciones lógicas de gran utilidad en los sistemas de electrónica digital y en consecuencias en los automatismos implementados mediante esta tecnología. Estas funciones son la función NAND, NOR, OR EXCLUSIVA.

Función NOR

La función NOR, resulta de aplicar el operador NOT a una función OR.

Su expresión es: $y = \overline{a + b}$

Su tabla de verdad y el circuito lógico equivalente se muestran en la tabla 5.

a	b	y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tabla 5. Tabla de verdad para la función NOR

Función NAND

La función NAND, resulta de aplicar el operador NOT a una función AND. Su expresión resultante es: $y = \overline{a * b}$

Y su tabla de verdad:

a	b	y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabla 6. Tabla de verdad para la función NAND

Función OR EXCLUSIVA

La función OR exclusiva, también denominada XOR actúa de forma que la función vale "1" cuando una y solo una de las variables mantienen dicho valor. Obsérvese la diferencia con la función OR en la cual la salida es "1" cuando ambas variables toman valor "1". Esta función tiene la siguiente notación: $y = a \oplus b = a * \bar{b} + \bar{a} * b$

Y su tabla de verdad es:

a	b	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabla 7. Tabla de verdad para la función XOR

Función COINCIDENCIA

Esta función, denominada también NOR EXCLUSIVA, es la función complementaria de la anterior, de forma que la función toma valor "1" si los valores de ambas variables coinciden. Su expresión y su tabla de verdad son: $y = a * b + \bar{a} * \bar{b}$

a	b	y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabla 8. Tabla de verdad para la función XNOR

1.3. Análisis de automatismos combinacionales y secuenciales.

Con frecuencia algunos sistemas requieren la memorización de las secuencias de variables de entrada en forma de estado interno, de manera que se puedan tomar decisiones lógicas en un instante determinado, en función de secuencias de los valores de las variables de entrada en el pasado. Por ello disponemos de una serie de variables, provenientes de consignas de mando, lecturas efectuadas por los captadores o bien variables de estado. Dichas funciones lógicas pueden ser representadas por un conjunto de ecuaciones booleanas de la forma:

$$S_T = f(E_T, Q_T)$$

$$Q_{(T+\Delta T)} = f(E_T, Q_T)$$

Siendo E_T el conjunto de variables de entrada al circuito en el instante T , S_T el conjunto de salidas y Q_T el conjunto de variables internas.

La primera ecuación S_T representa las salidas del circuito como combinación de las variables de entrada e internas, y $Q_{T+\Delta T}$ representa la actualización del estado interno.

En general, un controlador lógico programable ejecuta unas acciones de control basándose en un conjunto de funciones lógicas, que resultan de la observación y posterior tratamiento de un conjunto de variables.

El programa que implementa el algoritmo de control en un autómata programable industrial es un conjunto de directivas de usuario, establecidas a través de uno de los posibles lenguajes de programación existentes en los API, y que son en definitiva un conjunto debidamente ordenado de ecuaciones lógicas de estado y de salida del sistema bajo una estructura DO WHILE. El ordenamiento y por tanto la escritura de dichas ecuaciones viene condicionado por el tipo de ciclo de funcionamiento.

El tipo de ciclo de funcionamiento, a su vez, viene condicionado por la forma y la frecuencia que se adquieren las variables de entrada y de control (salida) del sistema.

En definitiva, los sistemas basados en automatismos pueden ser modelados según el caso, bien como sistemas combinacionales. Bien como sistemas secuenciales.

1.4. Automatismos combinacionales.

Si el sistema en cuestión no requiere de variables de estado, el análisis del automatismo puede ser tratado según la lógica de circuitos combinacionales, por lo cual el conjunto de ecuaciones booleanas anteriores queda reducido a la ecuación: $S_T = f(E_T)$

Por lo tanto, la salida de un automatismo de lógica combinacional, depende únicamente y exclusivamente de la combinación de las variables de entrada E_T .

1.4.1. Minimización de funciones lógicas.

Bien por motivos económicos, bien por criterios de simplicidad de los sistemas a implementar, los ingenieros y técnicos en general deben procurar que los sistemas resultantes de todo proceso de diseño, cumpliendo las especificaciones de funcionamiento, posean el menor número posible de dispositivos tecnológicos.

Para la aplicación de este criterio en los automatismos de carácter combinacional y secuencial, se utilizan una serie de métodos de simplificación.

1.4.2. Utilización de funciones "suma de productos" y "productos sumas".

De forma usual, el procedimiento que se utiliza en el diseño de cualquier automatismo de carácter combinacional comienza por la determinación de su tabla de verdad correspondiente; es decir, mediante el establecimiento de los valores que deberá adoptar la salida para cada combinación de sus entradas. Posteriormente existen dos posibilidades en cuanto la implementación del automatismo resultante.

- a. Seleccionar desde la tabla de verdad las filas donde exista un "1" lógico y construir una función lógica donde en cada término intervendrán las distintas combinaciones de entradas en forma de suma de productos. Esta expresión recibe el nombre de función minterm.
- b. Seleccionar desde la tabla de verdad las filas donde exista un "0", se procede a invertir las variables y después se expresan en forma de productos de sumas. Esta expresión recibe el nombre de maxterm.

Cualquiera de los dos procedimientos da como resultado una expresión lógica equivalente. La única diferencia se encuentra en el número de dispositivos lógicos a utilizar para realizar su implementación. Obviamente el objetivo del diseñador será encontrar la expresión minimizada de la función lógica.

Ejemplo: Considere la tabla de verdad de la tabla 9

Aplicando el primer procedimiento en la forma minterm, seleccionaremos las filas nº 2 y nº 8 donde existen un "1" Lógico a la salida.

Entradas			Salidas
a	b	c	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Tabla 9

La expresión queda con dos términos suma de productos de la forma:

$$y = \bar{a} * \bar{b} * c + a * b * c$$

Su implementación mediante esquema eléctrico se muestra en la figura 3:

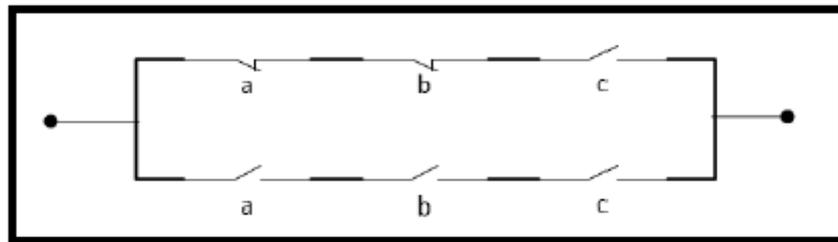


Figura 3. Circuito lógico equivalente del ejemplo de la tabla 9

Considere ahora, la tabla 10, donde se observa que únicamente existen dos filas n° 5 y n° 8 con "0" lógico en la salida.

Entradas			Salidas
a	b	c	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Tabla 10

Puede observarse que en este caso la expresión en forma de minterm dispone de muchos términos. En este caso parece más conveniente realizar la función lógica a partir de su expresión en forma maxterm. La expresión resultante quedaría:

$$y = (\bar{a} + b + c) * (\bar{a} + \bar{b} + \bar{c})$$

El esquema lógico resultante se muestra en la figura 4.

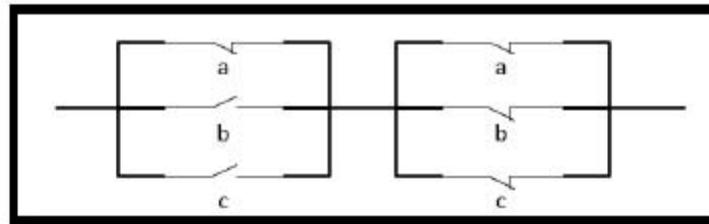


Figura 4. Circuito lógico equivalente del ejemplo de la tabla 10.

1.4.3. Mapas de Karnaugh.

Los denominados Mapas de Karnaugh es uno de los procedimientos más utilizados para la simplificación de circuitos lógicos. Su utilización resulta adecuada para sistemas de 3, 4 y 5 variables. Cuando el número de estas excede estos valores, su resolución comienza a ser engorrosa y deben buscarse otros métodos basados en cálculos por computador. Sin embargo su utilidad resulta adecuada para la implementación de automatismos y circuitos lógicos relativamente sencillos.

Para la descripción de este método utilizaremos la Tabla 11. El procedimiento de simplificado debe seguir los siguientes pasos:

1º En primer lugar se procede al desarrollo de los minterm de la expresión booleana a partir de la tabla de verdad realizada.

2º El segundo paso consiste en colocar un "1" en la casilla del mapa de Karnaugh coincidiendo con las mismas combinaciones de las variables de entrada observadas en la tabla de verdad.

3º El tercer paso consiste en agrupar las casillas adyacentes que contengan un "1", en grupos potenciales de 2, es decir grupos de 1, 2, 4, 8, ... las casillas adyacentes son aquellas en las que de una a la otra, solamente una variable cambia de valores.

4º En el cuarto paso se procede a eliminar las variables. La forma de eliminarlas es colocar todos los grupos de variables pertenecientes a un grupo en forma de columna. Después se eliminarán de dicha columna las variables que cambien de valor. Las variables que permanezcan inalteradas pasarán a formar un término de una expresión minterm, minimizada.

Ejemplo para 3 variables.

Entradas			Salidas
a	b	c	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Tabla 11

Si obtenemos directamente la función lógica de suma de productos, a partir de la tabla de verdad tenemos:

$$y = \bar{a} * \bar{b} * c + \bar{a} * b * \bar{c} + \bar{a} * b * c + a * \bar{b} * c + a * b * c$$

La expresión así obtenida posee cinco términos.

Procediendo a su simplificación mediante el método de Karnaugh, formamos la correspondiente tabla de 3 variables. Obsérvese el modo de disposición de las variables en el contorno de la tabla, de manera que de una casilla a la siguiente únicamente debe haber un cambio en una de las variables.

	\bar{c}	c
$\bar{a} * \bar{b}$		1
$\bar{a} * b$	1	1
$a * b$		1
$a * \bar{b}$		1

Tabla 12. Tabla de Karnaugh, paso 2

Agrupando en grupos de potencias de 2.

	\bar{c}	c
$\bar{a} * \bar{b}$		1
$\bar{a} * b$	1	1
$a * b$		1
$a * \bar{b}$		1

Tabla 13. Tabla de Karnaugh, paso 3

Ahora procedemos a colocar en columna todos los términos de cada agrupamiento.

El de cuatro:

$$\bar{a} * \bar{b} * c$$

$$\bar{a} * b * c$$

$$a * b * c$$

$$a * \bar{b} * c$$

Como puede observarse, únicamente permanece sin cambiar de valor la variable c , por lo tanto esta variable pasa como término a la función simplificada, eliminándose las otras dos variables.

Ahora el grupo de dos:

$$\bar{a} * b * \bar{c}$$

$$\bar{a} * b * c$$

En este grupo permanecen sin cambios $\bar{a} * b$, por lo tanto se elimina la variable que cambia (c), finalmente pasan a formar parte de la función simplificada de suma de productos, dicha función es:

$$y = c + \bar{a} * b$$

Puede observarse la notable simplificación si se compara con la función directamente obtenida de la tabla de verdad original.

Tablas de Karnaugh de cuatro variables

Consideremos ahora una tabla de verdad de cuatro variables. Para operar sobre dicha tabla, tomaremos como ejemplo la tabla 14.

La función lógica correspondiente sin minimizar es:

$$y = \bar{a} * \bar{b} * \bar{c} * d + \bar{a} * \bar{b} * c * d + \bar{a} * b * \bar{c} * d + \bar{a} * b * c * \bar{d} + \bar{a} * b * c * d + a * \bar{b} * \bar{c} * d + a * \bar{b} * c * d + a * b * \bar{c} * d + a * b * c * d$$

Entradas				Salida
a	b	c	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Tabla 14

La tabla de Karnaugh correspondiente:

	$\bar{c} * \bar{d}$	$\bar{c} * d$	$c * d$	$c * \bar{d}$
$\bar{a} * \bar{b}$		1	1	
$\bar{a} * b$		1	1	1
$a * b$		1	1	
$a * \bar{b}$		1	1	

Tabla 15

La función resultante minimizada es: $y = d + \bar{a} * b * c$

Al proceder a la agrupación de las casillas adyacentes de "unos", debe observarse cuidadosamente la naturaleza adyacente de las casillas situadas en los extremos superior, inferior y los dos laterales. A este respecto ha de considerarse que la tabla se cierra de forma cilíndrica por los extremos, de tal manera que sus casillas superior e inferior, y lateral derechas e izquierda son adyacentes respectivamente.

En la Figura 5 se muestran algunos agrupamientos de casillas aparentemente distanciadas en la tabla, pero de carácter adyacente.

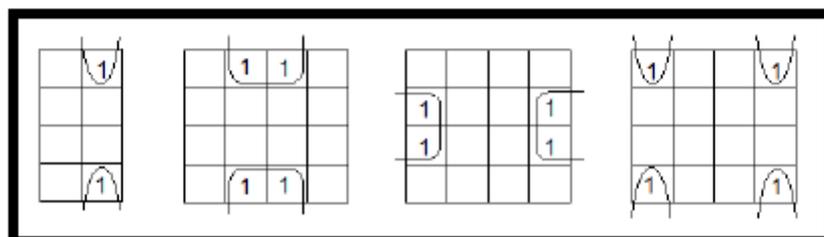


Figura 5. Agrupamientos de carácter adyacente

1.4.4. Método de Karnaugh mediante expresiones maxterm.

El procedimiento de implicación mediante expresiones maxterm, cambia ligeramente del visto anteriormente en la utilización de expresiones minterm.

El procedimiento es como sigue:

- 1º Se escribe la expresión maxterm a partir de la tabla de verdad correspondiente. Recuérdese de invertir las variables en la expresión respecto de las que aparecen en las filas con cero a la salida de la tabla de verdad.
- 2º Colocar un "1" en la tabla de Karnaugh en cada casilla correspondiente a un término maxterm, es decir a cada grupo de variables unidas por el operador OR. Obsérvese que cada fila de la tabla de verdad con un "0" a la salida se corresponde con una casilla de la tabla de Karnaugh con un "1".
- 3º Rodear gráficamente los grupos de casillas adyacentes de "1" de la misma manera que en el procedimiento minterm, es decir grupos de 1, 2, 4, 8 ...
- 4º Representar cada grupo y eliminar de éstos las variables que aparecen ella misma y su complementaria. Es decir, las variables que cambian en las columnas de grupo.
- 5º Unir los términos resultantes simplificados mediante operadores AND.

Ejemplo:

Partiendo de la tabla 16, obténgase la expresión maxterm de la misma.

Entradas			Salidas	
a	b	c	Y	
0	0	0	0	→ $(a + b + c)$
0	0	1	1	
0	1	0	1	
0	1	1	1	
1	0	0	0	→ $(\bar{a} + b + c)$
1	0	1	1	
1	1	0	0	→ $(\bar{a} + \bar{b} + c)$
1	1	1	1	

Tabla 16. Obtención de las expresiones maxterm.

La expresión de la función maxterm sin simplificar es:

$$y = (\bar{a} + \bar{b} + c) * (\bar{a} + b + c) * (a + b + c)$$

	c	\bar{c}
$a + b$	1	
$a + \bar{b}$		
$\bar{a} + \bar{b}$	1	
$\bar{a} + b$	1	

Tabla 17. Grupos adyacentes

Obsérvese la disposición de las variables en los laterales izquierdo y superior de la tabla de Karnaugh para la simplificación maxterm.

Los grupos de casillas adyacentes que se forman son:

El primer grupo:

$$a + b + c$$

$$\bar{a} + b + c$$

Eliminamos la variable a .

El segundo grupo:

$$\bar{a} + \bar{b} + c$$

$$\bar{a} + b + c$$

Eliminamos la b , que es la que se presenta con su complemento.

La expresión simplificada resultante después de proceder a la eliminación de variables y unir los términos mediante el operador AND es:

$$y = (b + c) * (\bar{a} + c)$$

El lector puede comparar el resultado con el obtenido anteriormente al simplificar la misma tabla de verdad mediante el método de expresión minterm.

En general, al proceder al diseño de un automatismo sencillo, conviene comprobar la simplificación mediante los dos métodos y aplicar aquel cuya implementación resulte más económica.

“Términos No Importan” en la tablas de Karnaugh

Se denominan “términos no importan” a aquellos que se derivan de combinaciones de las variables de entrada que no van a producirse nunca o que el sistema combinacional no es receptivo a dicha combinación.

Los “términos no importan”, se escribirán en la casilla correspondiente mediante una X, y pueden formar un grupo e términos con algún “1” o grupo de estos, de tal forma que, en aras de la simplificación, el valor de la X se tomara como “0” o “1” a conveniencia.

	$\bar{c} * \bar{d}$	$\bar{c} * d$	$c * d$	$c * \bar{d}$
$\bar{a} * \bar{b}$			1	
$\bar{a} * b$			X	1
$a * b$			1	
$a * \bar{b}$			1	

Tabla 18. Agrupación de términos.

1.4.5. Ejemplos de automatismos combinacionales.

Ejercicio 1:

Cuatro responsables de una Sociedad (A, B, C y D) disponen de acceso a una caja fuerte. Cada uno de ellos, dispone de una llave diferente (a, b, c y d) y está acordado que:

- “A” no puede abrir la caja fuerte a menos que uno de los responsables “B” o “C” estén presentes.
- B, C y D, no pueden abrir la caja fuerte a menos que dos de los otros responsables estén presentes.

Obtener la función lógica minimizada de apertura de la caja fuerte.

La tabla de valor correspondiente es:

Entradas				Salida
a	B	c	d	y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Tabla 19

La tabla de Karnaugh resultante es:

	$\bar{c} * \bar{d}$	$\bar{c} * d$	$c * d$	$c * \bar{d}$
$\bar{a} * \bar{b}$	0	0	0	0
$\bar{a} * b$	0	0	1	0
$a * b$	1	1	1	1
$a * \bar{b}$	0	0	1	1

Tabla 10

La función minterm minimizada es:

$$y = a * b + a * c + b * c * d$$

$$y = a * (b + c) + b * c * d$$

Se deja al lector que obtenga la expresión maxterm del anterior ejercicio.

Se deja al lector que obtenga la expresión maxterm del anterior ejercicio.

Ejercicio 2:

En una cadena de envasado se dispone de dos cilindros neumáticos CN1 y CN2 para el desvío de las botellas defectuosas a las cintas transportadoras adecuadas para, según el caso, su posible reutilización o envío a desecho.

Los defectos que han de detectarse son: falta de llenado L, falta de taponado T, falta de precintado P y falta de etiquetado E. la detección se realiza mediante una batería de células fotoeléctricas (Figura 7) de forma que cuando el haz respectivo del emisor incida sobre el receptor se colocará a uno lógico, indicando falta de llenado, taponado, precintado o etiquetado respectivamente.

El cilindro neumático CN1 deberá activarse en una primera selección, cuando cualquiera de los defectos pueda aparecer.

El cilindro neumático CN2 deberá activarse, cuando la botella desviada previamente por CN1 sea en buena lógica, recuperable, siendo reintroducida al circuito de envasado (C3).

Obténgase las funciones lógicas de activación de los cilindros, e utilícese si fuere necesario algún captador adicional para la mejora del funcionamiento del sistema.

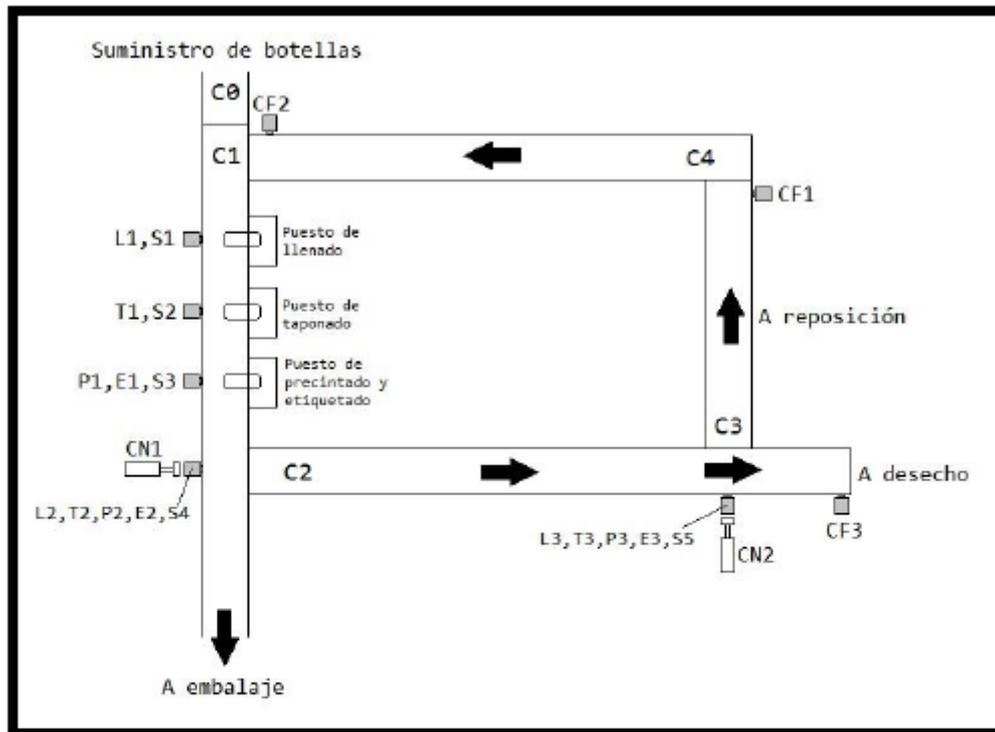


Figura 6. Esquema del proceso de embotellamiento

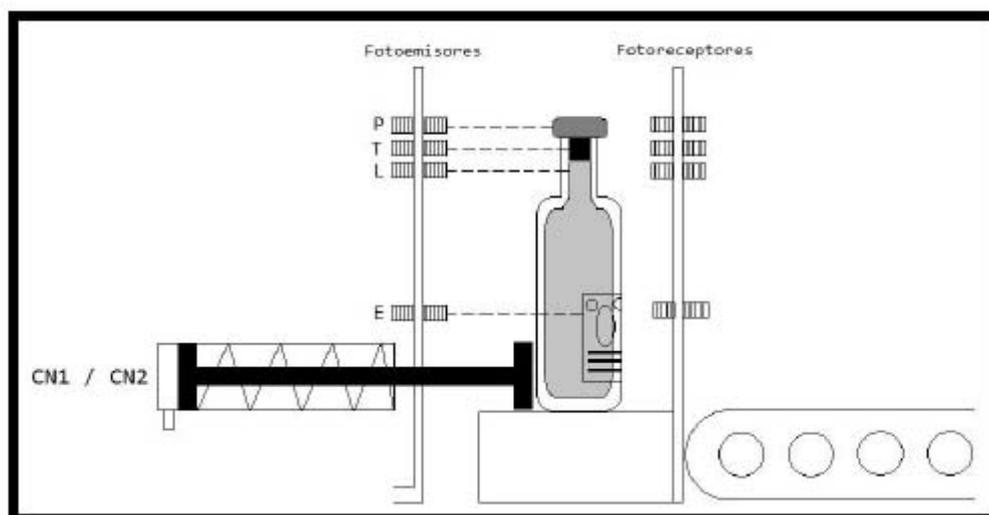


Figura 7. Baterías de células fotoeléctricas

1.5. Automatismos secuenciales.

Si la salida del automatismo, en un instante determinado, depende de la secuencia de valores de las variables de entrada de instantes anteriores, entonces estamos en el caso general descrito por las dos ecuaciones lógicas de actuación de las salidas y del estado interno descritas anteriormente. En este caso, el sistema deberá ser analizado según la lógica secuencial.

Los sistemas de esta naturaleza han de disponer de la capacidad de memorizar y almacenar la secuencia de entradas en forma de estado interno.

Un sistema secuencial, reacciona ante secuencias de estado de entrada de una manera determinada, a un sistema de este tipo se le denomina *Autómata Finito*, ya que posee un número finito de estados internos.

Un sistema secuencial, posee:

- Un conjunto finito E de 2^n estados de entrada, donde la variable n representa el número de variables de entrada al sistema e_1, e_2, \dots, e_n .
- Un conjunto finito Q de 2^m estados internos siendo m el número de estados internos q_1, q_2, \dots, q_m .
- Un conjunto finito S de 2^k estados de salida, siendo k el número de variables de salida s_1, s_2, \dots, s_k .

Teniendo en cuenta la forma de obtención de las variables de salida estos sistemas reciben distintas denominaciones:

a. Autómata de Mealy:

Las salidas se obtienen mediante la combinación de las variables de entrada y las variables internas.

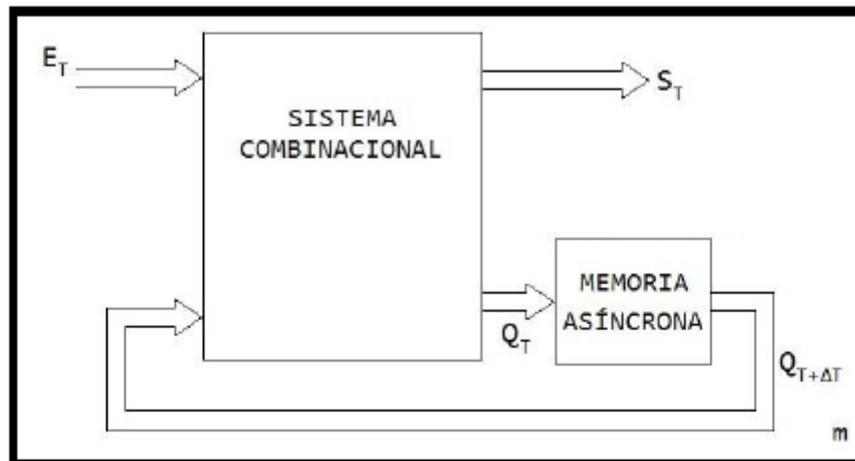


Figura 10. Circuito secuencial

En este último caso resultan convenientes los circuitos secuenciales síncronos, en los que el nivel lógico o cambio de nivel lógico de las variables de entrada actúa sobre su estado solamente cuando se produce un flanco de una señal de reloj.

La implementación síncrona es conveniente utilizarla, cuando por ejemplo el dispositivo lógico de control va a ser implementado mediante una tarjeta controladora, donde la existencia de circuitos integrados de diversas características tecnológicas hace prever la aparición de problemas de sincronismo en el funcionamiento de éstos, debidos a las distintas velocidades de conmutación presentes. La idea consiste en ajustar la frecuencia de reloj del sistema a la de la velocidad del dispositivo elemental más lento.

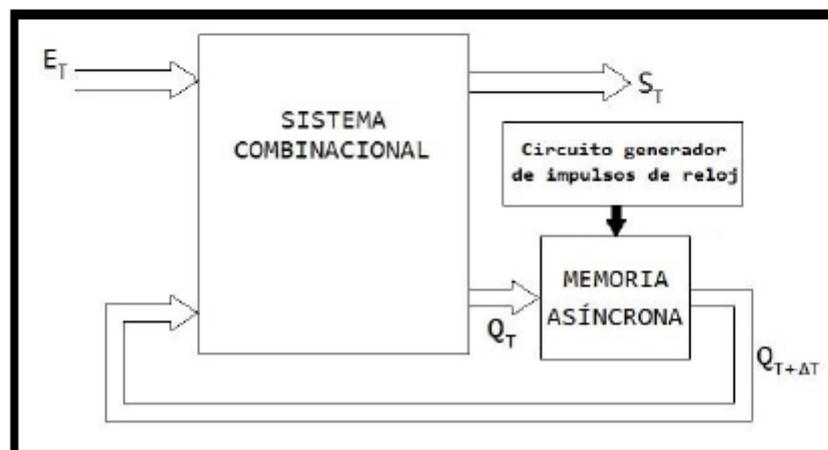


Figura 11. Circuito secuencial síncrono

1.5.1. Diseño de automatismos secuenciales mediante la tabla de fases.

Seguidamente vamos a introducir el método de la Tabla de Fases para el diseño de un sistema automático secuencial. Para ello, y con objeto de ofrecer la claridad que proporciona una aplicación práctica, lo haremos a través de un ejemplo determinado.

El sistema en cuestión se trata de un dispositivo de arranque y parada de un motor.

Las especificaciones de diseño que se desean son las siguientes:

- El motor debe accionarse mediante la activación de un pulsador A.
- El motor debe pararse mediante la activación de un pulsador B.
- La pulsación reiterada de A o B en la situación de marcha o paro respectivamente no deberá variar para nada el funcionamiento del sistema.
- Se considerará que no existe posibilidad de activación simultánea de ambos pulsadores.

1ra Operación de diseño:

Construcción de la tabla de fases, la cual debe poseer 2^n columnas, siendo n el número total de entradas al sistema, además una columna por cada una de las salidas de que disponga el sistema.

Para nuestro caso:

Entradas: A y B $\rightarrow n=2$

Salidas: L

2^n Columnas
 $n = n^\circ$ de entradas

Columnas adicionales = n° de salidas

AB	00	01	11	10	M

Tabla 11. Tabla de fases

2da Fase de diseño:

Se establecen los estados necesarios que se requieren en el sistema, teniendo en cuenta que éstos vienen constituidos por combinaciones de entradas que tienen como consecuencia la activación de un valor diferente de la salida.

Los diferentes estados encontrados se van colocando y numerando en la casilla correspondiente a la combinación de entradas que se considera, y colocando el respectivo

valor de la variable de salida en la columna correspondiente. El número de estado se anotará rodeándolo de un círculo, con objeto de resaltar dicho carácter.

AB	00	01	11	10	L
1			--		0
			--	2	1
	3		--		0
4			--		1

Tabla 12. Tabla de fases, con los estados

3ra Fase de diseño:

Se colocarán las transiciones entre estados y su ubicación será en el cruce de la fila del estado origen con la columna del estado destino; y la numeración a colocar será idéntica a la del estado destino.

AB	00	01	11	10	L
1	3	--	2		0
4	--	--	2		1
1	3	--	--		0
4	3	--	2		1

Tabla 13. Tabla de fases, con estados y transiciones

Además, se colocará un guion en aquellas transacciones que bien por imposibilidad física de que ocurran o por especificaciones de diseño no vayan a producirse.

Se procederá a la operación de fusionar las filas dos a dos, siguiendo el criterio de realizarlo con aquellas que sean fusionables; esto es:

- Bien porque tengan todos los estados y transiciones idénticos.
- Bien por que contengan guiones que actuarán, en ausencia de igualdad estricta, como elementos "no importa".

Para hallar el número mínimo necesario de variables internas se procede a reducir la tabla de fases, de modo que cada línea de la nueva tabla corresponda a una combinación diferente de las variables internas.

Reglas de reducción:

Dos líneas de la tabla de fases permiten determinar el número mínimo de variables internas necesarias.

El número mínimo de variables internas es n tal que:

$$2^{n-1} < N < 2^n$$

Siendo N el número de líneas de la tabla de fusión.

AB	00	01	11	10	
①	③	--	2		
④	--	--	②		

AB	00	01	11	10	Q
①	③	--	2		0
④	--	--	②		1

Tabla 14. Tabla de fases reducida

En nuestro ejemplo, $N = 2 \rightarrow n = 1$, en consecuencia solamente una variable interna se hace necesaria para la síntesis de nuestro pequeño automatismo. Esta variable interna se añade a la tabla de fusión según la Tabla 14.

4ta Fase de diseño:

En esta fase se procede a determinar los valores de la columna de actualización de estado $Q_{T+\Delta T}$, a partir de la tabla de fases determinada en la fase anterior.

La columna de actualización de estado se formará, colocando los mismos valores que en Q_T en las filas de los estados, y cambiando en las filas de las transiciones.

	AB	Q_T	$Q_{T+\Delta T}$	S_T
①	00	0	0	0
④	00	1	1	1
③	01	0	0	0
②	01	1	0	X
②	10	0	1	X
②	10	1	1	1

Tabla 15. Fase de diseño

Finalmente, se procede por Karnaugh a la obtención de las funciones lógicas de la salida S_T y de actualización del estado interno $Q_{T+\Delta T}$ respectivamente.

	\bar{q}	q
$\bar{a} * \bar{b}$	0	1
$\bar{a} * b$	0	0
$a * b$	X	X
$a * \bar{b}$	1	1

Tabla 16. Tabla de Karnaugh para $Q_{T+\Delta T}$

De forma que $Q_{T+\Delta T} = a + q * \bar{b}$

La expresión de la salida S_T se obtiene: $S_T = a + q$

	\bar{q}	q
$\bar{a} * \bar{b}$	0	1
$\bar{a} * b$	0	X
$a * b$	X	X
$a * \bar{b}$	1	1

Tabla 17. Tabla de Karnaugh para S_T

1.6. Representación de los automatismos.

Distintos organismos de estandarización han dedicado sus esfuerzos a establecer normas de representación de los sistemas eléctricos y electrónicos y por ello los automatismos implementados mediante esta tecnología.

Algunos de éstos, IEC (International Electrotechnical Commission), NEMA (National Electrical Manufacturers Association) en los EE.UU., DIN (Deutscher Institut für Normung) en Alemania, han establecido normas que cubren los aspectos normativos de representación tecnológica de los automatismos.

La IEC (Comisión Electrotécnica Internacional: CEI) es, junto con la ISO (International Standards Organization), el sistema de estandarización no gubernamental más importante a escala mundial y que se ocupa especialmente de las áreas de electrónica y electricidad. No obstante, pese a los esfuerzos de normalización, aún persisten normas específicas de representación de países por su carácter pinero en la introducción de la tecnología. Un ejemplo de estos, son las normas de representación NEMA, que persisten en las normas de representación de los automatismos en los modernos Automatas Programables Industriales.

Toda función lógica puede ser representada gráfica y simbólicamente dependiendo de la tecnología utilizada en su implementación. Dejando para un tema posterior la representación simbólica nemotécnica propia de la lógica programable, la representación gráfica de la lógica cableada puede hacerse bien a través de los diagramas de contactos, si lo que se utiliza es tecnología eléctrica, o bien la representación puede hacerse a través de diagramas de funciones lógicas, si lo que se utiliza es la tecnología electrónica, de puertas lógicas.

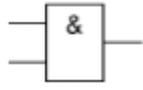
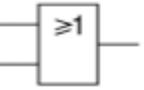
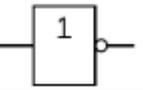
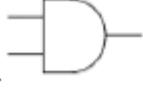
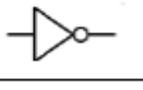
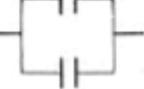
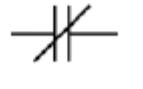
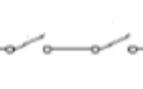
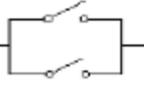
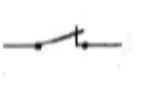
FUNCIÓN	Y	O	Complemento
Representación Normalizada CEI (IEC)			
Representación Standard Americana			
Representación NEMA			
Representación DIN 40713-16			

Figura 12. Representación de funciones lógicas

1.6.1. Lógica de contactos

Se trata de la representación gráfica de esquemas de automatismos eléctricos, en los cuales el elemento fundamental es el interruptor electromagnético denominado relé, junto con pulsadores, interruptores y contactores cuya representación normalizada se muestra en la figura 13.

Este método de representación ha tenido profusa difusión entre los integradores de automatización, donde los dispositivos de control automático han estado basados en armarios de relés.

Este tipo de representación gráfica se sigue manteniendo ampliamente por los fabricantes de dispositivos basados en lógica programada, procurando de esta manera salvar el inconveniente de tener que formar a personal no expresamente informático en lenguajes evolucionados de alto nivel. Por ello pasamos a mostrar los elementos fundamentales de la lógica de contactos y la representación mediante el cuadro de la figura 14.

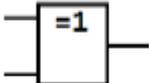
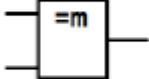
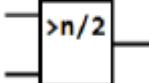
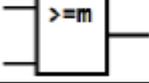
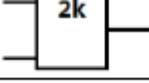
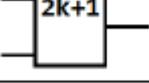
FUNCIÓN LÓGICA	FUNCIONES LÓGICAS ESPECIALES
	Representación de la puerta OR Exclusiva de dos entradas, la salida vale "1" si únicamente una variable de las dos vale "1".
	Función lógica igualdad, todas las entradas deben coincidir en el mismo estado para que la función lógica esté a "1".
	Función lógica donde sólo m entradas deben estar a "1" para que la salida de la función esté a "1".
	Función lógica donde la mayoría de las entradas (más de la mitad) deben estar a "1" para que la salida de la función esté a "1".
	Función lógica umbral: donde un mínimo m de las entradas deben estar a "1" para que la salida de la función esté a "1".
	Función lógica donde un número par de las entradas deben estar a "1" para que la salida de la función esté a "1".
	Función lógica donde un número impar de las entradas deben estar a "1" para que la salida de la función esté a "1".

Figura 13. Elementos especiales de funciones lógicas

Elementos de Entrada

Los elementos de entrada pueden ser pulsadores, interruptores, captadores tales como finales de carrera, detectores de proximidad, etc. Son los dispositivos físicos mediante los cuales, el automatismo realiza la observación de las variables de entrada. Por tanto, se debe asociar dichos elementos las variables de entrada cuya combinación resultara una función lógica que activara o no la salida correspondiente.

Las variables de entrada pueden ser clasificadas como:

- Variable de entrada directa.
- Variable de entrada inversa.

La variable de entrada directa da un "1" lógico cuando es activada. La variable de entrada inversa da un "0" lógico cuando es activada. Se representará pues como una variable negada.

Según donde se realice la observación en el automatismo, las variables de entrada pueden clasificarse como:

- Variable de entrada pura.
- Variable de salida realimentada.

La variable de entrada pura proviene de acciones de mando del operador, o bien de la lectura de los elementos de entrada. La variable de salida realimentada proviene de la realimentación de una variable de salida y posterior consideración como variables de entrada. Esto puede tener lugar en automatismos que deban ser tratados según la lógica secuencial, síncrona o asíncrona.

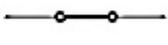
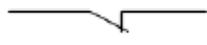
	Norma DIN 40713-6	Norma NEMA	Norma IEC
Variable de entrada directa normalmente abierta			
Variable de entrada inversa normalmente cerrada			
Variable de salida			

Figura 14. Variables de entrada y de salida

Elementos de Salida

Los elementos de salida deberán ser asociados a las variables de salida de las funciones lógicas. Casi siempre vendrán implementados físicamente por el circuito de mando de un relé o de un contactor.

Asociación de elementos

Los diversos elementos, bien sea normalmente abiertos o normalmente cerrados, pueden conectarse de forma asociada formando diversas funciones lógicas bien conocidas de la electrónica digital.

Función lógica "O" (+)

Se trata de la conexión en paralelo de diversos elementos de entrada. (Figura 15)

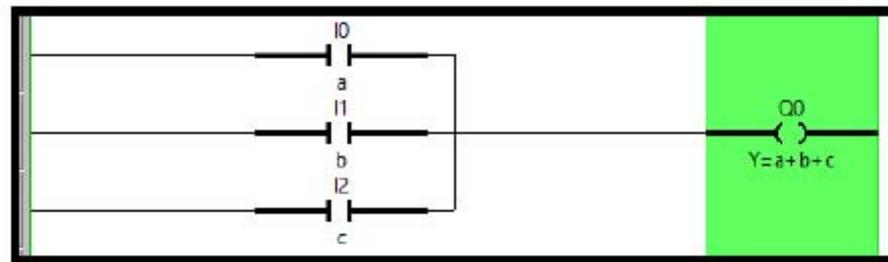


Figura 15. Conexión en paralelo

Función lógica "Y" (*)

Se trata de la conexión en serie de diversos elementos de entrada. (Figura 16)

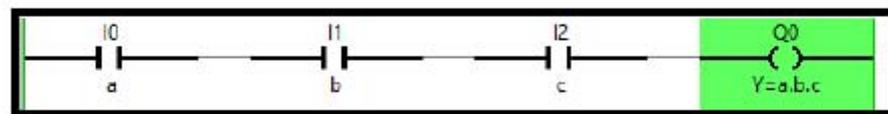


Figura 16. Conexión en serie.

Función "O" lógica de funciones "Y"

Corresponde a la conexión en paralelo de dos o más ramas en serie. (Figura 17)

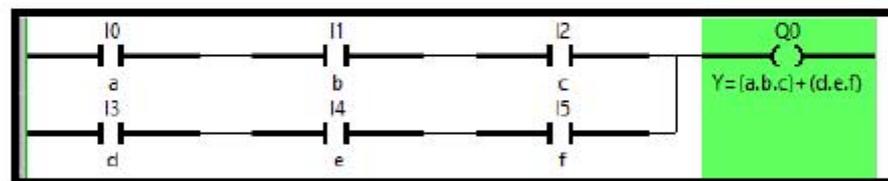


Figura 17. Conexión en paralelo de varias ramas en serie.

Función "Y" lógica de funciones "O"

Corresponde a la conexión en serie de conjuntos de dos o más ramas en paralelo. (Figura 18)

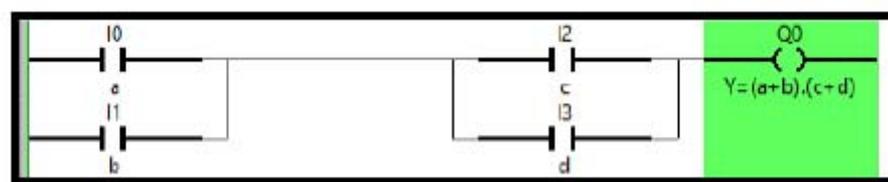


Figura 18. Conexión en serie de varias ramas en paralelo.

A partir de las funciones básicas enumeradas, se pueden establecer combinaciones entre ellas de diversa complejidad.

1.7. Dispositivos funcionales para la automatización.

Existen todo un conjunto de dispositivos tecnológicos, electrónicos, eléctricos, neumáticos a disposición de los diseñadores de automatismos que realizan una serie de operaciones a las que se recurre muy frecuentemente en el funcionamiento de los automatismos. Estas funciones son la temporización, operaciones de cuenta, emisión de pulsos de iniciación y parada, registros de desplazamiento, memorización binaria, etc. Todos estos dispositivos suelen tener su equivalente en las distintas tecnologías utilizadas en la automatización, con lo cual podemos, por ejemplo, implementar operaciones de temporización mediante dispositivos electrónicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos, etc.

1.7.1. Dispositivos multivibradores.

Existen distintas clases, con las siguientes denominaciones:

Multivibrador biestable

Este es un dispositivo cuya salida puede permanecer en dos estados claramente diferenciados de forma estable. Este tipo de dispositivos reciben numerosas denominaciones, basculas, memorias viarias, flip-flop. Poseen dos entradas denominadas SET y RESET: de activación y desactivación respectivamente. La salida Q adoptara un valor determinado siguiendo la tabla de verdad que se muestra en la figura 19.

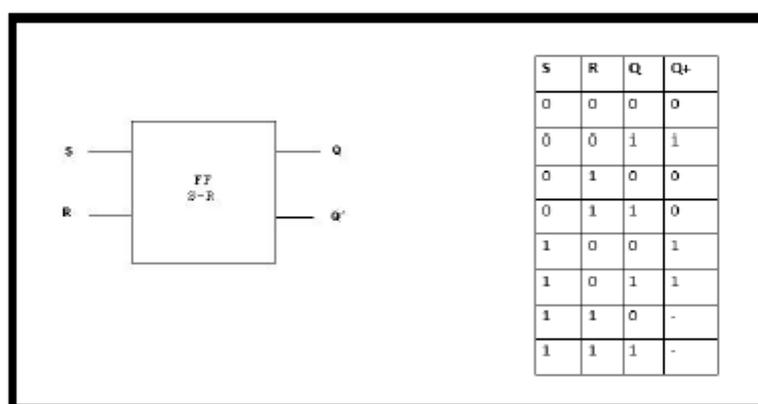


Figura 19. Multivibrador RS

Multivibrador monoestable

La salida de este dispositivo, tras ser disparado, permanece durante un periodo de tiempo determinado en una posición, retornando al término de esta a su posición estable. De esta manera, este dispositivo se puede utilizar para la emisión de pulsos de estado lógico alto o bajo, de duración determinada.

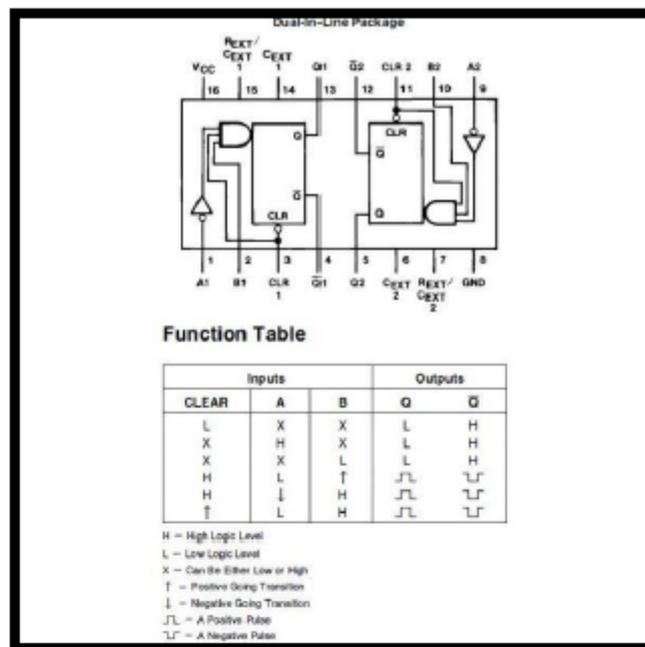


Figura 20. Multivibrador monoestable.

Multivibrador estable

También recibe la denominación de osciladores puesto que su salida no permanece estable en ningún estado, emitiendo trenes de pulso cuando están activos. Suelen utilizarse como excitadores de entrada de reloj, para el control de motores de paso a paso, contadores digitales, etc.

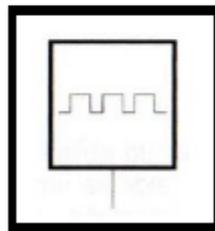


Figura 21. Generador de arranque automático.

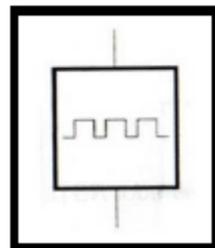


Figura 22. Generador start / stop.

Bibliografía

Cembranos Nistral, F. (2008). *Automatismos Eléctricos, Neumáticos e Hidráulicos*. Madrid: Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.

FESTO DIDACTIC;. (2001). *Simple circuitos de memoria y circuitos lógicos. Simple circuitos de memoria y circuitos lógicos*.

García Moreno, E. (2001). *Automatización de Procesos Industriales*. México: Alaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Apéndice I. Problemas Utilizados Durante los Talleres

Problema 1: Arranque de motor

Se tiene un motor trifásico y se desea automatizar su arranque y parada, las condiciones son:

- El arranque se realizará con un pulsador (de retorno automático con resorte) denotado con la letra "m" y la acción debe memorizarse.
- La parada se realizará con un pulsador (de retorno automático con resorte) denotado con la letra "p", al ser presionado el motor y la memoria se desconectaran.
- Cuando el motor se encuentre en marcha y se presione el pulsador "m", el motor debe seguir funcionando sin alteración.

Problema 2: Inversión de giro de motor pasando por parada

Se tiene un motor trifásico y se desea automatizar la inversión de giro pasando por parada, las condiciones son:

- Existirá un pulsador de giro hacia la derecha "md" y hacia la izquierda "mi", y otro de parada "p" (de retorno automático con resorte).
- El motor se arranca con cualquier pulsador "md" o "mi", y para cambiar de giro es necesario primero presionar el pulsador de parada y luego el giro deseado.
- Cuando el motor este girando y se presione el pulsador de giro contrario, este no debe responder a la orden hasta que se pulse el parada.

Problema 3: Inversión de giro de motor automático

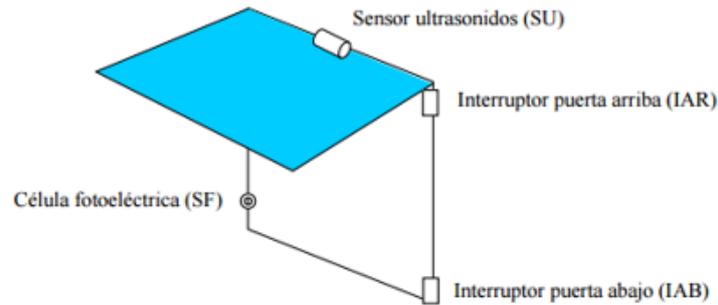
Se tiene un motor trifásico y se desea automatizar la inversión de giro sin pasar por parada de manera directa, las condiciones son:

- Existirá un pulsador de giro hacia la derecha "md" y hacia la izquierda "mi", y otro de parada "p" (de retorno automático con resorte).
- El motor se arranca con cualquier pulsador "md" o "mi", y para cambiar de giro presionar el pulsador de sentido de giro contrario y el cambio se realizara directamente.

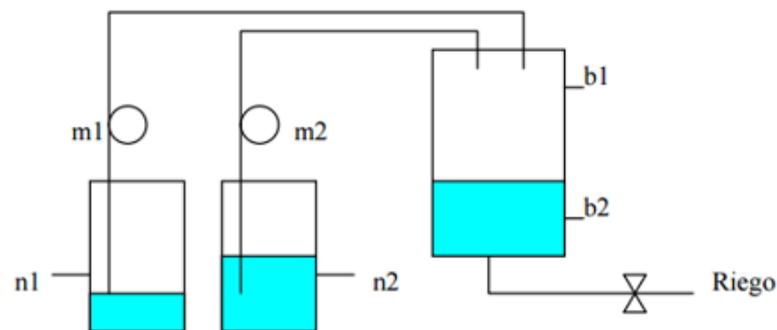
Problema 5: Puerta de garaje.

La puerta de garaje de la figura funciona de la siguiente manera: cuando un automóvil se acerca es detectado por el sensor de ultrasonidos y la puerta comienza a subir. La puerta permanece arriba mientras el automóvil está pasando y luego baja. Por último, si la puerta está bajando y se detecta otro automóvil pasando o acercándose debe empezar a subir de nuevo.

Plantear una solución para que funcione de manera automática.

**Problema 6: Control de tanques.**

Mediante dos bombas (m_1 y m_2) se controla el nivel de un depósito. El depósito tiene dos boyas (b_1 y b_2). Cuando el nivel está por debajo de la boya el contacto correspondiente está abierto. Las bombas sacan agua de dos pozos. Sin no hay agua en el pozo no funciona. Para controlar esto, cada pozo lleva un sensor (n_1 , n_2).



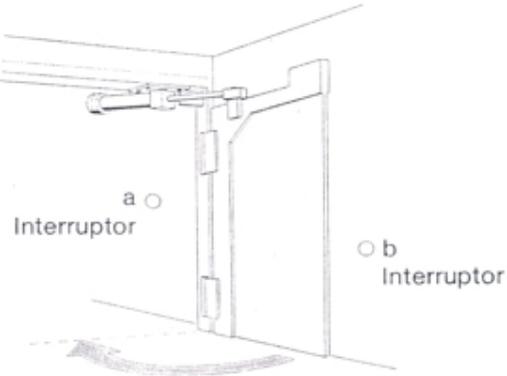
El sistema funciona de la siguiente forma:

- Si el nivel del depósito supera la boya b_1 , las bombas están paradas.
- Si el nivel del depósito está entre la boya b_1 y la b_2 , funciona la bomba m_1 , si hay agua suficiente en el pozo 1. Si no hay agua en el pozo 1 pero la hay en el 2, funciona la bomba m_2 .
- Si el nivel del depósito está por debajo de la boya b_2 , se activa la bomba m_2 , además de la m_1 .

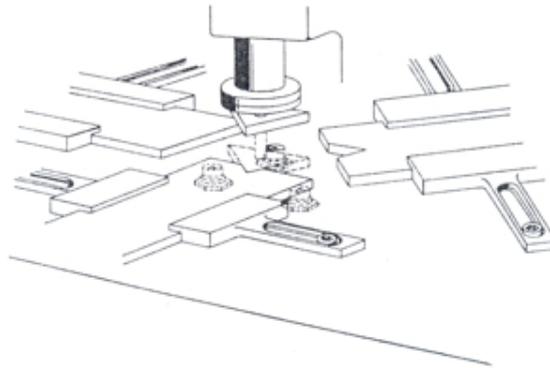
Determinar la ecuación booleana que gobernara el sistema de acuerdo a las condiciones dadas.

Problema 7: Sistema de mando de puerta giratoria.

La puerta que une dos naves ha de ser controlada, de tal manera que se pueda cerrar y abrir desde cualquiera de las naves. Además, debe ser posible abrir la puerta desde una de las naves y cerrarla desde la otra.

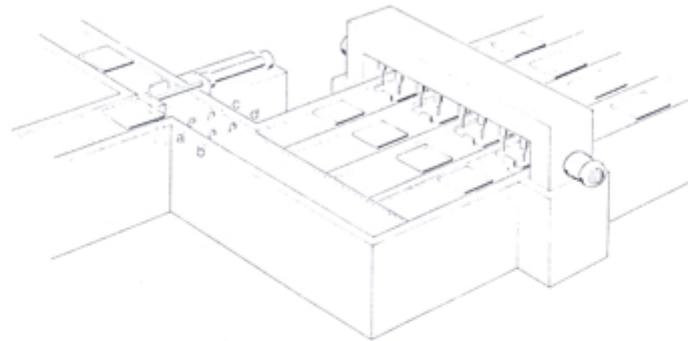
**Problema 8: dispositivo de punzonado.**

Se tiene que punzonar aberturas en piezas de plástico. Las piezas pueden ser insertadas en el dispositivo de punzonado desde tres lados. Tres sensores de aproximación (detectores réflex) comprueban si las piezas de plástico han sido insertadas. La operación de punzonado tiene lugar entonces, cuando el valor de la señal de salida de por lo menos dos de los tres detectores réflex es 1.

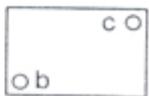
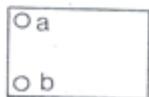
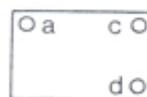
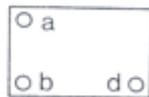
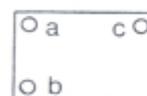
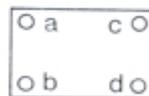


Problema 9: Estación de clasificación.

En una fábrica de muebles, las partes (paredes, tablas) para cocinas empotrables son alimentadas a una cinta de clasificación desde las máquinas de producción (fresadoras y taladradoras). A determinados tipos de cocinas pertenecen piezas con diversos orificios. Las partes son examinadas con detectores réflex. Cuando los orificios están en una determinada combinación, la pieza es expulsada. Todas las demás piezas siguen su camino sobre la cinta.



Las siguientes 8 partes con las combinaciones de orificios pertenecen a la cocina tipo X:



Problema 10: Control del vaciado y llenado de una tolva con materiales sólidos.

Condiciones de funcionamiento:

- Cuando el sensor de Máximo este en cero, el motor 1 debe funcionar hasta llenar la tolva.
- Cuando el sensor de mínimo este en uno, el motor 2 debe funcionar para permitir el llenado del camión, siempre y cuando el sensor fotoeléctrico detecte la presencia del camión y la posición de la boca de la tova Fc1 y Fc2.

