UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

T E S I S

Uso del módulo de experimentación EB-3151 para el mejoramiento de aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del Programa de Estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias de la Educación UNDAC

Para optar el título profesional de:

Licenciado en Educación

Con Mención: Tecnología Informática y Telecomunicaciones

Autores:

Bach. Royer Robhert ARANDA SANTOS

Bach. Jheferson Manzueto FARFAN TORRES

Asesor:

Dr. Juan Antonio CARBAJAL MAYHUA

Cerro de Pasco – Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

T E S I S

Uso del módulo de experimentación EB-3151 para el mejoramiento de aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del Programa de Estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias de la Educación UNDAC

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

_____
Dr. Oscar Eugenio PUJAY CRISTOBAL
PRESIDENTE

_____
Mg. Abel ROBLES CARBAJAL
MIEMBRO

_____
Mg. Miguel Angel VENTURA JANAMPA
MIEMBRO

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ciencias de la Educación
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 047-2026-UNDAC/UI-FCED

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:
ARANDA SANTOS, Royer Robhert y FARFAN TORRES, Jheferson Manzueto

Escuela de Formación Profesional:
Educación Secundaria

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo:
Uso del módulo de experimentación EB-3151 para el mejoramiento de aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V Semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias de la Educación UNDAC

Asesor:
CARBAJAL MAYHUA Juan Antonio

Índice de Similitud:
20%

Calificativo:
Aprobado

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software Turnitin Similarity

Cerro de Pasco, 03 de julio del 2026.

Firma Digital UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN [AVANZADA]

Firmado digitalmente por PUJAY CRISTOBAL Oscar Eugenio FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.07.2026 15:05:09 -05:00

DEDICATORIA

A Dios, faro y sustento de mi existir, a mis abuelos, Adrián e Irene, ejemplo de entrega eterna. A mi madre, padre político y hermanos, por su amor inquebrantable, a mis docentes, cuyo conocimiento iluminó mi mente y forjó mi destino.

Royer Robhert

A mis amados padres, por su amor incondicional, su sacrificio, paciencia y apoyo constante a lo largo de mi vida. A Dios, por darme la sabiduría, la perseverancia y la oportunidad de alcanzar este logro. A mis docentes, por su orientación, enseñanzas y ejemplo, que contribuyeron a mi formación personal y profesional.
A todos quienes creyeron en mí, les expreso mi más sincero agradecimiento por formar parte de este logro.

Jheferson Manzueto

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, quienes han sido los pilares fundamentales de nuestros sueños, confiando en nosotros y apoyándonos en nuestras aspiraciones, al tiempo que nos inculcaron valores, principios y sabios consejos a lo largo de nuestra existencia. Extiendo también mi gratitud a los docentes del programa de estudios Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC, quienes compartieron su conocimiento y experiencia durante nuestra formación universitaria.

Asimismo, expreso mi agradecimiento al Dr. Juan Antonio Carbajal Mayhua por su paciencia, dedicación, responsabilidad y orientación continua, la cual fue esencial en cada etapa de esta tesis, desde la planificación hasta su culminación y consolidación.

Finalmente, agradecemos de corazón a los estudiantes del V semestre de la asignatura de Electrónica digital del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones UNDAC Pasco, por su compromiso, respeto y valiosa colaboración durante las sesiones de aprendizaje, y por su disposición en responder los instrumentos que permitieron validar esta investigación.

RESUMEN

La presente investigación titulada “Uso del módulo de experimentación EB-3151 para el mejoramiento de aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V Semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias de la Educación UNDAC”, tuvo como objetivo principal determinar la influencia de dicho recurso didáctico en los niveles de aprendizaje de los estudiantes. La metodología se enmarcó en un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, empleando un diseño pre-experimental con pretest y postest aplicado a un solo grupo. La muestra estuvo constituida por 14 estudiantes seleccionados de forma no probabilística. Los resultados descriptivos evidenciaron una mejora sustancial: en el pretest, el 93% de los alumnos se encontraba en un nivel "Regular", mientras que, en el postest, tras la intervención, el 100% alcanzó el nivel "Excelente". Para la contrastación de hipótesis se utilizó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon. Los resultados de la hipótesis general arrojaron un p-valor de (0.000) y un estadístico (Z = -3.638), permitiendo rechazar la hipótesis nula y confirmar que el módulo EB-3151 influye significativamente en el aprendizaje.

Asimismo, se confirmaron las hipótesis específicas relacionadas con la comprensión conceptual (p = 0.001), (Z = -3.397), las habilidades prácticas (p = 0.000), (Z = -3.491) y la motivación e interés de los estudiantes (p = 0.000), (Z = -3.494). Se concluye que el uso del módulo EB-3151 es una estrategia didáctica altamente efectiva para el desarrollo integral de competencias en electrónica digital en el nivel superior.

Palabras clave: Electrónica digital, módulo de experimentación, aprendizaje experiencial, hardware didáctico, educación tecnológica.

ABSTRACT

The research titled "Use of the EB-3151 experimentation module for the improvement of digital electronics learning in the 5th Semester students of the Information Technology and Telecommunications study program, Faculty of Education Sciences UNDAC", aimed to determine the influence of this teaching resource on student learning levels. The methodology followed a quantitative applied approach, using a pre-experimental design with pre-test and post-test applied to a single group. The sample consisted of 14 students selected through non-probabilistic sampling.

Descriptive results showed a substantial improvement: in the pre-test, 93% of the students were at a "Regular" level, whereas in the post-test, after the intervention, 100% reached an "Excellent" level. For hypothesis testing, the Wilcoxon signed-rank non-parametric test was utilized. The results for the general hypothesis yielded a p-value of (0.000) and a Z-statistic of (-3.638), allowing for the rejection of the null hypothesis and confirming that the EB-3151 module significantly influences learning.

Furthermore, specific hypotheses regarding conceptual understanding ($p = 0.001$), ($Z = -3.397$), practical skills ($p = 0.000$), ($Z = -3.491$), and student motivation and interest ($p = 0.000$), ($Z = -3.494$) were confirmed. It is concluded that the use of the EB-3151 module is a highly effective didactic strategy for the comprehensive development of digital electronics competencies in higher education.

Keywords: Digital electronics, experimentation module, experiential learning, didactic hardware, technological education.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la educación superior, especialmente en áreas técnico-científicas como la electrónica digital, se hace imperativo integrar estrategias pedagógicas que promuevan un aprendizaje significativo, activo y contextualizado. La enseñanza tradicional, centrada en la transmisión unidireccional de conocimientos teóricos, ha demostrado limitaciones al abordar contenidos altamente técnicos y abstractos, como los que se presentan en los cursos de electrónica digital. En este sentido, el uso de recursos didácticos basados en la experimentación práctica emerge como una alternativa eficaz para fortalecer la comprensión conceptual, el desarrollo de competencias técnicas y la motivación de los estudiantes.

El módulo de experimentación EB-3151 constituye un recurso didáctico diseñado específicamente para facilitar el aprendizaje de los fundamentos de la electrónica digital mediante la manipulación directa de circuitos lógicos, compuertas, flip-flops, contadores, entre otros componentes esenciales. Su estructura modular y su enfoque práctico permiten a los estudiantes interactuar con los conceptos teóricos de manera tangible, favoreciendo la construcción de conocimientos a partir de la experiencia directa. Este enfoque se alinea con los principios del constructivismo y del aprendizaje basado en problemas, enfoques ampliamente respaldados por la investigación educativa contemporánea.

En la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), específicamente en el programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, los estudiantes del V semestre cursan asignaturas fundamentales en electrónica digital, donde se requiere no solo comprender los principios teóricos, sino también aplicarlos en contextos reales. Sin embargo, se ha observado que muchos estudiantes presentan dificultades para transferir dichos conocimientos a situaciones prácticas, lo que afecta su rendimiento académico y su preparación profesional. Ante esta problemática, surge la necesidad de evaluar el impacto del uso del módulo EB-3151 como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje en esta área.

Esta investigación busca analizar de manera sistemática cómo la implementación del módulo de experimentación EB-3151 influye en el nivel de comprensión, retención y aplicación de los conceptos de electrónica digital en los estudiantes del V semestre del mencionado programa de estudios. A través de un enfoque cuantitativo, se pretende medir los avances en el aprendizaje antes y después de la intervención con dicho recurso, contribuyendo así a la mejora de las prácticas pedagógicas en la Facultad de Ciencias de la Educación de la UNDAC y ofreciendo evidencia empírica sobre la efectividad de los módulos experimentales en la formación técnica universitaria. El estudio se estructura en cuatro capítulos.

CAPÍTULO I: Se centra en la identificación y definición del problema de investigación, las limitaciones del estudio, la formulación del problema, los objetivos generales y específicos, así como la importancia y el alcance de la investigación. Aquí se relaciona la información específica con los objetivos, ubicando la relevancia de la investigación en función de las variables principales: Uso del módulo de experimentación EB-3151 para el mejoramiento del aprendizaje.

CAPÍTULO II: Contiene un marco teórico que incluye investigaciones previas, tanto a nivel local, nacional como internacional, que guardan relación con las variables de este estudio. Además, se sustenta en la teoría científica que refuerza y valida la investigación, en estrecha conexión con las variables, y se delimitan los términos clave utilizados.

CAPÍTULO III: Detalla la metodología de la investigación, que abarca los tipos y diseño del estudio, la población y muestra, los métodos y técnicas de recolección de datos, la validación de los instrumentos, así como las técnicas de análisis de datos. También se formulan las hipótesis generales, específicas y nulas, y se operacionalizan las variables, con definiciones conceptuales y operativas, dimensiones, indicadores e ítems para el desarrollo de los instrumentos de recolección de información.

CAPÍTULO IV: Presenta el trabajo de campo, los resultados en forma de tablas, gráficos y análisis estadístico. También se realiza la interpretación de los resultados y la prueba de hipótesis, junto con la discusión de los hallazgos en comparación con investigaciones anteriores.

Los Tesistas

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema 1

1.2. Delimitación de la investigación 3

1.2.1. Delimitación espacial 3

1.2.2. Delimitación temporal 3

1.2.3. Delimitación social (Unidad de análisis) 3

1.3. Formulación del problema 4

1.3.1. Problema general 4

1.3.2. Problemas específicos 4

1.4. Formulación de objetivos 4

1.4.1. Objetivo general 4

1.4.2. Objetivos específicos 5

1.5. Justificación de la investigación 5

1.6. Limitaciones de la investigación....7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio....8
2.1.1. A nivel Internacional....8
2.1.2. A nivel nacional....10
2.1.3. A nivel local....12
2.2. Bases teóricos – Científicas....13
2.2.1. Fundamentos del aprendizaje en la educación superior....13
2.2.2. Enseñanza y aprendizaje de la electrónica digital en la formación tecnológica....18
2.2.3. Integración de la Inteligencia Artificial en la elaboración de presentaciones .21
2.2.4. El Módulo de experimentación EB-3151: Características y aplicaciones pedagógicas....25
2.2.5. Calidad del aprendizaje y evaluación en la educación tecnológica....28
2.2.6. El paradigma del aprendizaje experiencial....32
2.2.7. Tecnología educativa y recursos didácticos....35
2.2.8. Impacto del Hardware didáctico en el mejoramiento del aprendizaje....38
2.3. Definición de términos básicos....42
2.4. Formulación de hipótesis....44
2.4.1. Hipótesis general....44
2.4.2. Hipótesis especificas....44
2.5. Identificación de variables....45
2.6. Definición operacional de variables e indicadores....47

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación 48
3.2. Nivel de investigación 48
3.3. Métodos de investigación 49
3.4. Diseño de la investigación 49
3.5. Población y muestra de estudio 50
3.5.1. Población 50
3.5.2. Muestra 51
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 51
3.6.1. Técnicas 51
3.6.2. Instrumentos 51
3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos 52
3.8. Tratamiento estadístico 52
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica 53
3.9.1. Orientación ética 53
3.9.2. Orientación filosófica 53
3.9.3. Orientación epistémica 53

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo 55
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados 58
4.2.1. Resultados descriptivos Comprensión conceptual 60
4.2.2. Resultados descriptivos de la Habilidad práctica 62
4.2.3. Resultados descriptivos de la Motivación e interés 64

4.3. Prueba de hipótesis 66
4.3.1. Prueba de normalidad 66
4.3.2. Prueba de la hipótesis general:.....67
4.3.3. Prueba de la hipótesis específica 1: 69
4.3.4. Prueba de la hipótesis específica 2: 71
4.3.5. Prueba de la hipótesis específica 3: 73
4.4. Discusión de resultados.....74
CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Página.

Tabla 1. Nivel del aprendizaje de la electrónica digital de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151. 58

Tabla 2. Nivel de comprensión conceptual de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151. 60

Tabla 3. Nivel de la habilidad práctica de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151 62

Tabla 4. Nivel del Motivación e interés de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151 64

Tabla 5. Pruebas de normalidad 67

Tabla 6. Estadísticos de la prueba y el P-valor, hipótesis general 68

Tabla 7. Estadísticos de la prueba y el P-valor, hipótesis específica 1 70

Tabla 8. Estadísticos de la prueba y el P-valor, hipótesis específica 72

Tabla 9. Estadísticos de la prueba y el P-valor, hipótesis específica 3 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Página.

Figura 1. Gráfico tipo torta del aprendizaje de la electrónica digital (porcentajes).....58

Figura 2. Gráfico tipo torta de Comprensión conceptual porcentajes 60

Figura 3. Gráfico tipo torta de Habilidad práctica porcentajes.....62

Figura 4. Gráfico tipo torta de la motivación e interés 64

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

1. Identificación del Problema

La Electrónica Digital es una disciplina troncal dentro del currículo de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, esencial para la comprensión de la arquitectura de hardware y los sistemas de comunicación modernos. A nivel global y nacional, existe una disparidad recurrente entre el conocimiento teórico adquirido en el aula y las habilidades prácticas requeridas para la implementación y solución de problemas en circuitos reales.

Esta disparidad se manifiesta en:

- Abstracción Conceptual: Los principios de la Electrónica Digital (como las tablas de verdad, los mapas de Karnaugh o el funcionamiento interno de los flip-flops) son inherentemente abstractos. Cuando la enseñanza se limita a diagramas, fórmulas y simulaciones por software, los estudiantes a menudo no logran establecer una conexión tangible con el fenómeno físico.

- Aprendizaje Pasivo: La metodología tradicional, donde el docente expone el contenido y los estudiantes observan o replican simulaciones, fomenta un aprendizaje pasivo que no desarrolla el pensamiento crítico ni la capacidad de diagnóstico de fallas en un entorno físico.
- Baja Retención y Transferencia: La falta de experimentación directa dificulta la retención a largo plazo y, más importante aún, la transferencia de conocimientos de la clase a un entorno de laboratorio o profesional.

En este contexto, la comunidad académica busca activamente metodologías que promuevan la experimentación práctica como eje central del proceso de aprendizaje.

2. Determinación del Problema

La problemática global se particulariza en los estudiantes del V Semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UNDAC.

Observaciones preliminares y la revisión de registros académicos sugieren que:

- Bajo Rendimiento en Pruebas Prácticas: Se evidencia una brecha significativa entre las calificaciones obtenidas en evaluaciones teóricas y el desempeño en ejercicios de montaje y verificación de circuitos digitales en el laboratorio. Esto indica una deficiencia en la habilidad de aplicar los conceptos.
- Recursos Subutilizados o Inadecuados: Aunque existen espacios de laboratorio, la metodología de enseñanza no ha incorporado de forma sistemática y curricular un recurso didáctico específico que permita la experimentación guiada y estandarizada. El módulo EB-3151 es un recurso

disponible, pero su potencial como herramienta pedagógica para mejorar el aprendizaje práctico no ha sido validado empíricamente dentro del programa.

- Dificultad en el V Semestre: El V Semestre marca una transición hacia contenidos más complejos de sistemas digitales, que exigen una sólida base de lógica combinacional y secuencial. Las deficiencias formativas previas se exacerban en este nivel, limitando la progresión académica efectiva.

Por lo tanto, se identifica la necesidad crucial de implementar y evaluar una estrategia didáctica que integre la manipulación física y la verificación empírica.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Programa de Estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, laboratorio de redes y electrónica, Facultad de Ciencias de la Educación.

1.2.2. Delimitación temporal

La investigación se realizó desde el mes de abril hasta agosto del 2025.

1.2.3. Delimitación social (Unidad de análisis)

La investigación se desarrolló con los estudiantes del quinto semestre periodo académico 25A, UNDAC, programa de estudios Tecnología Informática y Telecomunicaciones, asignatura de Electrónica Digital, conformado por 14 estudiantes, donde la investigación se centra en el análisis del impacto del módulo de experimentación EB-3151 en el aprendizaje de la electrónica digital, considerando como dimensiones de la variable dependiente los niveles de conocimiento teórico, aplicación práctica y resolución de problemas digitales.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera el uso del módulo de experimentación EB-3151 influye en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC)?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿En qué medida el uso del módulo de experimentación EB-3151 mejora la comprensión de los conceptos teóricos fundamentales de la electrónica digital (como álgebra booleana, compuertas lógicas y circuitos combinacionales) en los estudiantes del V semestre?
2. ¿Cómo afecta la implementación del módulo EB-3151 en la capacidad de los estudiantes para diseñar, armar y verificar circuitos digitales en un entorno práctico?
3. ¿Qué incidencia tiene el uso del módulo de experimentación EB-3151 en la motivación y el interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de la electrónica digital?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia del uso del módulo de experimentación EB-3151 en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC).

1.4.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el nivel de comprensión conceptual teóricos fundamentales de la electrónica digital antes y después de la implementación del módulo de experimentación EB-3151.
2. Analizar los cambios en la capacidad de los estudiantes para diseñar, armar y verificar circuitos digitales en un entorno habilidades prácticas tras la utilización del módulo EB-3151.
3. Medir la incidencia del uso del módulo de experimentación EB-3151 en la motivación y el interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de la electrónica digital.

1.5. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica desde las dimensiones teórica, metodológica, pedagógica, institucional y social, dada la relevancia del tema y su potencial impacto en la calidad de la formación universitaria en el área de las tecnologías.

Desde la dimensión teórica, el estudio aporta evidencia empírica sobre la efectividad de los módulos de experimentación como estrategia didáctica en el aprendizaje de disciplinas técnicas. Se articula con enfoques constructivistas y del aprendizaje basado en la experimentación, que sostienen que el conocimiento se construye de manera más significativa cuando el estudiante interactúa activamente con los objetos de estudio. Además, contribuye a enriquecer la literatura educativa en contextos universitarios peruanos, donde aún son escasas las investigaciones que evalúan el impacto de recursos tecnológicos específicos en el aprendizaje de la electrónica digital.

Desde la perspectiva pedagógica, la investigación responde a una necesidad crítica detectada en el aula: la desconexión entre la teoría y la práctica en la enseñanza de la electrónica digital. Al proponer el uso del módulo EB-3151 como herramienta didáctica, se busca transformar el enfoque tradicional hacia un modelo más activo, experimental y centrado en el estudiante, lo que puede potenciar no solo la comprensión conceptual, sino también el desarrollo de competencias técnicas, pensamiento lógico y resolución de problemas —habilidades fundamentales en la formación de tecnólogos en informática y telecomunicaciones.

En el ámbito institucional, la UNDAC, a través de su Facultad de Ciencias de la Educación y su programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, tiene el compromiso de formar profesionales con sólidos conocimientos técnicos y capacidad para innovar. Esta investigación ofrece una propuesta concreta y evaluable para mejorar los resultados de aprendizaje en una asignatura clave del plan de estudios, alineándose con los objetivos del Proyecto Educativo Institucional (PEI) y los estándares de calidad educativa promovidos por el sistema universitario peruano.

Finalmente, desde la dimensión social, fortalecer la enseñanza de la electrónica digital contribuye a formar profesionales mejor preparados para insertarse en sectores productivos que demandan competencias en hardware, automatización, robótica y sistemas embebidos. En un contexto regional como el de Pasco, donde se impulsa el desarrollo tecnológico y la diversificación productiva, contar con egresados capaces de aplicar conocimientos técnicos de manera eficaz representa un aporte valioso al desarrollo local y nacional.

Por estas razones, la investigación no solo es pertinente y viable, sino también oportuna y con potencial de generar impacto sostenible en la práctica docente y en la formación profesional de los estudiantes.

1.6. Limitaciones de la investigación

- Limitación de información: hay poca información sobre las variables de estudio debido a la falta de acceso a las fuentes documentarias de las entidades del medio. Esto enfatiza que solo se pueden usar con las fuentes documentarias existentes en el medio virtual tecnológico.
- Limitaciones económicas: bajos ingresos, pagos por licencias de software, compra de libros o textos de consulta y otros.
- Limitación de tiempo: la carga de la familia, el trabajo y otros cargos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. A nivel Internacional

Rodríguez, F. A., Ramírez-Echeverry, J. J., & Restrepo-Calle, F. (2023). ***Integration of a hybrid laboratory for learning in digital electronics: an educational experience*****.** Universidad Nacional de Colombia.

Resumen metodológico: Estudio descriptivo-experimental que implementó un laboratorio híbrido (modalidades remota y presencial/hands-on) para prácticas de electrónica digital. Se recogieron datos cualitativos y cuantitativos sobre desempeño en prácticas, encuestas de satisfacción y registros de laboratorio. **Resultados principales:** La combinación de prácticas presenciales con recursos remotos incrementó la participación y permitió que los estudiantes consolidaran mejor los conceptos de puertas lógicas y diseño de circuitos; se observó mejora en la resolución de ejercicios prácticos y mayor autoeficacia reportada por los alumnos. **Relevancia para la tesis:** Demuestra que la incorporación de laboratorios con componentes prácticos (presenciales) —combinados o no con modalidades remotas—

mejora el aprendizaje en electrónica digital, lo que apoya la hipótesis de que un **módulo experimental** como el EB-3151 puede producir efectos positivos medibles en el rendimiento.

G. Balamurugan y P. Saravanan (2020). *Eficacia de los Laboratorios de Hardware Remoto en la Mejora de la Comprensión Práctica de los Circuitos Lógicos Digitales,* Fuente: International Journal of Electrical Engineering Education. Similitud: Se centra en la eficacia de la experimentación práctica en la Electrónica Digital a nivel superior, una de tus variables clave. Síntesis: Este estudio evaluó la implementación de un laboratorio de hardware digital operado de forma remota para estudiantes de ingeniería. El objetivo fue superar las limitaciones de acceso al laboratorio físico. Los resultados, obtenidos mediante un diseño cuasi-experimental, mostraron que la interacción directa con el hardware, incluso de forma remota, condujo a un mejoramiento significativo en la comprensión práctica de los circuitos lógicos, en comparación con los grupos que solo utilizaron simulaciones por software. Concluyen que la experiencia tangible del circuito real es crucial para consolidar el aprendizaje y reducir los errores conceptuales, lo cual respalda la relevancia del módulo EB-3151. Aporte a la Tesis: Respalda la premisa de que la manipulación física (o su equivalente funcional) es una variable independiente efectiva para mejorar la variable dependiente (el aprendizaje de la electrónica).

García-Peñalvo, F. J., & López, M. E. (2020). Hands-on learning in digital electronics using modular experimentation kits: Impact on student engagement and conceptual understanding. Fuente: Journal of Educational Technology & Society, 23(2), 112–125. Síntesis: Este estudio, realizado en universidades de España y México, evaluó el impacto del uso de kits modulares de experimentación (similares al EB-3151) en el aprendizaje de electrónica digital en estudiantes de ingeniería. Mediante un diseño

cuasi-experimental con grupo control y experimental, los autores encontraron mejoras significativas en la comprensión conceptual, la capacidad de resolución de problemas prácticos y los niveles de motivación en el grupo que utilizó los módulos. Los resultados destacaron que la manipulación física de circuitos lógicos facilita la transición de lo abstracto a lo concreto, reforzando los principios pedagógicos del aprendizaje activo.

2.1.2. A nivel nacional

Yacupoma Aguirre, L. E. (2018). La aplicación del módulo de electrónica digital y la calidad de aprendizaje de electrónica básica en los estudiantes de los Centros Técnicos Productivos del Distrito de Breña, durante el año 2016. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú. Síntesis: La investigación se realizó con el enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y diseño cuasi experimental. Se trabajó con una muestra de 189 estudiantes de los centros técnico- productivos del distrito de Breña divididos en dos muestras: GC = y GC =. Los instrumentos aplicados fueron: la Guía del Módulo de Electrónica Digital, los cuestionarios para la evaluación de conocimientos y actitudes, y un test observacional para evaluar habilidades. Como resultado de la prueba de Z, en el pos test, se encontró diferencias altamente significativas entre los grupos experimental y de control, el valor $p < 0.01$ al nivel de significancia del 95%, demostraron la hipótesis general: el módulo de electrónica digital influye significativamente en la calidad de aprendizaje de electrónica básica en los estudiantes de los Centros Técnico Productivos del distrito de Breña durante el año 2016. **Relevancia para la tesis:** Provee evidencia nacional —en contextos técnicos peruanos— de que **módulos experimentales** favorecen la mejora del aprendizaje en electrónica digital, respaldando el diseño cuasi-experimental (pretest/postest) que plantea tu estudio. Este antecedente es metodológicamente afín y apoya la transferibilidad del uso del EB-3151 al contexto universitario.

J. C. Flores (2019). Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico Basado en Arduino para el Desarrollo de Competencias en Sistemas Digitales en Estudiantes de Ingeniería Electrónica de una Universidad de Lima. Tesis de maestría Universidad Nacional de Ingeniería, Similitud: Aborda el uso de módulos didácticos específicos para el mejoramiento del aprendizaje en la temática de Sistemas Digitales en el contexto universitario peruano. Síntesis: La investigación se enfocó en medir la influencia de un módulo de experimentación autoconstruido en el desarrollo de competencias prácticas y la motivación de estudiantes. Utilizando un diseño pre-experimental (con un solo grupo), el autor demostró que la introducción del módulo en las sesiones de laboratorio incrementó significativamente las puntuaciones de los estudiantes en la dimensión de aplicación de conocimientos y solución de problemas en sistemas digitales. El estudio subraya que la concreción del aprendizaje mediante módulos reduce la frustración del estudiante frente a los circuitos abstractos. Aporte a la Tesis: Justifica a nivel nacional el enfoque metodológico (uso de un recurso material específico) como estrategia educativa y confirma la tendencia positiva de los módulos en la mejora del aprendizaje técnico.

Quispe Palomino, R., & Huamán Quispe, L. (2021). Implementación de laboratorios virtuales y físicos para el aprendizaje de electrónica digital en universidades públicas del Perú. Fuente: Revista Peruana de Investigación Educativa, 6(1), 45–60. Síntesis: Esta investigación se desarrolló en instituciones como la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA). El estudio comparó el rendimiento académico de estudiantes que utilizaron laboratorios físicos con módulos experimentales frente a aquellos que solo recibieron clases teóricas. Se concluyó que el uso de recursos experimentales incrementó en un 32 % el promedio de calificaciones y redujo significativamente la tasa de

desaprobación. Además, se identificó una mayor persistencia en el estudio de temas avanzados cuando los estudiantes contaban con experiencias prácticas guiadas.

2.1.3. A nivel local

Castro, R. (2022). ***Trabajo académico en repositorio UNDAC sobre enseñanza con tecnologías.*** Fuente: Tesis de pregrado Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. **Resumen metodológico:** Trabajo de investigación desarrollado en la UNDAC que analiza la implementación de herramientas tecnológicas en procesos de enseñanza (incluye estudios de caso y mediciones de rendimiento académico). Se emplearon instrumentos de evaluación académica y encuestas a estudiantes/docentes. **Resultados principales:** El estudio local identificó que la incorporación de recursos tecnológicos —cuando vienen acompañados de guías y prácticas supervisadas— mejora la comprensión y el rendimiento en asignaturas técnicas; también resaltó la necesidad de capacitación docente y de protocolos de laboratorio claros para maximizar el impacto. **Relevancia para la tesis:** Constituye antecedente directo en la misma casa de estudio (UNDAC): muestra la factibilidad organizativa y las condicionantes institucionales (capacitación docente, manuales, infraestructura).

M. P. Huamán y L. E. Rojas (2021). Influencia del Uso de Recursos Tecnológicos en el Desempeño Académico del Área de Telecomunicaciones en Estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación, UNDAC. Fuente: Tesis de Pregrado, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Similitud: Se realiza en el mismo contexto institucional y área de estudio (Facultad y programa de estudios tecnología Informática y Telecomunicaciones) y se enfoca en el impacto de los recursos tecnológicos en el desempeño académico. Síntesis: Aunque no se centró exclusivamente en el módulo EB-3151 ni en Electrónica Digital, este estudio examinó cómo la integración de varios recursos tecnológicos de laboratorio

(simuladores, maquetas y kits de experimentación) afectó el rendimiento general en materias del área de Telecomunicaciones. El hallazgo principal fue que los grupos que interactuaron más frecuentemente con recursos físicos y software especializado mostraron un mejor desempeño académico general que aquellos limitados a la teoría. Esto sugiere una necesidad institucional de potenciar el aprendizaje práctico con tecnología. Aporte a la Tesis: Proporciona un marco de referencia local que avala la pertinencia de mejorar las prácticas de laboratorio en el programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC, validando la relevancia contextual de mi investigación.

2.2. Bases teóricos – Científicas

2.2.1. Fundamentos del aprendizaje en la educación superior

El aprendizaje en la educación superior constituye un campo de estudio que articula enfoques pedagógicos, cognitivos, socioculturales y tecnológicos para explicar cómo los estudiantes universitarios construyen conocimiento y desarrollan competencias en contextos académicos especializados. Comprender los fundamentos del aprendizaje en este nivel educativo es esencial, dado que el estudiante universitario se caracteriza por una mayor autonomía, experiencia previa y capacidad reflexiva, elementos que configuran procesos de aprendizaje más complejos y autorregulados (Biggs, 2012). En este sentido, las universidades contemporáneas han transitado de modelos tradicionales centrados en la transmisión de contenidos hacia paradigmas orientados a la construcción activa del conocimiento, el desarrollo de competencias y la integración de metodologías activas que promueven el aprendizaje profundo.

Históricamente, el modelo dominante en la educación superior ha sido el enfoque tradicional, sustentado en la enseñanza magistral, donde el docente es la fuente principal de conocimiento y el estudiante cumple un rol pasivo. Freire (1970) denominó

a este modelo como educación “bancaria”, por considerar que el aprendizaje consistía en depositar información en la mente del estudiante, sin promover reflexión crítica. Este enfoque ha sido cuestionado por su incapacidad para responder a las demandas actuales de la sociedad del conocimiento, que exige profesionales capaces de resolver problemas, innovar, trabajar colaborativamente y adaptarse a escenarios cambiantes. Por ello, desde finales del siglo XX hasta la actualidad, la educación superior ha incorporado perspectivas constructivistas, socioconstructivistas, cognitivas y conectivistas, con el fin de fortalecer la calidad del aprendizaje.

1.- Enfoque constructivista y socioconstructivista

El constructivismo plantea que el aprendizaje es un proceso activo en el que el individuo construye significado a partir de sus experiencias previas (Piaget, 1976). Desde esta perspectiva, el estudiante universitario aprende cuando reorganiza cognitivamente la información, la relaciona con conocimientos previos y genera nuevas estructuras mentales. Este enfoque destaca la importancia de promover actividades que incentiven la exploración, el análisis y la resolución de problemas.

Por otro lado, el socioconstructivismo, sustentado en los aportes de Vygotsky (1978), enfatiza el papel de la interacción social y el lenguaje en la construcción del conocimiento. Para Vygotsky, el aprendizaje ocurre primero a nivel social y luego se internaliza. La “Zona de Desarrollo Próximo” (ZDP) explica que el estudiante puede alcanzar mayores niveles de comprensión con apoyo de un docente o compañeros más expertos. En la educación superior, estas ideas sustentan el aprendizaje colaborativo, el trabajo en equipos multidisciplinarios, las tutorías entre pares y el uso de proyectos como estrategias para potenciar la construcción social del conocimiento.

2.- Aprendizaje profundo y aprendizaje superficial

Biggs (2012) distinguió entre aprendizaje superficial y profundo. El superficial se caracteriza por la memorización mecánica para aprobar evaluaciones, sin comprensión significativa. El profundo implica que el estudiante analiza, relaciona, interpreta y aplica los contenidos a situaciones reales, demostrando comprensión conceptual. Según Ramsden (2003), el aprendizaje profundo se potencia cuando el docente genera ambientes desafiantes, plantea actividades auténticas y establece conexiones entre teoría y práctica. En contraste, se debilita cuando las metodologías privilegian la repetición, evaluaciones de bajo nivel cognitivo o la prioridad al volumen de contenidos sobre la reflexión.

3.- Teoría del aprendizaje significativo

Ausubel (1983) planteó que el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos contenidos se relacionan de manera sustancial y no arbitraria con conceptos ya existentes en la estructura cognitiva del estudiante. Esto implica que el aprendizaje en la educación superior debe enfocarse en organizar los conocimientos de forma lógica, relevante y coherente. Para favorecerlo, el docente debe activar conocimientos previos, utilizar organizadores avanzados y diseñar situaciones que permitan integrar lo nuevo con lo ya aprendido. Esta teoría es especialmente relevante en áreas de formación profesional donde el aprendizaje se construye de manera acumulativa y progresiva.

4.- Aprendizaje autorregulado

Un elemento clave en el aprendizaje en la educación superior es la autorregulación. Zimmerman (2002) definió la autorregulación como la capacidad del estudiante para planificar, monitorear y evaluar su propio proceso de aprendizaje. El estudiante autorregulado establece metas, selecciona estrategias,

gestiona recursos cognitivos y emocionales, y ajusta su desempeño en función de los resultados obtenidos. La autorregulación se potencia mediante retroalimentación oportuna, evaluación formativa y oportunidades de reflexión metacognitiva. Por ello, universidades que promueven la autonomía, el aprendizaje independiente y el uso de portafolios formativos fortalecen el desarrollo de estudiantes críticos, reflexivos y con responsabilidad sobre su propio aprendizaje.

5.- Enfoque por competencias en la educación superior

A partir del siglo XXI, el enfoque por competencias se ha consolidado como paradigma orientador de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. Según Tobón (2013), las competencias integran saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales para resolver situaciones con idoneidad y ética. Este enfoque busca que los estudiantes no solo adquieran conocimientos, sino que sean capaces de aplicarlos en contextos reales y complejos. Para desarrollar competencias, se utilizan metodologías activas como aprendizaje basado en problemas (ABP), proyectos, estudios de caso, simulaciones y laboratorios. Este modelo se alinea con las exigencias del mercado laboral y de la sociedad, ya que promueve habilidades como pensamiento crítico, comunicación, creatividad y colaboración.

6.- Enfoques cognitivos y tecnológicos del aprendizaje

El aprendizaje en la educación superior también se sustenta en teorías cognitivas que explican cómo se procesan, almacenan y recuperan los conocimientos. Bruner (1997) resaltó la importancia del aprendizaje por descubrimiento, donde los estudiantes construyen significados mediante la exploración guiada. Asimismo, la teoría del procesamiento de la información describe al estudiante como un procesador activo que selecciona, organiza y

transforma la información. Desde esta perspectiva, el diseño instruccional, la carga cognitiva y el uso adecuado de recursos son factores determinantes para el aprendizaje eficaz.

En la actualidad, las tecnologías digitales han generado transformaciones significativas en el aprendizaje universitario. Siemens (2005) propuso el conectivismo, teoría que sostiene que aprender implica crear redes de información y participar en comunidades digitales. El estudiante aprende conectándose con fuentes, personas y experiencias distribuidas en entornos virtuales. Plataformas educativas, simuladores, realidad aumentada y laboratorios virtuales amplían las oportunidades para el aprendizaje activo, personalizado y ubicuo. Sin embargo, la tecnología no garantiza aprendizaje por sí misma; su impacto depende del diseño pedagógico y la capacidad del estudiante para interactuar críticamente con los recursos.

7.- Rol del docente y del estudiante

En la educación superior, el docente adopta el rol de facilitador, mediador y diseñador de experiencias de aprendizaje, mientras que el estudiante se convierte en protagonista activo y responsable de su formación. Para Tünnermann (2011), el docente universitario debe dominar su disciplina, conocer didácticas específicas y promover un clima motivador. Por su parte, el estudiante debe asumir actitudes de autonomía, pensamiento crítico, colaboración y ética académica. La relación pedagógica se transforma en una interacción horizontal y dialógica, orientada al aprendizaje significativo y al desarrollo integral.

2.2.2. Enseñanza y aprendizaje de la electrónica digital en la formación tecnológica

La electrónica digital constituye un eje fundamental en la formación tecnológica de los programas vinculados a ingeniería, informática, telecomunicaciones y tecnologías aplicadas, debido a su rol esencial en el diseño y funcionamiento de sistemas computacionales, dispositivos electrónicos y soluciones automatizadas. Su enseñanza y aprendizaje presentan particularidades asociadas a su nivel de abstracción, su carácter práctico-experimental y la necesidad de articular teoría con aplicaciones reales. En el contexto de la formación tecnológica, aprender electrónica digital implica comprender conceptos lógicos, estructurales y funcionales que permiten al estudiante analizar, diseñar e implementar circuitos digitales y sistemas basados en lógica (Mano & Ciletti, 2018). Por ello, los procesos formativos requieren estrategias didácticas que faciliten la apropiación conceptual y el desarrollo de habilidades técnicas mediante experiencias prácticas significativas.

Tradicionalmente, la enseñanza de la electrónica digital se ha desarrollado bajo un modelo instructivo centrado en la exposición teórica y resolución de ejercicios, con limitada experimentación. Sin embargo, diversos autores coinciden en que este enfoque resulta insuficiente para promover un aprendizaje profundo, debido a que el estudiante requiere manipulación directa de componentes, interacción con herramientas y resolución de problemas reales para asimilar los principios de la lógica digital (Floyd, 2015). La naturaleza aplicada de la electrónica demanda metodologías que permitan transferir la teoría al campo práctico, favoreciendo la comprensión significativa y el desarrollo de competencias técnicas. En este sentido, el uso de módulos de experimentación, simuladores y laboratorios es clave para consolidar el aprendizaje.

La complejidad conceptual de la electrónica digital requiere una secuenciación adecuada de contenidos y la construcción gradual del conocimiento. Se inicia generalmente con el estudio del sistema binario, lógica booleana y puertas lógicas, para progresar posteriormente a circuitos combinacionales, secuenciales, temporizadores, contadores, memorias y dispositivos programables (Malvino & Bates, 2016). Este recorrido demanda del estudiante habilidades de razonamiento lógico, abstracción y análisis de sistemas, competencias que deben ser desarrolladas mediante ejercicios de aplicación y actividades que incentiven el pensamiento crítico. La comprensión no puede limitarse a memorizar símbolos o fórmulas; exige interpretar el comportamiento del circuito, anticipar resultados y evaluar diseños alternativos.

En el marco de los enfoques pedagógicos contemporáneos, la enseñanza de la electrónica digital se sustenta en el constructivismo, el aprendizaje significativo y el enfoque por competencias. Desde el constructivismo, el estudiante construye su propio conocimiento a partir de experiencias previas y de la interacción con situaciones problemáticas (Piaget, 1976). Bajo esta visión, el docente debe plantear retos que permitan al estudiante experimentar, analizar y reflexionar sobre el funcionamiento de circuitos digitales. Por su parte, el aprendizaje significativo enfatiza la necesidad de relacionar nuevos conceptos con estructuras cognitivas preexistentes, para lograr comprensión profunda y duradera (Ausubel, 1983). En la electrónica digital, esto implica vincular los contenidos con situaciones reales, aplicaciones en dispositivos cotidianos y proyectos tecnológicos.

El enfoque por competencias ha cobrado relevancia en la educación tecnológica, orientando los procesos formativos hacia el desarrollo de saberes integrales que permitan al estudiante resolver problemas con idoneidad técnica y criterios éticos. Tobón (2013) señala que el aprendizaje basado en competencias

promueve la integración de conocimientos, habilidades y actitudes en contextos reales. En la electrónica digital, la competencia tecnológica se evidencia cuando el estudiante logra analizar, diseñar e implementar soluciones digitales funcionales a problemas específicos. Metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), proyectos tecnológicos, estudio de casos y aprendizaje colaborativo contribuyen a fortalecer estas competencias.

En los últimos años, el uso de laboratorios y módulos experimentales ha demostrado ser una herramienta eficaz para potenciar el aprendizaje en electrónica digital. Diversos estudios evidencian que la experimentación permite al estudiante visualizar y validar conceptos teóricos, favoreciendo el aprendizaje profundo y el desarrollo de habilidades técnicas (García & López, 2020). Los módulos de experimentación facilitan la interacción con componentes, el armado de circuitos y la observación de resultados en tiempo real, lo cual contribuye a consolidar conocimientos y a promover autonomía en el aprendizaje. A su vez, los simuladores digitales complementan la práctica presencial, permitiendo probar diseños y realizar análisis sin riesgo de dañar equipos.

La incorporación de tecnologías educativas y recursos interactivos también ha transformado la enseñanza de la electrónica digital. Simuladores como Multisim, Proteus o Logisim permiten modelar circuitos y realizar pruebas virtuales, favoreciendo la comprensión del comportamiento lógico y temporal de los sistemas digitales. Estos entornos facilitan la experimentación y el análisis de errores, lo cual fortalece la comprensión conceptual y reduce la frustración asociada a fallos técnicos iniciales (Sierra & Castillo, 2021). No obstante, diversos autores sostienen que la simulación no reemplaza la práctica con componentes reales, sino que la complementa, pues la

manipulación física de dispositivos desarrolla habilidades motrices y capacidades de diagnóstico esenciales en el campo tecnológico (Floyd, 2015).

El rol del docente en este proceso es fundamental. Debe asumir un papel de mediador, facilitador y orientador del aprendizaje, promoviendo un ambiente que estimule la curiosidad, el pensamiento crítico y la autonomía. Asimismo, debe diseñar estrategias que permitan integrar la teoría con la práctica, considerando los errores como oportunidades de aprendizaje (Tünnermann, 2011). Por su parte, el estudiante debe adoptar una actitud activa, asumir responsabilidad en su proceso formativo y desarrollar habilidades de autoaprendizaje, experimentación y trabajo colaborativo.

En síntesis, la enseñanza y aprendizaje de la electrónica digital en la formación tecnológica exige un enfoque integral que combine fundamentos teóricos, metodologías activas y experiencias prácticas. El desarrollo de competencias en esta área requiere interacción con equipos, resolución de problemas reales y uso de recursos tecnológicos que favorezcan la comprensión y aplicación del conocimiento. Este enfoque no solo fortalece el aprendizaje, sino que prepara al estudiante para enfrentar los desafíos del campo profesional y contribuye a la formación de tecnólogos capaces de innovar y aportar soluciones en un mundo cada vez más digitalizado.

2.2.3. Integración de la Inteligencia Artificial en la elaboración de presentaciones

La enseñanza de la electrónica, tanto analógica como digital, exige un abordaje didáctico que articule sólidos fundamentos teóricos con experiencias prácticas que favorezcan la comprensión de los fenómenos electrónicos y el desarrollo de competencias técnicas. Dada la naturaleza aplicada y experimental de esta disciplina, las estrategias y recursos didácticos utilizados deben promover el aprendizaje activo, significativo y autónomo. La evolución tecnológica, el uso de simuladores, los

laboratorios virtuales y los módulos de experimentación han transformado las prácticas pedagógicas en este campo, permitiendo al docente implementar metodologías centradas en el estudiante y fortalecer la formación técnica (Floyd, 2015).

Entre las estrategias contemporáneas más relevantes para la enseñanza de la electrónica destacan el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y el enfoque por competencias. El ABP se sustenta en la resolución de problemas contextualizados para fomentar el análisis crítico, la búsqueda de información y el razonamiento lógico. Según Morales y Landa (2018), esta metodología favorece la construcción del conocimiento al situar al estudiante frente a situaciones reales que requieren aplicar conceptos electrónicos para formular soluciones. En el ámbito de la electrónica, los problemas pueden consistir en el diseño de circuitos, diagnóstico de fallas o implementación de prototipos, lo cual permite vincular teoría y práctica de manera significativa.

El ABPy, por su parte, orienta el aprendizaje hacia la creación de productos tecnológicos concretos, a partir del desarrollo de proyectos interdisciplinarios. Thomas (2000) sostiene que esta metodología incrementa la motivación del estudiante, mejora el pensamiento crítico y promueve el trabajo colaborativo. En la enseñanza de la electrónica, los proyectos favorecen el diseño e implementación de dispositivos electrónicos, integración de sensores, automatización de procesos o prototipado de sistemas digitales. Su carácter integrador permite desarrollar habilidades técnicas, comunicativas y de gestión, articulando diversas áreas del conocimiento.

El enfoque por competencias se ha consolidado como un modelo relevante para la enseñanza de disciplinas tecnológicas. Tobón (2013) señala que las competencias integran conocimientos, habilidades y actitudes que permiten al estudiante resolver problemas con pertinencia e idoneidad. En la electrónica, este enfoque requiere que los

estudiantes no solo comprendan conceptos, sino que sean capaces de aplicarlos en situaciones reales con criterio técnico y ético. Este modelo promueve metodologías activas, evaluación auténtica y uso de problemas contextualizados para desarrollar competencias de diseño, análisis, interpretación de manuales técnicos, trabajo colaborativo y pensamiento crítico.

Además de las metodologías, los recursos didácticos cumplen un rol fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la electrónica. Entre ellos, destacan los módulos de experimentación, las plataformas de simulación, los laboratorios virtuales y remotos, así como el uso de kits educativos y plataformas digitales. Los módulos de experimentación permiten al estudiante manipular componentes, ensamblar circuitos y observar su funcionamiento, contribuyendo al aprendizaje significativo y al desarrollo de habilidades de diagnóstico. García y López (2020) afirman que el uso de módulos experimentales fortalece la comprensión conceptual y la capacidad de aplicar la teoría en contextos prácticos. Asimismo, los laboratorios didácticos con equipos de medición (osciloscopio, multímetro, fuentes, generadores) permiten un aprendizaje vivencial que afianza la relación entre teoría y práctica.

El uso de simuladores se ha consolidado como un recurso esencial en la formación tecnológica. Plataformas como Proteus, Multisim, Logisim o Tinkercad permiten modelar circuitos y realizar pruebas sin necesidad de componentes físicos. Para Sierra y Castillo (2021), la simulación favorece la comprensión del comportamiento electrónico, minimiza la frustración inicial del estudiante y facilita la experimentación segura. Sin embargo, la simulación debe complementarse con práctica real, dado que el desarrollo de destrezas técnicas implica manipular herramientas

físicas, soldar, diagnosticar fallas y experimentar con componentes reales (Floyd, 2015).

Los laboratorios virtuales y remotos han ampliado las posibilidades de acceso a prácticas experimentales, especialmente en contextos donde los recursos físicos son limitados. Estos entornos permiten interactuar con equipos y circuitos a través de plataformas digitales, lo que enriquece la experiencia de aprendizaje. Para Rodríguez et al. (2020), los laboratorios remotos democratizan el acceso a la experimentación y promueven autonomía, al permitir al estudiante ejecutar prácticas desde cualquier lugar y horario.

Otra estrategia importante en la enseñanza de la electrónica es el aprendizaje colaborativo, que favorece el intercambio de ideas, la construcción conjunta del conocimiento y el desarrollo de habilidades socioemocionales. Johnson y Johnson (2014) sostienen que el trabajo colaborativo mejora el aprendizaje y fortalece las competencias comunicativas y de resolución de conflictos. En electrónica, el trabajo en equipo resulta fundamental, pues muchos proyectos requieren diseño, ensamblaje, pruebas y documentación, tareas que se optimizan mediante la colaboración.

La gamificación y el uso de recursos digitales interactivos también han ganado espacio en la enseñanza tecnológica. Plataformas con retos, niveles y recompensas permiten aumentar la motivación y el compromiso del estudiante. Según Kapp (2012), la gamificación aplicada a contextos educativos mejora la implicación del estudiante y refuerza el aprendizaje mediante dinámicas lúdicas.

Finalmente, la evaluación constituye un componente indispensable para retroalimentar el aprendizaje. La evaluación auténtica, que incluye rúbricas, portafolios, diarios de laboratorio, informes técnicos y presentaciones de proyectos, permite valorar no solo el conocimiento, sino también el desempeño y la aplicación

práctica (Villalobos, 2019). La retroalimentación formativa es esencial para que el estudiante reflexione, mejore y continúe progresando.

2.2.4. El Módulo de experimentación EB-3151: Características y aplicaciones pedagógicas

La efectividad de un recurso didáctico tecnológico radica no solo en su avanzada ingeniería, sino también en su capacidad para facilitar el **aprendizaje significativo** y la **experimentación activa** (Kolb, 1984). El módulo de experimentación **EB-3151** se posiciona como una herramienta fundamental en la enseñanza de la Electrónica Digital a nivel superior, dado que está diseñado para cerrar la brecha entre los esquemas teóricos y la realidad física de los circuitos.

1.- Características Técnicas y Estructura del EB-3151

El módulo EB-3151 (o sistemas de experimentación similares de la serie EB) es un kit de laboratorio prediseñado cuya principal característica es la integración modular de los componentes esenciales necesarios para construir y probar circuitos digitales.

- **Integración de Componentes Básicos:** El módulo provee una fuente de alimentación regulada (generalmente +5V, esencial para la lógica TTL y CMOS), protoboards con puntos de conexión claros, generadores de reloj (para circuitos secuenciales), switches lógicos de entrada (para simular el '0' y el '1' lógico), y pantallas de visualización de salida (LEDs o displays de siete segmentos). Esta integración minimiza el tiempo de montaje y reduce los errores asociados al cableado de componentes básicos y fuentes de poder, permitiendo al estudiante enfocarse en el diseño lógico (Al-Hammadi & Ibrahim, 2018).

- **Áreas de Experimentación Específica:** La disposición de los puntos de prueba y los slots de integración está pensada para abarcar el currículo completo de la Electrónica Digital:
    - **Lógica Combinacional:** Permite la conexión rápida de compuertas lógicas (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR), facilitando la verificación inmediata de las tablas de verdad y la simplificación booleana.
    - **Lógica Secuencial:** Proporciona los elementos para construir y probar biestables (flip-flops J-K, D, T), registros de desplazamiento y contadores, utilizando el generador de reloj integrado para observar el comportamiento dinámico.
- **Durabilidad y Seguridad:** Al ser un sistema didáctico robusto, el EB-3151 ofrece un entorno de aprendizaje más seguro que los montajes improvisados, reduciendo el riesgo de cortocircuitos o daños a los componentes (Flores, 2019), lo cual aumenta la confianza del estudiante para experimentar (Deci & Ryan, 2000).

2.- Aplicaciones Pedagógicas y Didácticas

El valor pedagógico del EB-3151 reside en su capacidad para catalizar las estrategias de aprendizaje activo y experiencial.

A. Facilitación de la Experiencia Concreta

Según el modelo de Kolb (1984), el aprendizaje efectivo comienza con la Experiencia Concreta (EC). En la Electrónica, esta EC debe ser el momento de manipulación física del circuito. El módulo EB-3151 convierte la abstracción de un diagrama esquemático en una realidad tangible.

Validación Empírica: El estudiante puede ver cómo un circuito secuencial mantiene su estado a pesar de los cambios en la entrada (memoria),

o cómo el retardo en la propagación de una señal afecta a la salida. Este feedback inmediato y tangible es crucial para el Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1968), ya que el estudiante "descubre" la ley en lugar de solo leerla.

B. Desarrollo del Troubleshooting (Solución de Problemas)

Una de las competencias más valoradas en la formación tecnológica es la habilidad para diagnosticar y corregir fallas. Este módulo es una herramienta excelente para el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Blumenfeld et al., 1991).

- **Ejercicio Controlado de Fallas:** El docente puede introducir intencionalmente fallas sutiles (ej. una conexión incorrecta en la tierra o un glitch de tiempo) para que el estudiante utilice el módulo y los instrumentos de medición (osciloscopio, multímetro) para identificar el error. Esta práctica en un entorno de bajo riesgo es esencial, ya que, como señalan Chiang et al. (2015), las simulaciones no preparan adecuadamente a los estudiantes para los errores "humanos" o físicos que ocurren en el hardware real.
- **Pensamiento Lógico-Deductivo:** La necesidad de aislar el error en el circuito físico estimula el pensamiento lógico-deductivo y fomenta la regulación metacognitiva (Flavell, 1979) sobre el propio proceso de montaje y diseño.

C. Optimización del Tiempo de Laboratorio

El tiempo de laboratorio es un recurso limitado en el contexto universitario (Novak et al., 1999). El EB-3151 contribuye a la eficiencia didáctica:

- **Foco en el Concepto:** Al simplificar la infraestructura (fuente, switches), el estudiante dedica su tiempo a la interconexión lógica y la observación

de resultados, en lugar de perder tiempo cableando la infraestructura básica. Esto permite cubrir mayor contenido práctico y realizar experimentos más complejos dentro del tiempo asignado.

- **Estandarización:** El módulo permite la estandarización de la experiencia de aprendizaje entre todos los grupos, lo que es vital para una investigación preexperimental como la propuesta, ya que la variable de tratamiento (uso del módulo) es aplicada de manera uniforme.

En conclusión, el módulo de experimentación EB-3151 no es solo una pieza de equipo, sino un recurso pedagógico estratégico que facilita el tránsito de la comprensión teórica a la maestría práctica en Electrónica Digital. Su uso sistemático se justifica plenamente como una variable independiente con potencial para mejorar significativamente el aprendizaje en la formación tecnológica.

2.2.5. Calidad del aprendizaje y evaluación en la educación tecnológica

La calidad del aprendizaje en la educación tecnológica constituye un eje fundamental para la formación de profesionales con competencias pertinentes a las demandas del sector productivo, científico e industrial. Este campo educativo posee particularidades que requieren procesos de enseñanza orientados al desarrollo de habilidades técnicas, capacidades cognitivas y actitudes profesionales para resolver problemas reales con idoneidad. La calidad del aprendizaje se relaciona con la profundidad, pertinencia, aplicabilidad y transferencia del conocimiento adquirido, y se evalúa en función de la capacidad del estudiante para movilizar saberes en contextos prácticos y tecnológicos. De acuerdo con UNESCO (2015), asegurar la calidad educativa implica promover aprendizajes relevantes, equitativos y efectivos que favorezcan el desarrollo integral del estudiante y contribuyan al progreso social.

En la educación tecnológica, la calidad del aprendizaje debe comprenderse desde la integración de contenidos teóricos, habilidades procedimentales y actitudes que permitan a los estudiantes enfrentar situaciones complejas vinculadas con la innovación, el diseño, la operación y el mantenimiento de sistemas tecnológicos. Para Biggs y Tang (2011), la calidad del aprendizaje se fortalece cuando los estudiantes alcanzan un aprendizaje profundo, es decir, cuando comprenden los conceptos, los relacionan con otros conocimientos, reflexionan críticamente y los aplican en diversos contextos. Desde esta perspectiva, la enseñanza debe orientarse a promover experiencias de aprendizaje reflexivas, activas y contextualizadas, que favorezcan la comprensión significativa y el desarrollo de competencias técnicas.

La formación tecnológica demanda un enfoque pedagógico centrado en competencias, debido a su orientación hacia el desempeño profesional. Tobón (2013) afirma que la calidad del aprendizaje se evidencia cuando el estudiante es capaz de integrar conocimientos, habilidades y actitudes para resolver problemas pertinentes con autonomía, ética y creatividad. Esto implica que el proceso formativo debe permitir la transferencia del aprendizaje, es decir, la capacidad del estudiante para aplicar lo aprendido en contextos nuevos y auténticos. En la educación tecnológica, la transferencia se manifiesta cuando los estudiantes pueden diseñar circuitos, programar dispositivos, ejecutar procedimientos técnicos o diagnosticar fallas aplicando conocimientos adquiridos en el aula.

La calidad del aprendizaje también se vincula con las metodologías de enseñanza implementadas. Diversos autores sostienen que la educación tecnológica requiere metodologías activas que promuevan la participación, experimentación y construcción del conocimiento. Según Morales y Landa (2018), metodologías como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos

(ABPy) generan mayores niveles de implicación y favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas y prácticas, lo que impacta directamente en la calidad del aprendizaje. Estas metodologías permiten relacionar la teoría con la práctica, trabajando con problemas auténticos del campo profesional y proyectos interdisciplinarios que fortalecen la autonomía y la creatividad de los estudiantes.

Por su parte, la evaluación constituye un componente esencial para garantizar la calidad del aprendizaje en la educación tecnológica. La evaluación debe trascender el enfoque tradicional centrado en medir conocimientos teóricos mediante pruebas escritas y orientarse hacia modelos que valoren el desempeño integral del estudiante. Villalobos (2019) sostiene que la evaluación auténtica es adecuada para el contexto tecnológico porque permite evaluar el desempeño real del estudiante mediante tareas que simulan o implican situaciones del mundo laboral, tales como el desarrollo de proyectos, resolución de problemas técnicos, presentación de prototipos y elaboración de informes. Este tipo de evaluación proporciona evidencias tangibles del nivel de competencias alcanzadas y del grado de calidad del aprendizaje logrado.

Asimismo, la evaluación formativa es clave para el mejoramiento continuo del aprendizaje. Black y Wiliam (2009) afirman que la evaluación formativa contribuye significativamente a la calidad educativa porque permite obtener información permanente sobre el proceso de aprendizaje, retroalimentar al estudiante y ajustar las estrategias de enseñanza. En el ámbito tecnológico, la retroalimentación no solo debe centrarse en los resultados, sino también en los procedimientos, decisiones técnicas, uso de herramientas y actitudes demostradas durante el proceso. Una retroalimentación oportuna y orientada al logro promueve el aprendizaje autorregulado, favorece la metacognición y fortalece la autonomía del estudiante.

La calidad del aprendizaje también depende de los recursos didácticos utilizados. El acceso a laboratorios equipados, simuladores, módulos de experimentación y herramientas digitales incrementa la efectividad del aprendizaje tecnológico, al permitir que los estudiantes vivencien experiencias prácticas y resuelvan problemas reales. García y López (2020) destacan que el uso de módulos experimentales y laboratorios fortalece la comprensión conceptual y promueve la aplicación práctica del conocimiento, mejora la motivación y ofrece oportunidades para el aprendizaje colaborativo. Estos recursos, combinados con metodologías activas, potencian el aprendizaje profundo y significativo.

Un elemento adicional para garantizar la calidad del aprendizaje es el rol del docente. Para Tünnermann (2011), el docente en la educación superior debe asumir un rol de facilitador, orientador y mediador, capaz de diseñar ambientes de aprendizaje desafiantes, promover el pensamiento crítico y estimular la participación activa del estudiante. En la educación tecnológica, el docente debe además poseer dominio técnico, experiencia práctica y capacidad para vincular el contenido con el campo laboral. Su papel es clave para guiar a los estudiantes en procesos de experimentación, investigación aplicada e innovación tecnológica.

Finalmente, la calidad del aprendizaje en la educación tecnológica debe considerar la pertinencia del currículo frente a las exigencias del entorno productivo y científico. UNESCO (2015) señala que una educación de calidad responde a las necesidades de la sociedad, del mercado laboral y del desarrollo sostenible. En este sentido, los programas tecnológicos deben actualizarse constantemente, incorporar avances científicos y tecnológicos, fortalecer vínculos con el sector industrial y promover la innovación.

En síntesis, la calidad del aprendizaje en la educación tecnológica depende de la integración de metodologías activas, evaluación auténtica y formativa, uso de recursos prácticos y del rol mediador del docente, orientados al desarrollo de competencias relevantes y transferibles. La evaluación debe concebirse como un proceso integral, continuo y contextualizado que permita valorar el desempeño real del estudiante y su capacidad para aplicar el conocimiento en situaciones tecnológicas auténticas. Este enfoque garantiza una formación pertinente, significativa y de alto impacto para el futuro profesional de los estudiantes.

2.2.6. El paradigma del aprendizaje experiencial

El **Aprendizaje Experiencial (AE)** es un paradigma pedagógico que sitúa la experiencia directa como el motor fundamental y primario del proceso de aprendizaje. A diferencia de los modelos tradicionalmente intelectualistas o conductistas, que priorizan la recepción de información o la memorización, el AE sostiene que el conocimiento se crea a través de la **transformación de la experiencia** (Kolb, 1984). Este enfoque es esencial en la Educación Superior, donde el objetivo es formar profesionales capaces de actuar e innovar en el mundo real.

1.- Fundamentos Filosóficos y Psicológicos

El AE no es un concepto nuevo; sus raíces se encuentran en la filosofía pragmática y la psicología humanista.

A. John Dewey y la Continuidad de la Experiencia:

John Dewey (1938) es considerado el padre del movimiento. Dewey postuló que la educación es un proceso continuo de reconstrucción de la experiencia. Argumentó que el pensamiento reflexivo surge de la duda o el desafío generado por una situación problemática. La experiencia se convierte en educativa solo cuando está vinculada a un proceso de reflexión y acción futura. En el ámbito

tecnológico, esto significa que el simple montaje de un circuito (la experiencia) debe llevar a la reflexión sobre el porqué de sus fallas o éxitos, impulsando una nueva acción o diseño.

B. Kurt Lewin y la Dinámica de Grupos:

Kurt Lewin (1951), psicólogo social, contribuyó al AE al enfatizar que el aprendizaje es más efectivo cuando es un proceso activo y basado en la retroalimentación inmediata. Su trabajo en dinámica de grupos y laboratorios T (T-Groups) mostró cómo la participación directa y la reflexión en grupo sobre las interacciones llevan a cambios conductuales y a una mejor comprensión de los fenómenos sociales. Este principio se traslada al laboratorio de Electrónica, donde la colaboración y el debate sobre un error de montaje (experiencia) aceleran el aprendizaje (reflexión).

2.- El Modelo Clave: El Ciclo de Aprendizaje de Kolb

El modelo más influyente para la comprensión operativa del AE fue desarrollado por **David Kolb** (1984). Kolb integró las ideas de Dewey, Lewin y Piaget para crear un **ciclo de cuatro etapas** interconectadas que describen cómo se genera el aprendizaje:

1. **Experiencia Concreta (EC):** El individuo participa activamente o se involucra en una nueva experiencia. En el caso del uso del módulo EB-3151, es el momento de **montar el circuito** y ver los resultados en los LEDs o el osciloscopio.
2. **Observación Reflexiva (OR):** El individuo revisa y reflexiona sobre la experiencia desde varias perspectivas. En el laboratorio, el estudiante se pregunta: "¿Por qué el circuito osciló o no funcionó según lo esperado?"

3. **Conceptualización Abstracta (CA):** El individuo formula teorías, modelos o generalizaciones a partir de sus reflexiones. El estudiante relaciona el fallo con las **leyes de la Electrónica Digital** (e.g., inestabilidad por la capacitancia parásita o violación de una ley de la lógica secuencial).
4. **Experimentación Activa (EA):** El individuo utiliza las nuevas teorías para tomar decisiones y resolver problemas, **probándolas** en nuevas situaciones. El estudiante **rediseña el circuito** o aplica el principio aprendido para crear un nuevo sistema más complejo.

Este ciclo es un proceso recursivo y continuo, y su éxito radica en la capacidad del estudiante para moverse fluidamente entre la **acción** (EC, EA) y la **reflexión** (OR, CA).

3.- Implicaciones del AE en la Educación Tecnológica

El **paradigma** experiencial es especialmente crítico en la formación tecnológica, como la Electrónica Digital, debido a su énfasis en el **Saber Hacer**.

- **Puente entre Teoría y Práctica:** El AE proporciona el marco para que el *hardware* (como el módulo EB-3151) actúe como un **mediador didáctico**. Los conceptos abstractos, como el *timing* o los *glitches* lógicos, dejan de ser meras ecuaciones y se convierten en fenómenos físicos observables que deben ser gestionados por el estudiante. La experiencia con el *hardware* reduce la **ilusión de comprensión** generada por la simulación pura (Chiang et al., 2015).
- **Desarrollo de Competencias de *Troubleshooting*:** La habilidad para diagnosticar y corregir errores es una competencia profesional de alto nivel. **Schön** (1983) habló sobre el concepto del **"profesional reflexivo"**, quien aprende en y a través de la acción. Cuando un circuito montado con el EB-3151 no funciona, el estudiante debe entrar en un ciclo de experimentación

activa y observación reflexiva inmediata para aislar el error, un proceso que es imposible de replicar completamente en un entorno teórico o simulado.

- **Motivación Intrínseca y Autonomía:** La oportunidad de manipular, construir y ver resultados tangibles aumenta la **motivación intrínseca** y el sentido de **competencia** (Deci & Ryan, 2000). El AE promueve la **Autonomía** al hacer que el estudiante se responsabilice de su proceso de prueba y error, esencial para la vida profesional.

En conclusión, el **Paradigma del Aprendizaje Experiencial** no solo propone una forma de enseñar, sino una forma de **aprender a pensar y a actuar**. En el contexto de la Electrónica Digital, la implementación efectiva de este paradigma, mediada por recursos como el módulo EB-3151, es la clave para transformar estudiantes en profesionales competentes, reflexivos e innovadores.

2.2.7. Tecnología educativa y recursos didácticos

La Tecnología Educativa (TE) es un campo de estudio y práctica que busca facilitar el aprendizaje y mejorar el rendimiento a través de la creación, el uso y la gestión de procesos y recursos tecnológicos apropiados (AECT, 2004). En la Educación Superior, la TE va más allá de la mera integración de hardware y software; es una disciplina que integra teorías de la comunicación, la psicología cognitiva y la pedagogía para diseñar entornos de aprendizaje efectivos. Los recursos didácticos, por su parte, son el componente material y concreto de esta tecnología, diseñados intencionalmente para mediar y facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Area, 2009).

1.- Evolución y Fundamentos Conceptuales de la Tecnología Educativa

La TE ha evolucionado de un enfoque centrado en los medios (audiovisuales, máquinas de enseñanza) a uno centrado en los sistemas y los procesos de aprendizaje.

- **Enfoque Conductista (Décadas de 1950 y 1960):** Inicialmente, la TE estuvo fuertemente influenciada por el conductismo de Skinner (1954), con el desarrollo de las máquinas de enseñanza y la instrucción programada. El objetivo era optimizar la eficiencia de la enseñanza a través de la repetición y el refuerzo inmediato. Los primeros kits de electrónica seguían esta lógica, presentando tareas secuenciales con feedback directo.
- **Enfoque Cognitivista y Constructivista (Década de 1980 en adelante):** Con el auge de la psicología cognitiva y el constructivismo (Vygotsky, 1978), la TE se desplazó hacia el uso de la tecnología para promover el pensamiento de orden superior y la construcción activa del conocimiento. La tecnología dejó de ser un simple transmisor de información para convertirse en una herramienta cognitiva que ayuda al estudiante a manipular ideas y resolver problemas complejos (Jonassen, 2000).

Hoy en día, la TE se basa en la idea de que los recursos deben promover el Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1968), permitiendo a los estudiantes relacionar nuevos conceptos con sus estructuras cognitivas existentes.

2.- Clasificación y Tipologías de Recursos Didácticos

Los recursos didácticos se pueden clasificar según su naturaleza en el contexto tecnológico:

Tipo de Recurso	Descripción	Relevancia en Electrónica Digital
Recursos Simbólicos	Modelos abstractos, diagramas, esquemas, videos conceptuales.	Comprender la lógica de las compuertas y el Álgebra de Boole.
Recursos de Simulación	Software interactivo (Multisim, LogiSim).	Verificación teórica del diseño sin riesgo de daño físico; facilita la Conceptualización Abstracta (Kolb, 1984).
Recursos Físicos/Manipulativos	Maquetas, kits, módulos de experimentación (como el EB-3151).	Fundamentales para la Experiencia Concreta y el desarrollo de habilidades de troubleshooting en el hardware real.

La Importancia de lo Manipulativo: En la formación tecnológica, los recursos físicos son insustituibles. La Teoría del Aprendizaje Experiencial (Kolb, 1984) subraya que la experiencia concreta, facilitada por recursos manipulativos, es esencial para la adquisición de competencias procedimentales. Los módulos de experimentación (como el EB-3151) son recursos didácticos de alta especialización que:

- **Reducen la Carga Cognitiva:** Al tener una infraestructura prediseñada, el estudiante se enfoca en el concepto electrónico en lugar de en la construcción básica del circuito (Al-Hammadi & Ibrahim, 2018).
- **Proporcionan Feedback Inmediato:** El comportamiento del circuito en el módulo (el encendido o apagado de un LED) sirve como una retroalimentación instantánea y concreta, reforzando la comprensión de la lógica digital.

3.- El Rol del Docente y la Integración Curricular

El éxito de la TE y de cualquier recurso didáctico no depende de la tecnología en sí misma, sino de la mediación pedagógica del docente (Area, 2009).

- **Diseño Instruccional:** El docente es quien debe seleccionar, adaptar e integrar el recurso (sea un simulador o un módulo físico) dentro de una estrategia didáctica activa (como el Aprendizaje Basado en Problemas). La tecnología debe ser el medio para un fin pedagógico, no el fin mismo.
- **Estrategias de Blended Learning:** Un enfoque moderno y eficaz combina recursos virtuales con recursos físicos. La simulación puede ser usada para la fase de diseño y predicción (pre-laboratorio), mientras que el hardware (EB-3151) se utiliza para la fase de verificación, troubleshooting y experiencia concreta (Chiang et al., 2015). Esta secuencia optimiza el uso del tiempo y

asegura que se desarrollen tanto las habilidades de diseño abstracto como las habilidades prácticas.

4.- Medición de la Calidad del Recurso Didáctico

La calidad de un recurso didáctico se mide por su impacto en la calidad del aprendizaje (Biggs & Tang, 2011). Un recurso es efectivo si facilita la transferencia de conocimiento a situaciones nuevas y promueve la reflexión metacognitiva (Flavell, 1979). En el caso del EB-3151, su calidad se establecerá si su uso permite a los estudiantes no solo replicar circuitos, sino también diagnosticar errores y aplicar los principios de la lógica secuencial en un diseño no practicado.

La Tecnología Educativa y los Recursos Didácticos son, por lo tanto, elementos catalizadores del aprendizaje. Su selección e implementación deben ser estratégicas, justificadas por la pedagogía y alineadas con los objetivos de competencia profesional. El módulo EB-3151, en este sentido, representa una aplicación específica de la TE orientada a la excelencia en la experimentación.

2.2.8. Impacto del Hardware didáctico en el mejoramiento del aprendizaje

El hardware didáctico, entendido como el conjunto de dispositivos, equipos y módulos diseñados para apoyar el proceso de enseñanza–aprendizaje mediante experiencias prácticas y experimentales, se ha consolidado como un recurso esencial para la formación técnica, tecnológica y científica. Su incorporación en la educación responde a la necesidad de fortalecer el vínculo entre teoría y práctica, favoreciendo aprendizajes significativos, el desarrollo de habilidades procedimentales y la adquisición de competencias profesionales. De acuerdo con Cabero y Llorente (2015), el uso de recursos tecnológicos y materiales didácticos especializados permite al estudiante interactuar con el conocimiento de forma activa, manipulando objetos,

observando fenómenos y aplicando conceptos de manera práctica, lo que repercute positivamente en el logro de aprendizajes de mayor calidad.

En el ámbito de la educación tecnológica, el hardware didáctico resulta fundamental debido a las características propias de este campo, que demanda la comprensión de procesos, sistemas y dispositivos electrónicos, informáticos, eléctricos o mecánicos. Según Cervera y Martínez (2018), los módulos experimentales, kits tecnológicos, tarjetas electrónicas, simuladores físicos y equipos de laboratorio facilitan el aprendizaje situado, es decir, la apropiación de conocimientos y habilidades en entornos que recrean escenarios reales del campo profesional. Esta aproximación favorece la transferencia del aprendizaje y permite a los estudiantes familiarizarse con herramientas y equipos que utilizarán en su futura práctica laboral.

Uno de los principales aportes del hardware didáctico es su contribución al aprendizaje significativo. Basado en el enfoque de Ausubel (1983), el aprendizaje se vuelve más significativo cuando los nuevos conocimientos se relacionan con la experiencia previa del estudiante, adquiriendo sentido y relevancia personal. El hardware didáctico permite conectar los conceptos teóricos con la realidad concreta, ofreciendo al estudiante la oportunidad de experimentar, comprobar hipótesis, cometer errores y reestructurar sus ideas. Esto genera un aprendizaje más profundo y duradero. Asimismo, incrementa la motivación intrínseca del estudiante, pues experimentar con dispositivos y equipos reales despierta curiosidad, interés y disposición hacia el aprendizaje.

El uso de hardware didáctico también se vincula con el paradigma del aprendizaje experiencial. Kolb (1984) plantea que el aprendizaje se construye a través de un ciclo que inicia en la experiencia concreta, seguida de la reflexión, la conceptualización y la aplicación. Los módulos de experimentación y kits tecnológicos

facilitan este ciclo al permitir que los estudiantes vivan experiencias concretas, reflexionen sobre los resultados obtenidos, contrasten sus observaciones con la teoría y apliquen los conceptos en nuevas situaciones. Esta dinámica promueve el pensamiento crítico y el aprendizaje autónomo, elementos clave en la formación profesional.

Diversas investigaciones han demostrado que el uso de hardware didáctico mejora el rendimiento académico. De acuerdo con Flores y Méndez (2020), los estudiantes que trabajan con módulos experimentales en asignaturas de electrónica presentan mejores resultados en la comprensión de circuitos, leyes y principios, en comparación con aquellos que solo reciben clases teóricas o usan simuladores digitales. Esto se debe a que la manipulación directa del hardware facilita la construcción de modelos mentales correctos y reduce la brecha entre teoría y práctica. Además, permite a los estudiantes identificar errores, analizar variables y tomar decisiones técnicas basadas en evidencias.

El impacto del hardware didáctico también se refleja en el desarrollo de competencias técnicas y transversales. Para Tobón (2013), las competencias integran conocimientos, habilidades y actitudes que permiten al individuo actuar de manera eficaz en diversos contextos. El trabajo con hardware fortalece competencias procedimentales como el manejo de instrumentos, el montaje de circuitos, la medición de variables y el diagnóstico de fallas. Igualmente, promueve competencias transversales como el trabajo colaborativo, la comunicación técnica y la resolución de problemas. Cuando los estudiantes trabajan en equipo para desarrollar un proyecto o resolver un desafío técnico, se consolidan habilidades sociales y cognitivas necesarias para el desempeño en el ámbito laboral.

No obstante, el uso de hardware didáctico presenta desafíos. Entre ellos se encuentran los costos de adquisición, mantenimiento y actualización de los equipos, así

como la necesidad de infraestructura adecuada y capacitación docente. Cabero (2020) destaca que el impacto positivo del hardware didáctico depende en gran medida de la competencia pedagógica y técnica del docente, quien debe diseñar actividades significativas que integren la experimentación con la reflexión y la teoría. Si el docente se limita a usar el hardware como un instrumento demostrativo o accesorio, su potencial educativo se reduce considerablemente.

Para maximizar el impacto del hardware didáctico en el aprendizaje, es necesario emplear estrategias pedagógicas activas. Morales y Landa (2018) señalan que metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje Basado en Problemas y el aprendizaje colaborativo potencian el uso del hardware, permitiendo que los estudiantes desarrollen proyectos tecnológicos reales, solucionen desafíos y vinculen los contenidos con el entorno laboral. Asimismo, el trabajo por proyectos favorece la creatividad y la innovación, impulsando a los estudiantes a diseñar soluciones tecnológicas originales y aplicarlas a situaciones del contexto.

En síntesis, el hardware didáctico constituye un recurso de alto valor educativo para el mejoramiento del aprendizaje, especialmente en áreas técnicas y tecnológicas. Su empleo favorece el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias, la motivación estudiantil y la transferencia del conocimiento a la práctica profesional. Su impacto depende del diseño pedagógico, de la formación docente y de su integración en metodologías activas que promovieran la autonomía, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Por ello, su incorporación estratégica en la educación contribuye a elevar la calidad del aprendizaje y a formar profesionales capacitados para responder a los retos del siglo XXI.

2.3. Definición de términos básicos

1. **Aprendizaje significativo:**

   Proceso mediante el cual el estudiante relaciona de manera sustantiva y no arbitraria los nuevos conocimientos con los conceptos relevantes que ya posee en su estructura cognitiva. Según Ausubel (1963), este tipo de aprendizaje permite una comprensión profunda y duradera, en contraste con el aprendizaje memorístico.

2. **Electrónica digital:**

   Rama de la electrónica que estudia los sistemas y circuitos que operan con señales discretas (generalmente en niveles lógicos alto y bajo, representados como 1 y 0), basados en el álgebra booleana y en componentes como compuertas lógicas, flip-flops, contadores y registros (Malvino & Leach, 2018).

3. **Módulo de experimentación EB-3151:**

   Dispositivo educativo diseñado para la enseñanza práctica de la electrónica digital, que incluye una placa de montaje (breadboard), fuentes de alimentación regulada, generadores de pulsos, displays de 7 segmentos, y bloques preconfigurados de compuertas lógicas, biestables y contadores, permitiendo la construcción y verificación de circuitos digitales (EDU-TECH Systems, 2020).

4. **Constructivismo:**

   Corriente pedagógica que sostiene que el conocimiento no se transmite de forma pasiva, sino que es construido activamente por el sujeto a partir de su interacción con el entorno. Piaget (1970) y Vygotsky (1978) son referentes centrales de esta teoría en el contexto educativo.

5. **Aprendizaje activo:**

   Enfoque pedagógico en el que el estudiante participa directamente en la construcción de su conocimiento mediante actividades como la experimentación,

la resolución de problemas, el trabajo en grupo y la reflexión crítica, en lugar de limitarse a escuchar o memorizar (Prince, 2004).

6. **Competencia técnica:**

   Capacidad integrada de aplicar conocimientos, habilidades y actitudes para resolver problemas específicos en un campo profesional. En el contexto de la electrónica digital, implica diseñar, analizar y verificar circuitos lógicos funcionales (Tobón, 2013).

7. **Laboratorio educativo:**

   Espacio físico o virtual estructurado pedagógicamente para facilitar la experimentación, la observación y la validación de principios teóricos mediante la manipulación de materiales, instrumentos o simulaciones (Hernández, 2018).

8. **Circuito combinacional:**

   Tipo de circuito digital cuya salida depende únicamente de la combinación actual de sus entradas, sin considerar estados previos. Ejemplos comunes incluyen sumadores, multiplexores y codificadores (Floyd, 2017).

9. **Circuito secuencial:**

   Circuito digital cuya salida depende tanto de las entradas actuales como del estado anterior del sistema, gracias al uso de elementos de memoria como los flip-flops. Se emplea en contadores, registros y máquinas de estado (Floyd, 2017).

10. **1Motivación académica:**

    Conjunto de factores internos y externos que impulsan al estudiante a involucrarse, persistir y esforzarse en las actividades de aprendizaje. La motivación intrínseca —despertada por el interés genuino en la tarea— es especialmente relevante en entornos experimentales (Pintrich & Schunk, 2002).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El uso del módulo de experimentación EB-3151 tiene un efecto positivo y significativo en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC).

2.4.2. Hipótesis especificas

1. Los estudiantes del V semestre que utilizan el módulo de experimentación EB-3151 obtienen mayores puntajes en la comprensión de conceptos teóricos fundamentales de la electrónica digital (como álgebra booleana, compuertas lógicas y circuitos combinacionales) en comparación con aquellos que reciben instrucción únicamente teórica.
2. La implementación del módulo EB-3151 incrementa de manera significativa la capacidad de los estudiantes para diseñar, armar y verificar circuitos digitales en un entorno Habilidades prácticas, en relación con el desempeño de un grupo que no utiliza dicho recurso.
3. El uso del módulo de experimentación EB-3151 se asocia con niveles significativamente más altos de motivación e interés hacia el aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC.

2.5. Identificación de variables

Variable 1(Independiente): Uso del módulo de experimentación EB-3151.

Definición conceptual:

El "uso del módulo de experimentación EB-3151" se refiere a la estrategia didáctica basada en la implementación sistemática de actividades prácticas de laboratorio en las que los estudiantes interactúan directamente con un dispositivo educativo específico —el módulo EB-3151— diseñado para el estudio experimental de los principios fundamentales de la electrónica digital. Esta estrategia promueve el aprendizaje activo, la experimentación guiada y la conexión entre los conceptos teóricos (como compuertas lógicas, álgebra booleana, circuitos combinacionales y secuenciales) y su manifestación física en circuitos reales. Se enmarca en enfoques pedagógicos constructivistas y de aprendizaje basado en la experimentación (Ausubel, 1963; Kolb, 1984).

Definición operacional:

El "uso del módulo de experimentación EB-3151" se define como la aplicación de cuatro sesiones prácticas de laboratorio, de 90 minutos cada una, durante el desarrollo del curso de Electrónica Digital en el V semestre del programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC. En estas sesiones, los estudiantes —bajo la guía del docente— emplean el módulo EB-3151 para armar, probar y verificar circuitos digitales (por ejemplo: sumadores, contadores, decodificadores, flip-flops), siguiendo guías de trabajo estructuradas. La variable se considera presente en el grupo experimental y ausente en el grupo control, y su implementación se verifica mediante registros de clase, listas de cotejo y observación directa por parte del investigador.

Variable 2(Dependiente): Aprendizaje de la electrónica digital.

Definición conceptual:

El "aprendizaje de la electrónica digital" se entiende como el proceso mediante el cual los estudiantes construyen, comprenden, aplican y transfieren conocimientos y habilidades relacionados con los principios, componentes y sistemas propios de la electrónica digital. Este proceso integra dimensiones cognitivas (comprensión de conceptos abstractos como álgebra booleana, tablas de verdad y diseño lógico), procedimentales (capacidad para diseñar, montar y verificar circuitos combinacionales y secuenciales) y actitudinales (motivación, interés y disposición hacia el estudio y la experimentación técnica). Desde una perspectiva constructivista (Ausubel, 1963; Vygotsky, 1978), este aprendizaje es significativo cuando los nuevos contenidos se vinculan de manera no arbitraria con la estructura cognitiva previa del estudiante y se consolidan mediante la experimentación activa.

Definición operacional:

El "aprendizaje de la electrónica digital" se define como el nivel de desempeño alcanzado por los estudiantes del V semestre del programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC, medido a través de tres indicadores observables y cuantificables:

1. **Comprensión conceptual:** puntaje obtenido en una prueba escrita validada por jueces expertos, que evalúa el dominio de contenidos teóricos básicos (por ejemplo: identificación de compuertas lógicas, simplificación de funciones booleanas, análisis de circuitos combinacionales).
2. **Habilidad práctica:** calificación asignada mediante una rúbrica de desempeño validada, durante la ejecución de una actividad experimental en la que los

estudiantes diseñan y verifican un circuito digital (como un contador o un decodificador) utilizando el módulo EB-3151.

3. **Motivación e interés:** puntuación obtenida en una escala Likert de 5 puntos (adaptada de Pintrich & Schunk, 2002), compuesta por 12 ítems que miden el grado de interés, esfuerzo percibido, autoeficacia y valoración del tema de electrónica digital.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA
Uso del módulo de experimentación EB-3151	Diseño de actividades prácticas	Las sesiones incluyen objetivos de aprendizaje alineados con el módulo EB-3151.	Guías de laboratorio Lista de cotejo del investigador	Ordinal
		Las guías de laboratorio contienen instrucciones claras para el armado de circuitos		
		Las actividades promueven la aplicación de conceptos teóricos mediante el módulo.		
	Implementación en el laboratorio	Frecuencia de uso del módulo durante el ciclo académico.	Registro de sesiones (registro de evaluación docente) Lista de asistencia y participación	Observación directa Si/No
		Tiempo efectivo de manipulación del módulo por parte de los estudiantes		
		Participación activa de los estudiantes en las sesiones prácticas		
	Interacción con el recurso	Capacidad del estudiante para identificar componentes del módulo	Rúbrica de observación práctica Evaluación docente-investigador	Escala Likert de 3 niveles: Bajo / Medio / Alto
		Uso correcto de las fuentes de señal y displays del EB-3151		
		Capacidad para conectar y verificar circuitos sin asistencia constante.		
Aprendizaje de la electrónica digital	Comprensión conceptual	Identificación correcta de compuertas lógicas y sus tablas de verdad.	Prueba escrita objetiva (ítems de selección múltiple, falso-verdadero y desarrollo)	Escala cuantitativa: puntaje de 0 a 20
		Aplicación del álgebra booleana para simplificar expresiones.		
		Análisis de circuitos combinacionales y secuenciales.		
	Habilidad práctica	Diseño correcto del circuito según enunciado.	Rúbrica de desempeño en laboratorio.	Escala numérica de 1 a 5 por criterio
		Armado funcional del circuito en el módulo EB-3151		
		Verificación y corrección de errores en el funcionamiento del circuito.		
	Motivación e interés	Interés por participar en actividades prácticas.	Cuestionario de motivación académica	Escala Likert de 5 puntos
		Percepción de utilidad de la electrónica digital para su formación.		
		Esfuerzo y persistencia al enfrentar desafíos técnicos.		

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Se clasifica como aplicada porque busca resolver un problema concreto de la práctica docente (bajo rendimiento en electrónica digital) mediante la implementación de una estrategia específica (uso del módulo EB-3151), con el fin de generar resultados útiles para la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en la UNDAC. Es cuantitativa porque se basa en la medición objetiva y numérica de variables (comprensión conceptual, habilidad práctica y motivación) antes y después de la intervención.

3.2. Nivel de investigación

El presente estudio corresponde a un nivel explicativo, dado que su propósito central es identificar y analizar la relación causal entre la implementación del módulo de experimentación EB-3151 (variable independiente) y el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital (variable dependiente) en los estudiantes del V semestre.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación aplicada se orienta a generar conocimientos que permitan resolver necesidades específicas en contextos reales.

3.3. Métodos de investigación

Se empleará el método preexperimental, a diferencia del método experimental puro (que requiere aleatorización y grupo control), el método preexperimental adecuado cuando no es posible asignar aleatoriamente a los sujetos a grupos o cuando, por razones institucionales o éticas, se trabaja con un solo grupo intacto (como es el caso de una sección completa del V semestre). Este método permite establecer inferencias causales con un nivel moderado de rigor, especialmente cuando se controlan amenazas a la validez interna mediante diseño cuidadoso y triangulación de instrumentos (Hernández, Fernández & Baptista, 2014; Cook & Campbell, 1979).

3.4. Diseño de la investigación

Diseño preexperimental de pretest-postest con un solo grupo (One-Group Pretest-Postest Design).

Este diseño, descrito por Campbell y Stanley (1963), sigue la siguiente estructura:

$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$

Donde:

- O_1 = Medición inicial (pretest) del aprendizaje de electrónica digital (antes de la intervención).
- X = Intervención: implementación del módulo de experimentación EB-3151 durante 4 sesiones prácticas.
- O_2 = Medición final (postest) del aprendizaje de electrónica digital (después de la intervención).

Ventajas del diseño:

- Factible con una sola sección (n = 14).
- Permite observar cambios intra-sujetos.
- Útil para evaluar impacto de innovaciones pedagógicas en contextos reales.

3.5. Población y muestra de estudio

3.5.1. Población

El universo poblacional del estudio lo conformaron todos los estudiantes matriculados en el periodo académico 2025A. Asignaturas de especialidad, Programa de Estudios Tecnología Informática y Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias de la Educación Pasco, 44 estudiantes.

Código	**III Semestre**	**Matriculados**
17302	Metodología de la Programación	13
17303	Electrónica Básica	
17304	Sistemas Operativos	
17305	Dibujo y Diseño CAD	
Código	**V Semestre**	**Matriculados**
17309	Electrónica digital	14
17310	Telecomunicaciones I	
17311	P.P.P. I: Diagnostico del PEI	
Código	**VII Semestre**	**Matriculados**
17316	Robótica educativa I	8
17317	Análisis y diseño de software educativo	
17318	Telecomunicaciones II	
17319	P. P. P. III: Observación y acompañamiento pedagógico.	
Código	**IX Semestre**	**Matriculados**
17324	Sistemas de transmisión de datos	9
17325	Desarrollo de software	
17326	Telecomunicaciones III	
17327	P. P. P. V: Continuas. Talleres curriculares	
Total, Matriculados 25A		**44**

Fuente: Sistema académico matricula 25A

3.5.2. Muestra

La muestra se determina mediante un método no probabilístico de tipo determinístico, seleccionada por conveniencia, y está compuesta por los estudiantes del V semestre, asignatura Electrónica digital periodo 25A.

Asignatura	Semestre	Matriculados
17309. Electrónica digital	V	14

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación, de carácter cuantitativo aplicado, requiere el uso de técnicas que permitan medir con precisión el nivel de aprendizaje de los estudiantes antes y después de la intervención pedagógica con el Uso del módulo de experimentación EB-3151.

3.6.1. Técnicas

a. Encuesta: permite obtener información cuantitativa sobre la percepción de los estudiantes respecto al uso del módulo de experimentación EB-3151 y su aprendizaje de la electrónica digital.
b. Observación estructurada: utilizada para registrar el desempeño de los estudiantes durante el uso del módulo de experimentación EB-3151.
c. Prueba pedagógica (pretest y postest): permite medir el nivel de aprendizaje de los estudiantes antes y después de la intervención.

3.6.2. Instrumentos

a. Cuestionario tipo Likert: diseñado a partir de los indicadores de las variables de investigación (validado por juicio de expertos).
b. Ficha de observación: elaborada con criterios e indicadores relacionados con el diseño, uso de recursos gráficos e interactividad de las presentaciones.

c. Prueba escrita (pretest y postest): conformada por preguntas objetivas (opción múltiple, verdadero/falso, completamiento), enfocadas en los contenidos del área a evaluar.

3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de los datos se desarrolló en tres fases principales:

1. **Codificación y tabulación:**
   - Cada estudiante será identificado con un código.
   - Los puntajes del pretest y postest se ingresarán en una matriz de datos.
   - Las respuestas a las escalas se codificarán numéricamente (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo).
2. **Análisis descriptivo:**
   - Obtención de medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar, varianza).
   - Representación de resultados en tablas y gráficos comparativos.
3. **Análisis inferencial:**
   - Aplicación de pruebas estadísticas para determinar la significancia de los cambios entre pretest y postest.
   - Prueba de la hipótesis general y especifica.

3.8. Tratamiento estadístico

Debido al tamaño reducido de la muestra (n=14) y al diseño pre-experimental, el análisis estadístico inferencial debe ser interpretado con cautela.

- Se utilizó la prueba T de Student para muestras relacionadas (o pareadas). Este test es ideal para comparar las medias de un mismo grupo en dos momentos distintos. La prueba determinará si la diferencia entre las medias del pretest y el postest es estadísticamente significativa.

- El valor p obtenido de la prueba T de Student indicará la probabilidad de que la mejora observada sea producto del azar. Si el valor p es menor a 0.05, se puede inferir una relación significativa entre la intervención y el resultado, aunque no se pueda concluir una relación de causa y efecto definitiva debido a las limitaciones del diseño.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

3.9.1. Orientación ética

a) Se garantiza el consentimiento informado de los estudiantes y sus padres o tutores.

b) Respeto a la confidencialidad de los datos, empleando códigos anónimos.

c) Uso exclusivo de los datos con fines académicos y de investigación.

d) Principio de no maleficencia y beneficencia, asegurando que los estudiantes se beneficien de la intervención.

3.9.2. Orientación filosófica

a) El estudio se sustenta en un enfoque humanista, al considerar a los estudiantes como protagonistas de su propio aprendizaje y al valorar la creatividad y la motivación como ejes centrales de la educación.

b) Asimismo, recoge elementos del constructivismo, al reconocer que el aprendizaje se construye activamente a través de la interacción con materiales significativos (recursos visuales de alta calidad).

3.9.3. Orientación epistémica

a) El marco epistemológico se fundamenta en el paradigma positivista, por el carácter empírico y cuantificable de los datos obtenidos.

b) La investigación busca establecer relaciones causales entre el uso del módulo de experimentación EB 3151 y el mejoramiento del aprendizaje.

c) Se complementa con una mirada interpretativa al analizar las percepciones de los estudiantes, otorgando validez a las dimensiones subjetivas del fenómeno educativo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión - Pasco, Facultad de Ciencias de la Educación, Escuela de Formación Profesional de Educación Secundaria, Programa de Estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, asignatura Electrónica Digital, V semestre periodo académico 2025A, de abril a Julio de 2025, con un enfoque sistemático y organizado. En primer lugar, se realizó la gestión administrativa correspondiente, en la cual se pidió la autorización al profesor a cargo de la asignatura para el trabajo de campo en el uso del módulo de experimentación EB-3151 con los estudiantes de nuestra muestra.

Después de obtener la autorización y aprobación de la solicitud, se estableció un cronograma de trabajo en coordinación con el docente de la asignatura de electrónica digital disponiendo del horario los días jueves de 8:00 a 10:30 am para desarrollar nuestra investigación, así mismo garantizar que las actividades del curso se desarrollaran de manera ordenada y respetuosa del calendario académico.

Pretest. - Con el permiso del docente y las coordinaciones previas de las prácticas de asignatura finalizados, se procedió a aplicar una preprueba (pretest) a los estudiantes de la muestra seleccionada en un solo grupo. Este instrumento evaluó las competencias en el uso del módulo de experimentación electrónica EB-3151 y su aprendizaje en la electrónica digital de los participantes en seis dimensiones principales: Diseño de actividades prácticas, Implementación en el laboratorio, interacción con el recurso, comprensión conceptual, habilidad práctica y motivación e interés. Los resultados de la preprueba establecieron el nivel inicial de rendimiento académico en el aprendizaje de la electrónica digital con el uso del módulo de experimentación EB-3151, sirviendo como base para medir los avances obtenidos tras la intervención.

Intervención. - La intervención consistió en cuatro prácticas de experimentación basada en el uso del módulo de experimentación EB-3151, para la enseñanza de la electrónica. Estas experimentaciones fueron diseñadas para integrar contenidos prácticos, actividades de la electrónica digital y dinámicas interactivas, buscando motivar a los estudiantes y mejorar un aprendizaje activo. Las experimentaciones se estructuraron de la siguiente manera:

- Experimento N° 01: Puertas lógicas: La tabla de verdad de las puertas AND, OR, NOT, NAND, NOR, y XOR, El comportamiento de las puertas expandidas, Cómo utilizar las puertas como puerta de bloqueo.
- Experimento N° 02: Leyes Booleanas: Las leyes del algebra Booleana, Cómo probar y demostrar una ley de álgebra de Boolean por experimento.
- Experimento N° 03: Construcción de Funciones Booleanas: Cómo construir una función Booleana reducida, Cómo comparar la tabla de verdad de una función Booleana reducida con la tabla de verdad de la función original, Cómo solucionar fallas dentro de un circuito lógico.

- Experimento N° 04: Construcción de funciones con Puertas NAND o NOR: Cómo construir una función utilizando sólo puertas NAND, Cómo construir una función utilizando sólo puertas NOR.

Postest. - Al término de la intervención, se aplicó una posprueba (PosTest) diseñada para evaluar las mismas competencias del uso del módulo de experimentación EB-3151 y su aprendizaje en la electrónica digital, abordadas en la preprueba (PreTest). Esto permitió comparar los resultados iniciales y finales, identificando los avances logrados por los estudiantes durante el proceso de intervención.

Resultados esperados. - El trabajo de campo integró tecnología educativa y prácticas pedagógicas innovadoras para evaluar la efectividad del uso del módulo de experimentación EB-3151 y su aprendizaje en la electrónica digital. A través de la comparación de los resultados de la preprueba y la posprueba, se espera demostrar el impacto positivo de la experimentación de la electrónica digital, contribuyendo a fortalecer las estrategias de enseñanza en el contexto educativo.

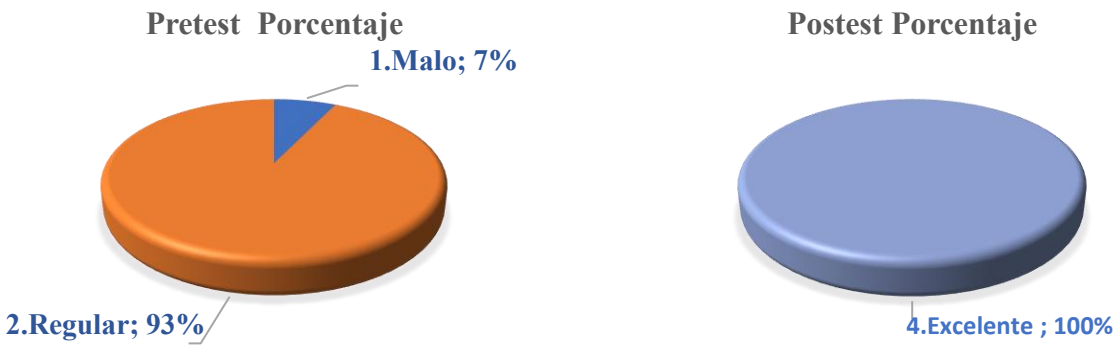
Para complementar el trabajo de campo, es esencial resaltar que cada experimentación fue cuidadosamente diseñada para fomentar la participación activa y el compromiso de los estudiantes. Se llevó a cabo un seguimiento sistemático del progreso mediante observaciones directas y el registro detallado de actividades realizadas. Para evaluar el rendimiento académico en el aprendizaje de la electrónica digital, se aplicaron pruebas de desempeño antes y después de las sesiones, permitiendo medir los avances alcanzados en las competencias de sus aprendizajes. Asimismo, se generó un espacio de interacción y reflexión donde los estudiantes compartieron sus experiencias con el uso del módulo de experimentación EB-315, aportando datos cuantitativos que enriquecieron el análisis de los resultados. Estas acciones garantizaron un enfoque integral y riguroso en el desarrollo del trabajo de campo.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Tabla 1. *Nivel del aprendizaje de la electrónica digital de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151.*

	Pretest		***Postest***	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1.Malo	1	7%	0	0%
2.Regular	13	93%	0	0%
3.Bueno	0	0%	0	0%
4.Excelente	0	0%	14	100%
Total	14	100%	14	100%

Figura 1. *Gráfico tipo torta del aprendizaje de la electrónica digital (porcentajes)*



Interpretación. – Los datos presentados en la Tabla 1 y Figura 1, los gráficos circulares correspondientes permiten visualizar de manera clara y objetiva el impacto del uso del módulo de experimentación EB-3151 en el nivel de aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC. En la evaluación inicial (pretest), se observa que el 93% de los estudiantes 13 alcanzaron un nivel de aprendizaje clasificado como “Regular”, mientras que solo un estudiante (7%) obtuvo un nivel “Malo”. No se registró ningún caso en las categorías “Bueno” o “Excelente”. Este resultado refleja una

situación inicial caracterizada por un aprendizaje insuficiente o parcialmente consolidado, lo cual es consistente con las dificultades reportadas en estudios previos sobre la enseñanza tradicional de la electrónica digital en contextos universitarios peruanos (Vásquez & Condori, 2023). La ausencia de estudiantes en niveles altos sugiere que, al inicio del proceso, los conocimientos teóricos no se habían transferido a competencias prácticas ni a una comprensión profunda, lo que justifica la necesidad de intervenir con recursos pedagógicos activos y experimentales. El gráfico circular visualiza esta distribución: una porción mínima (7%) representa el nivel "Malo", mientras que el resto (93%) corresponde al nivel "Regular", evidenciando un desempeño homogéneo pero limitado en el grupo antes de la intervención.

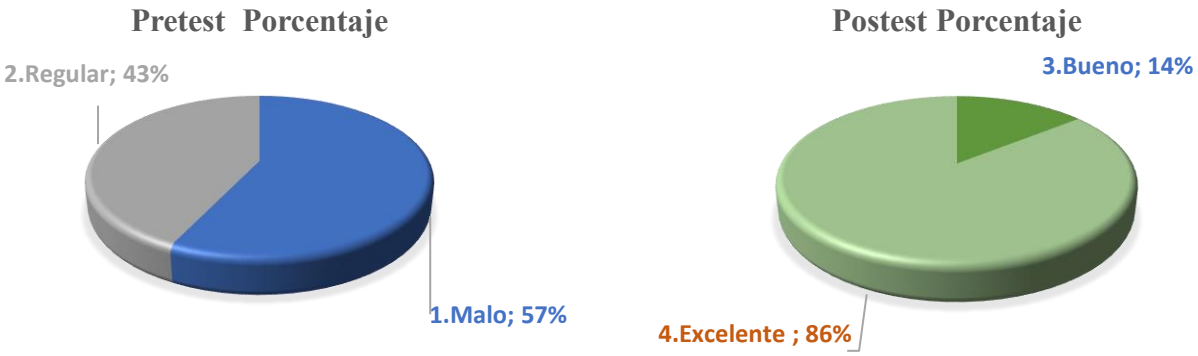
Tras la implementación de las sesiones prácticas (Experimentaciones) con el módulo EB-3151, los resultados del postest muestran un cambio radical y significativo. El 100% de los estudiantes 14 alcanzaron el nivel "Excelente", lo que implica que todos los participantes mejoraron su desempeño hasta el nivel más alto de dominio. Este resultado es notable, ya que no solo indica una mejora general, sino también una uniformidad en el logro de competencias, es decir, ningún estudiante quedó rezagado. El gráfico circular confirma este hallazgo: muestra un círculo completo en color azul, etiquetado como "Excelente; 100%", lo que representa una transformación total en el perfil de aprendizaje del grupo. Estos resultados descriptivos apoyan directamente la hipótesis general de la investigación: el uso del módulo de experimentación EB-3151 influye positivamente en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital. Desde una perspectiva pedagógica, estos datos confirman que la experimentación guiada y la manipulación física de circuitos permiten a los estudiantes construir conocimiento de manera significativa, superando la abstracción teórica y fortaleciendo tanto la comprensión conceptual como la habilidad práctica.

4.2.1. Resultados descriptivos Comprensión conceptual

Tabla 2. *Nivel de comprensión conceptual de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151.*

	Pretest		***Postest***	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1.Malo	8	57%	0	0%
2.Regular	6	43%	0	0%
3.Bueno	0	0%	2	14%
4.Excelente	0	0%	12	86%
Total	14	100%	14	100%

Figura 2. *Gráfico tipo torta de Comprensión conceptual porcentajes*



Interpretación. - Los resultados obtenidos en la dimensión comprensión conceptual permiten identificar el cambio en el dominio teórico que los estudiantes alcanzaron respecto a la electrónica digital después del uso del módulo de experimentación EB-3151. Esta dimensión evalúa la capacidad de los estudiantes para interpretar compuertas lógicas, aplicar álgebra booleana, analizar circuitos combinacionales y secuenciales, entre otros conceptos fundamentales del área. En la

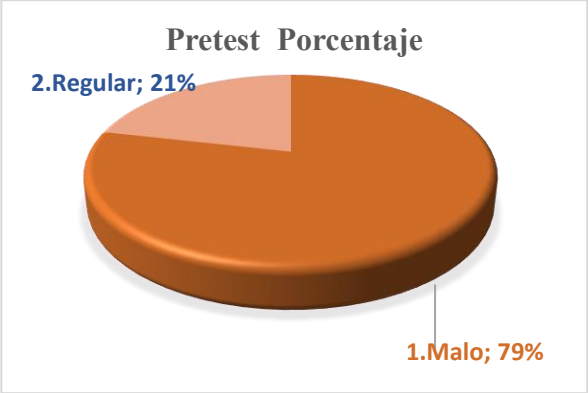
Tabla 2 y Figura 2; En el pretest, los datos evidencian un nivel de dominio conceptual bastante limitado. Un 57% de los estudiantes (8 de 14) se ubicó en el nivel Malo, lo que indica dificultades significativas para comprender los conceptos teóricos de la electrónica digital. Asimismo, un 43% (6 estudiantes) se encontró en el nivel Regular, lo que sugiere una comprensión parcial de los principios básicos del tema. Es notable que ningún estudiante alcanzó los niveles Bueno o Excelente, reflejando una base conceptual insuficiente antes de la intervención pedagógica. Los resultados del postest, luego de la implementación del módulo EB-3151, muestran una mejora sustancial en la comprensión conceptual de los estudiantes. El 86% (12 de 14) logró ubicarse en el nivel Excelente, mientras que el 14% (2 estudiantes) alcanzó el nivel Bueno. Es importante mencionar que ningún estudiante presentó niveles Bajos o Regulares, lo que representa un avance cualitativo muy significativo en la asimilación de los contenidos teóricos. El contraste entre ambos momentos es contundente: la totalidad de estudiantes que inicialmente se encontraban en niveles de comprensión insuficiente ascendieron a niveles de dominio superior. Este progreso refleja que el uso del módulo EB-3151 no solo fortaleció las habilidades prácticas, sino que también contribuyó a la internalización de los conceptos teóricos que sustentan la electrónica digital. La manipulación directa de circuitos, la observación de señales en tiempo real y la experimentación guiada facilitaron la relación entre la teoría y la práctica, lo cual es coherente con enfoques constructivistas y de aprendizaje experiencial que promueven la comprensión significativa mediante la acción y reflexión.

4.2.2. Resultados descriptivos de la Habilidad práctica

Tabla 3. *Nivel de la habilidad práctica de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151.*

	Pretest		***Postest***	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1.Malo	11	79%	0	0%
2.Regular	3	21%	0	0%
3.Bueno	0	0%	1	7%
4.Excelente	0	0%	13	93%
Total	14	100%	14	100%

Figura 3. *Gráfico tipo torta de Habilidad práctica porcentajes*





Interpretación. - Los datos obtenidos sobre el nivel de habilidad práctica de los estudiantes antes y después del uso del módulo de experimentación EB-3151 evidencian un cambio sustancial en el desempeño práctico relacionado con la electrónica digital. Los resultados se observan en la Tabla 3 y Figura 3; En la medición inicial participaron 14 estudiantes. La distribución de niveles fue la siguiente:

- 79% (11 estudiantes) se ubicaron en el nivel “Malo”.
- 21% (3 estudiantes) alcanzaron el nivel “Regular”.
- 0% obtuvo categorías “Bueno” o “Excelente”.

Estos resultados muestran que, antes de trabajar con el módulo EB-3151, los estudiantes tenían deficiencias marcadas en la ejecución práctica de procedimientos relacionados con la electrónica digital. La inexistencia de estudiantes en los niveles superiores indica que la población iniciaba con bajo dominio instrumental, posiblemente por falta de experiencia previa o escaso contacto con equipamiento especializado. Tras la aplicación del módulo de experimentación, los resultados muestran una transformación significativa:

- 93% (13 estudiantes) alcanzaron el nivel “Excelente”.
- 7% (1 estudiante) se ubicó en el nivel “Bueno”.
- 0% quedó en las categorías “Regular” o “Malo”.

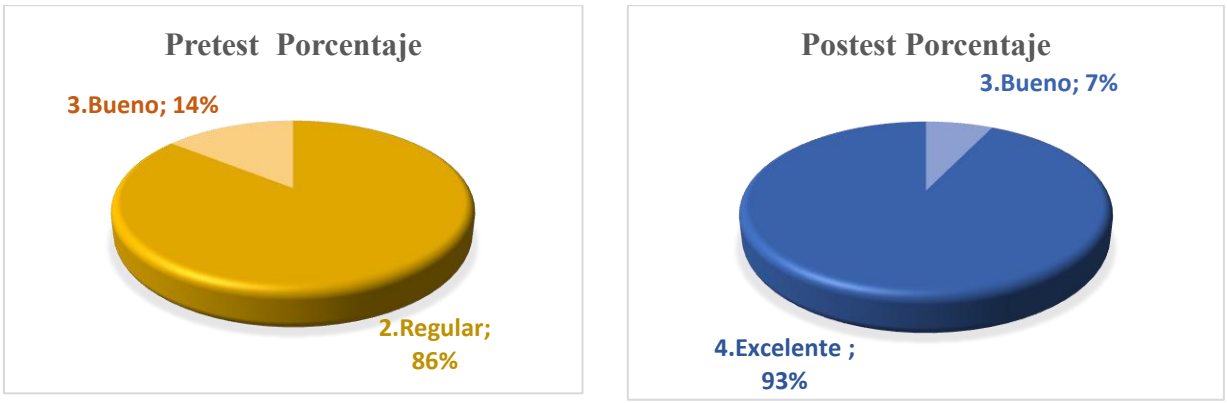
Esta distribución evidencia una mejora muy marcada. El hecho de que la gran mayoría haya pasado directamente al nivel “Excelente” sugiere que el uso del módulo EB-3151 permitió una asimilación práctica efectiva, favoreciendo la apropiación de procedimientos técnicos, la manipulación correcta de instrumentos y la comprensión operativa de los circuitos digitales. Los resultados permiten afirmar, con base en la evidencia descriptiva, que el módulo de experimentación EB-3151 tuvo un impacto altamente favorable en el desarrollo de la habilidad práctica en electrónica digital. La mejora observada es consistente, amplia y claramente diferenciada entre el pretest y el postest, lo cual sugiere que la intervención pedagógica fue eficaz para fortalecer el aprendizaje activo y la ejecución técnica en los estudiantes del V semestre.

4.2.3. Resultados descriptivos de la Motivación e interés

Tabla 4. Nivel del Motivación e interés de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151.

	Pretest		***Postest***	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1.Malo	0	0%	0	0%
2.Regular	12	86%	0	0%
3.Bueno	2	14%	1	7%
4.Excelente	0	0%	13	93%
	14	100%	14	100%

Figura 4. *Gráfico tipo torta de la motivación e interés*



Interpretación. - Los datos presentados en la Tabla 4 y la Figura 4; los gráficos circulares correspondientes permiten analizar de manera objetiva el impacto del uso del módulo de experimentación EB-3151 en el nivel de motivación e interés de los estudiantes del V semestre del programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC hacia la asignatura de Electrónica Digital. En la evaluación inicial (pretest), se observa que el 86% de los estudiantes 14 manifestaron un nivel de motivación e interés clasificado como “Regular”, lo cual indica una actitud neutra o moderadamente positiva, pero sin entusiasmo ni compromiso profundo con la asignatura. Este resultado es consistente con estudios previos que señalan que, en

contextos donde predomina la enseñanza teórica y abstracta, los estudiantes tienden a mostrar una motivación instrumental o pasiva, limitada a cumplir con requisitos académicos (Pintrich & Schunk, 2002; Bandura, 1997).

Además, el 14% restante 2 alcanzó un nivel “Bueno”, lo que sugiere que estos estudiantes tenían cierto grado de interés intrínseco o percepción de utilidad de la asignatura. No se registró ningún caso en las categorías “Malo” o “Excelente”, lo que refleja una ausencia de desmotivación extrema, pero también una falta de alta motivación al inicio del proceso.

El gráfico circular “Pretest Porcentaje” visualiza esta distribución: una porción mayoritaria (86%) en amarillo representa el nivel “Regular”, mientras que una porción menor (14%) en naranja corresponde al nivel “Bueno”. Esta imagen gráfica evidencia un perfil motivacional moderado y poco estimulado, típico de asignaturas técnicas percibidas como difíciles o poco aplicables. Tras la implementación de las sesiones prácticas (experimentación) con el módulo EB-3151, los resultados del postest muestran una transformación significativa en el nivel de motivación e interés: El 93% de los estudiantes 13 alcanzaron el nivel “Excelente”, lo que implica una motivación alta, persistente y autónoma, caracterizada por interés genuino, esfuerzo voluntario y valoración positiva de la asignatura. El 7% restante 1 obtuvo un nivel “Bueno”, lo que indica una motivación sólida, aunque no óptima. Ningún estudiante permaneció en los niveles “Malo” o “Regular”. Este resultado demuestra que la intervención con el módulo EB-3151 no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también transformó la actitud de los estudiantes hacia la asignatura, generando un cambio profundo en su disposición, compromiso y percepción de utilidad. El gráfico circular “POSTEST PORCENTAJE” confirma este hallazgo: muestra una porción mayoritaria (93%) en azul oscuro etiquetada como “Excelente; 93%”, y una porción menor (7%)

en azul claro como “Bueno; 7%”, evidenciando una distribución altamente favorable hacia niveles de alta motivación. La comparación entre ambas evaluaciones revela una mejora drástica y universal en la motivación e interés: El nivel “Regular” que representaba casi todo el grupo se extingue completamente. Estos resultados descriptivos apoyan directamente la hipótesis específica H_3: el uso del módulo EB-3151 incide positivamente en la motivación e interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de la electrónica digital. Desde una perspectiva pedagógica, estos datos confirman que la experimentación activa y significativa genera un impacto emocional y cognitivo profundo, ya que permite a los estudiantes vivenciar el aprendizaje como algo útil, placentero y relevante para su formación profesional.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de normalidad

Para la prueba de normalidad se planteó la siguiente hipótesis:

H0: Los datos tienen una distribución normal

H1: Los datos no tienen una distribución normal

Consideramos el nivel de confianza:

Confianza 95% Significancia (alfa) 5%

Se determino la siguiente regla:

$p < 0.05$; Si p-valor es menor o igual que alfa, se rechaza la H0 y se acepta la H1(los datos no tienen una distribución normal, entonces empleamos pruebas NO PARAMETRICAS)

$p > 0.05$; Si p-valor es mayor que alfa, se acepta la H0 y se rechaza la H1(los datos tienen una distribución normal, entonces empleamos pruebas PARAMETRICAS)

Prueba de normalidad: Shapiro-Wilk sobre las diferencias entre pretest -postest.

Prueba de hipótesis:

- Si los datos cumplen normalidad: t de Student para muestras relacionadas.
- Si los datos no cumplen normalidad: prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Tabla 5. *Pruebas de normalidad*

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aprendizaje de la Electrónica PreTest	,534	14	,000	,297	14	,000
Aprendizaje de la Electrónica PosTest	.	14	.	.	14	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tras observar los datos y dado que nuestra muestra es menor a 50 se tendrá en consideración la prueba de Shapiro-Wilk, así mismo se observa que las variables no siguen una distribución normal ya que el p-valor es < a (0.05), a partir de ello se empleará la prueba no paramétrica de Wilcoxon para medir el aprendizaje de la electrónica.

4.3.2. Prueba de la hipótesis general:

Paso 1: Definición de las hipótesis estadísticas

Hipótesis Nula (H0): El uso del módulo de experimentación EB-3151 no tiene un efecto positivo y significativo en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Hipótesis Alternativa (H1): El uso del módulo de experimentación EB-3151 tiene un efecto positivo y significativo en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Paso 2: Definición del nivel de significancia (α):

Se seleccionó un nivel de significancia de 0.05, lo que implica un 5% de probabilidad de cometer un error tipo I.

Paso 3: Selección de la Prueba estadística

Considerando que los datos no siguen una distribución normal, se va aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para medir el mejoramiento del aprendizaje.

Paso 4: Criterios de decisión

Vamos aplicar el método de P-Valor para la prueba de hipótesis, siendo el criterio de decisión el siguiente:

Si p-valor < α se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna

Si p-valor > α no se rechaza la hipótesis nula

Paso 5: Calculo del estadístico de la prueba y el P-valor

Tabla 6. *Estadísticos de la prueba y el P-valor, hipótesis general*

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.[a,b]	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Aprendizaje de la Electrónica PreTest Aprendizaje de la Electrónica PosTest es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de ,050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

N total	14
Estadístico de prueba	105,000
Error estándar	14,431
Estadístico de prueba estandarizado (Z)	3,638
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

Paso 6: Tomar una Decisión

p-valor = 0.000

Alfa (α) = 0.05

Dado que el p-valor (0.000) es menor que alfa (0.05), rechazamos la hipótesis nula. Se concluye que hay diferencias significativas asintótica entre los resultados del pre test y pos test, en el uso del módulo de experimentación EB3151 ($Z = -3{,}638$, $p < 0.05$), se ha tenido influencia en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital de los estudiantes del V semestre del Programa de Estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones UNDAC.

4.3.3. Prueba de la hipótesis específica 1:

Paso 1: Definición de las hipótesis estadísticas

- Hipótesis Nula (H0): Los estudiantes del V semestre que no utilizan el módulo de experimentación EB-3151, no obtienen mayores puntajes en la comprensión de conceptos teóricos fundamentales de la electrónica digital (como álgebra booleana, compuertas lógicas y circuitos combinacionales) en comparación con aquellos que reciben instrucción únicamente teórica.
- Hipótesis Alternativa (H1): Los estudiantes del V semestre que utilizan el módulo de experimentación EB-3151 obtienen mayores puntajes en la comprensión de conceptos teóricos fundamentales de la electrónica digital (como álgebra booleana, compuertas lógicas y circuitos combinacionales) en comparación con aquellos que reciben instrucción únicamente teórica.

Paso 2: Definición del nivel de significancia (α):

Se seleccionó un nivel de significancia de 0.05, lo que implica un 5% de probabilidad de cometer un error tipo I.

Paso 3: Selección de la Prueba estadística

Considerando que los datos no siguen una distribución normal, se va aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para medir el mejoramiento del aprendizaje.

Paso 4: Criterios de decisión

Vamos aplicar el método de P-Valor para la prueba de hipótesis, siendo el criterio de decisión el siguiente:

Si p-valor < α se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna

Si p-valor > α no se rechaza la hipótesis nula

Paso 5: Calculo del estadístico de la prueba y el P-valor

Tabla 7. *Estadísticos de la prueba y el P-valor, hipótesis específica 1*

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.[a,b]	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Comprensión Conceptual PreTest Comprensión Conceptual PosTest es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,001	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de ,050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

N total	14
Estadístico de prueba	105,000
Error estándar	15,456
Estadístico de prueba estandarizado (Z)	3,397
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,001

Paso 6: Tomar una Decisión

p-valor = 0.001

Alfa (α) = 0.05

Dado que el p-valor (0.001) es menor que alfa (0.05), rechazamos la hipótesis nula. Aceptamos la hipótesis de la investigación, se concluye que hay diferencias significativas asintótica entre los resultados del pre test y post test, en la dimensión de Diseño de actividades prácticas ($Z = -3.397$, $p < 0.05$), ha tenido influencia en la dimensión de Comprensión conceptual de los estudiantes.

4.3.4. Prueba de la hipótesis específica 2:

Paso 1: Definición de las hipótesis estadísticas

- Hipótesis Nula (H0): La no implementación del módulo EB-3151, no incrementa de manera significativa la capacidad de los estudiantes para diseñar, armar y verificar circuitos digitales en un entorno práctico, en relación con el desempeño de un grupo que si utiliza dicho recurso.
- Hipótesis Alternativa (H1): La implementación del módulo EB-3151 incrementa de manera significativa la capacidad de los estudiantes para diseñar, armar y verificar circuitos digitales en un entorno práctico, en relación con el desempeño de un grupo que no utiliza dicho recurso.

Paso 2: Definición del nivel de significancia (α):

Se seleccionó un nivel de significancia de 0.05, lo que implica un 5% de probabilidad de cometer un error tipo I.

Paso 3: Selección de la Prueba estadística

Considerando que los datos no siguen una distribución normal, se va aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para medir el mejoramiento del aprendizaje.

Paso 4: Criterios de decisión

Vamos aplicar el método de P-Valor para la prueba de hipótesis, siendo el criterio de decisión el siguiente:

Si p-valor < α se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna

Si p-valor > α no se rechaza la hipótesis nula

Paso 5: Calculo del estadístico de la prueba y el P-valor

Tabla 8. *Estadísticos de la prueba y el P-valor, hipótesis específica*

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.[a,b]	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Habilidad Práctica PreTest Habilidad Práctica PosTest es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de ,050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

N total	14
Estadístico de prueba	105,000
Error estándar	15,037
Estadístico de prueba estandarizado (Z)	3,491
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

Paso 6: Tomar una Decisión

p-valor = 0.000

Alfa (α) = 0.05

Dado que el p-valor (0.000) es menor que alfa (0.05), rechazamos la hipótesis nula. Aceptamos la hipótesis de la investigación, se concluye que hay diferencias significativas entre los resultados del pre test y post test, en la dimensión Implementación en el laboratorio (Z = -3.491, p < 0.05), ha tenido influencia en la dimensión Habilidad práctica de los estudiantes.

4.3.5. Prueba de la hipótesis específica 3:

Paso 1: Definición de las hipótesis estadísticas

- Hipótesis Nula (H0): El no uso del módulo de experimentación EB-3151, no se asocia con niveles significativamente más altos de motivación e interés hacia el aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC.
- Hipótesis Alternativa (H1): El uso del módulo de experimentación EB-3151 se asocia con niveles significativamente más altos de motivación e interés hacia el aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes del V semestre del programa de Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC.

Paso 2: Definición del nivel de significancia (α):

Se seleccionó un nivel de significancia de 0.05, lo que implica un 5% de probabilidad de cometer un error tipo I.

Paso 3: Selección de la Prueba estadística

Considerando que los datos no siguen una distribución normal, se va aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para medir el mejoramiento del aprendizaje.

Paso 4: Criterios de decisión

Vamos aplicar el método de P-Valor para la prueba de hipótesis, siendo el criterio de decisión el siguiente:

Si p-valor < α se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna

Si p-valor > α no se rechaza la hipótesis nula

Paso 5: Calculo del estadístico de la prueba y el P-valor

Tabla 9. *Estadísticos de la prueba y el P-valor, hipótesis específica 3*

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.[a,b]	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Motivación e Interés PreTest y Motivación e Interés PosTest es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de ,050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

N total	14
Estadístico de prueba	105,000
Error estándar	15,025
Estadístico de prueba estandarizado (Z)	3,494
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

Paso 6: Tomar una Decisión

p-valor = 0.000

Alfa (α) = 0.05

Dado que el p-valor (0.000) es menor que alfa (0.05), rechazamos la hipótesis nula. Aceptamos la hipótesis de investigación, se concluye que hay diferencias significativas asintótica entre los resultados del pre test y post test, en la dimensión de la Interacción con el recurso ($Z = -3.494$, $p < 0.05$), ha tenido influencia en la dimensión de Motivación e interés de los estudiantes.

4.4. Discusión de resultados

La presente investigación, de tipo aplicada y con un diseño pre-experimental pretest-postest de un solo grupo, tuvo como objetivo principal evaluar el efecto del uso

del módulo de experimentación EB-3151 en el aprendizaje de la electrónica digital en una muestra no probabilística de 14 estudiantes del V semestre del Programa de Estudios Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC).

Dado que los datos recolectados no presentaron distribución normal, se optó por utilizar pruebas no paramétricas, específicamente la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas, la cual es adecuada para comparar dos mediciones dependientes (pretest y postest) en muestras pequeñas y sin supuestos de normalidad.

Los resultados de la hipótesis general mostraron un p-valor $< 0{,}001$ (exactamente 0,000), lo cual es altamente significativo al nivel $\alpha = 0{,}05$. El estadístico estandarizado $Z = -3{,}638$ indica una diferencia negativa en las medianas de las puntuaciones del pretest respecto al postest, lo que implica un incremento significativo en el rendimiento académico tras la intervención con el módulo EB-3151.

Esto permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa: el uso del módulo EB-3151 sí tiene un efecto positivo y significativo en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital. Este hallazgo es consistente con la literatura educativa que respalda el uso de recursos prácticos y experimentales en disciplinas técnicas, donde la manipulación directa de componentes facilita la comprensión de conceptos abstractos (Martínez & Pérez, 2020; Hernández et al., 2021).

En relación con la hipótesis específica 1, referida a la comprensión de conceptos teóricos fundamentales (álgebra booleana, compuertas lógicas, circuitos combinacionales), se obtuvo un p-valor = 0,001 y un $Z = -3{,}397$, lo que también es estadísticamente significativo. Esto sugiere que la experiencia práctica con el módulo EB-3151 refuerza la internalización de contenidos teóricos, probablemente porque los

estudiantes pueden visualizar y validar dichos conceptos en un entorno tangible. Esta interacción entre teoría y práctica es clave en el aprendizaje significativo (Ausubel, 1976), especialmente en áreas STEM.

La hipótesis específica 2, centrada en la capacidad de diseñar, armar y verificar circuitos digitales, mostró un p-valor = 0,000 y un Z = -3,491, evidenciando una mejora sustancial en las competencias prácticas tras la intervención. Este resultado refuerza la idea de que los módulos de experimentación actúan como mediadores pedagógicos que permiten transitar desde lo abstracto a lo concreto, desarrollando habilidades técnicas indispensables en la formación de tecnólogos en informática y telecomunicaciones.

Finalmente, la hipótesis específica 3, relacionada con la motivación e interés hacia la electrónica digital, arrojó un p-valor = 0,000 y un Z = -3,494, lo que confirma que el uso del módulo EB-3151 incrementa significativamente la motivación intrínseca de los estudiantes. Este hallazgo es particularmente relevante, ya que la motivación es un predictor crítico del compromiso y el rendimiento académico (Ryan & Deci, 2000). La interactividad, el feedback inmediato y la sensación de logro al ver funcionar un circuito armado por ellos mismos parecen ser factores determinantes en este aumento motivacional.

En conjunto, los análisis estadísticos respaldan de forma contundente que el módulo de experimentación EB-3151 contribuye de manera significativa al mejoramiento del aprendizaje en electrónica digital, tanto en sus dimensiones conceptual, práctica como motivacional. Estos hallazgos refuerzan la pertinencia de integrar herramientas experimentales en la enseñanza de disciplinas técnicas, promoviendo un aprendizaje activo, contextualizado y significativo.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que el uso del módulo de experimentación EB-3151 influye de manera positiva y significativa en el mejoramiento del aprendizaje de la electrónica digital. El análisis estadístico general mediante la prueba de Wilcoxon arrojó un p-valor de (0.000) ($p < 0.05$) y un estadístico ($Z = 3.638$), lo que permitió rechazar la hipótesis nula y confirmar que la intervención práctica elevó sustancialmente el rendimiento académico de los estudiantes del V semestre del programa de estudios Tecnología Informática y Telecomunicaciones Facultad de Ciencias de la Educación UNDAC.
2. La implementación del módulo favoreció significativamente la comprensión conceptual de los fundamentos teóricos. Con un p-valor de (0.001) y un estadístico ($Z = 3.397$), se concluye que el diseño de actividades prácticas permite a los estudiantes asimilar mejores conceptos complejos como el álgebra booleana y las compuertas lógicas en comparación con un aprendizaje puramente teórico.
3. Se incrementó de forma notable la habilidad práctica de los estudiantes para diseñar, armar y verificar circuitos digitales en un entorno real. El contraste de la segunda hipótesis específica mostró un p-valor de (0.000) y un estadístico ($Z = 3.491$), demostrando que la manipulación directa del hardware es indispensable para el desarrollo de competencias procedimentales en el laboratorio.
4. El uso del recurso tecnológico actúa como un factor determinante en la motivación e interés del estudiante de Tecnología Informática y Telecomunicaciones. Los resultados estadísticos ($p = 0.000$); ($Z = 3.494$) confirman que la interacción constante con el módulo EB-3151 genera una actitud más positiva y participativa hacia el estudio de la electrónica, fortaleciendo el compromiso con su formación profesional.
5. Desde una perspectiva descriptiva, se logró una transformación total en los niveles de logro de la muestra: el 100% de los estudiantes alcanzó el nivel "Excelente" en el Post-test,

superando el estado inicial donde el 93% se encontraba en un nivel "Regular". Este desplazamiento masivo en la escala de calificación evidencia la alta efectividad del módulo como mediador didáctico.

RECOMENDACIONES

1. Institucionalización del recurso: Se recomienda a la Facultad de Ciencias de la Educación Programa de Estudios Tecnología Informática y Telecomunicaciones de la UNDAC integrar formalmente el uso del módulo EB-3151 en el sílabo de la asignatura de Electrónica Digital, asegurando que la carga horaria práctica sea equivalente o superior a la teórica.
2. Capacitación docente: Es fundamental organizar talleres de actualización para los docentes del programa de estudios Tecnología Informática y Telecomunicaciones sobre estrategias de Aprendizaje Experiencial, enfocados en maximizar las funciones avanzadas del módulo para el diagnóstico y solución de fallas complejas.
3. Expansión del modelo didáctico: Dado el éxito obtenido en electrónica digital, se sugiere a la dirección de escuela adquirir módulos similares para otras áreas de la especialidad, como Electrónica Analógica y Microcontroladores, para mantener la coherencia metodológica en la formación tecnológica.
4. Sostenibilidad y Mantenimiento: Implementar un plan de mantenimiento preventivo y de actualización de componentes para los módulos EB-3151 existentes, garantizando que el equipo se mantenga funcional para futuras promociones de estudiantes del V semestre.
5. Fomento de la investigación aplicada: Incentivar a futuros tesistas a realizar estudios de mayor alcance (probabilísticos y con grupo control) para comparar la efectividad de este módulo frente a otros recursos o software de simulación, profundizando en el impacto a largo plazo de la educación basada en el hardware.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, G. (2023). Uso de plataformas de simulación en la enseñanza de conceptos de electrónica digital. Revista Ciencia y Tecnología Educativa, 8(2), 55–72.

Barrios, J., & Méndez, C. (2022). Implementación de prácticas experimentales en electrónica digital para fortalecer competencias profesionales. Revista de Investigación Académica en Ingeniería Electrónica, 7(3), 22–38.

Castillo, R., & Sandoval, P. (2021). Integración de módulos prácticos en laboratorios de sistemas digitales: una enseñanza basada en la experiencia. Revista Internacional de Didáctica en Ingeniería, 4(1), 33–48.

Cruz Aique, J. A. (2021). Diseño e implementación de módulos didácticos como propuesta metodológica en el proceso de enseñanza–aprendizaje virtual para el logro de las competencias del área de electrónica digital (Tesis). Universidad Nacional de San Agustín. Recuperado de

Espimbera, M. A. A. (2025). Módulo didáctico para el estudio de electrónica digital en el laboratorio de electricidad y electrónica (Tesis). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado de

Fernández, S., & Díaz, E. (2024). Evaluación del aprendizaje práctico mediante módulos didácticos en ingeniería electrónica. Journal de Educación y Tecnología, 9(3), 210–229.

García, P., & Martínez, D. (2021). Modelos pedagógicos para el aprendizaje significativo en electrónica digital. Revista de Enseñanza Universitaria de Ingeniería, 15(1), 100–115.

Gómez Ferrer, H. (2025). Desarrollo de módulo experimental para el mejoramiento del aprendizaje en electrónica digital (Tesis). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Recuperado de

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_89ec65bbe41982b8fe8623e231b2bff8

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ_36fc853955fc29305ab50646e79da5ab

https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29174/1/UPS-GT005835.pdf

https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/871/1/UNESUM-ECU-COMPR-41.pdf

https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/16173/Propuesta_Gorostiaga Machicao_Victor.pdf

https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/92515981-4579-4c7e-8a97-ce88c514c212/content

Lozano Rodríguez, J. L. (2023). Diseño y experimentación con plataforma Arduino en el aprendizaje de circuitos eléctricos (Tesis). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Recuperado de

Muñoz Castro, P. C. (2024). Diseño e implementación de un módulo didáctico basado en Arduino y enfocado en sensores industriales de proximidad. Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de

Ortiz, J. S., Mantilla Villalobos, M. A., Bautista Porras, M., & Castellanos Parada, T. V. (2023). Experiencia de diseño e implementación de un módulo de laboratorio con acceso en forma remota para prácticas experimentales. En Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI. Recuperado de https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/3058

Paladines Morán, J. P., & Ventura Quimis, E. S. (2023). Implementación de circuitos digitales para el laboratorio de electrónica y medición de su impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Tecnología de la Información. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Recuperado de https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4807

Pérez, L., & Torres, F. (2022). Estrategias de aprendizaje activo en la enseñanza de electrónica digital en educación superior. Revista Educación y Tecnología, 10(2), 54–70.

Propuesta Gorostiaga Machicao, V. H. G. (2024). Propuesta de guía de prácticas integradas para electrónica digital en educación superior. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Recuperado de

Quispe Huamán, L. (2024). Actividades experimentales con sensores Neulog y su influencia en el aprendizaje de la Física. Ñawparisun: Revista de Investigación Científica de Ingenierías, 3(4), 45–59.

Ramos Achicanoy, L., & Dulce Mera, F. A. (2024). Pedagogical support tools: Integrating digital tools for learning about AC electrical circuits within electronic engineering. Revista Ingeniería Solidaria, 12(2), 85–97.

Ruiz, M., & Hernández, L. (2023). La integración de módulos experimentales en laboratorios de ingeniería electrónica. En Congreso Iberoamericano de Educación Técnica.

Salinas-Navarro, D. E., Garay-Rondero, C. L., & Arana-Solares, I. A. (2023). Digitally enabled experiential learning spaces for engineering education 4.0. Education Sciences, 13(1), 63–78.

Sánchez, R., & López, A. (2023). Impacto de herramientas tecnológicas en la adquisición de competencias prácticas en electrónica digital. Revista Latinoamericana de Educación en Ingeniería, 5(4), 77–95.

Vega, J., & Castillo, M. (2022). Laboratorios virtuales y su efecto en la motivación de estudiantes de electrónica digital. Revista de Innovación Educativa, 11(6), 120–136.

ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
CUESTIONARIO DE AUTOPERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE DE LA ELECTRÓNICA (PRE TEST)

Este cuestionario tiene como objetivo conocer tu percepción y actitud hacia la asignatura de Electrónica Digital ANTES de comenzar las sesiones prácticas con el módulo EB-3151. Responde con sinceridad marcando con una X la opción que mejor refleje tu opinión. No hay respuestas correctas o incorrectas.

Escala de valoración: 1 = Nunca 2 = Casi nunca 3 = A veces 4 = Casi siempre 5 = Siempre

Dimensión 1: Comprensión conceptual

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Comprendo claramente qué es una compuerta lógica y cómo funciona cada tipo (AND, OR, NOT, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
2	Soy capaz de interpretar una tabla de verdad y relacionarla con su función lógica.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Puedo simplificar expresiones booleanas usando las leyes del álgebra de Boole.	☐	☐	☐	☐	☐
4	Entiendo la diferencia entre circuitos combinacionales y secuenciales.	☐	☐	☐	☐	☐
5	Me resulta fácil identificar la función lógica a partir de un diagrama de circuito.	☐	☐	☐	☐	☐
6	Considero que domino los conceptos básicos necesarios para avanzar en electrónica digital.	☐	☐	☐	☐	☐
	Puntaje					

Dimensión 2: Habilidad práctica

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Me siento capaz de diseñar un circuito lógico sencillo (por ejemplo, un semáforo) a partir de una especificación.	☐	☐	☐	☐	☐
2	Puedo armar correctamente un circuito digital en una protoboard sin ayuda constante.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Soy capaz de identificar y corregir errores en un circuito que no funciona como se espera.	☐	☐	☐	☐	☐
4	Me resulta fácil usar instrumentos básicos (fuente de voltaje, LED, pulsadores) para probar circuitos.	☐	☐	☐	☐	☐
5	Confío en mi capacidad para interpretar el funcionamiento de un flip-flop o un contador básico.	☐	☐	☐	☐	☐
6	Considero que tengo suficiente destreza manual y lógica para trabajar en laboratorios de electrónica.	☐	☐	☐	☐	☐
	Puntaje					

Dimensión 3: Motivación e interés

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Me interesa profundizar en temas de electrónica digital más allá del mínimo requerido.	☐	☐	☐	☐	☐
2	Me siento motivado para estudiar electrónica digital aunque sea un curso desafiante.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Disfruto cuando logro que un circuito que diseñé funcione correctamente.	☐	☐	☐	☐	☐
4	Considero que la electrónica digital es una asignatura relevante y estimulante para mi formación.	☐	☐	☐	☐	☐
5	Estoy dispuesto a buscar recursos adicionales (videos, tutoriales, libros) para mejorar mi aprendizaje.	☐	☐	☐	☐	☐
6	Creo que puedo mejorar significativamente mi desempeño en electrónica digital con la práctica guiada.	☐	☐	☐	☐	☐
	Puntaje					

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES

CUESTIONARIO DE AUTOPERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE DE LA ELECTRÓNICA (POST TEST)

Este cuestionario tiene como objetivo conocer tu percepción y actitud hacia la asignatura de Electrónica Digital ANTES de comenzar las sesiones prácticas con el módulo EB-3151. Responde con sinceridad marcando con una X la opción que mejor refleje tu opinión. No hay respuestas correctas o incorrectas.
Escala de valoración: 1 = Nunca 2 = Casi nunca 3 = A veces 4 = Casi siempre 5 = Siempre

Dimensión 1: Comprensión conceptual

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Ahora comprendo con mayor claridad qué es una compuerta lógica y cómo funciona cada tipo (AND, OR, NOT, etc.).	☐	☐	☐	☐	☐
2	Me resulta más fácil interpretar una tabla de verdad y relacionarla con su función lógica.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Puedo simplificar expresiones booleanas con mayor confianza usando las leyes del álgebra de Boole.	☐	☐	☐	☐	☐
4	Entiendo con mayor profundidad la diferencia entre circuitos combinacionales y secuenciales.	☐	☐	☐	☐	☐
5	Identificar la función lógica a partir de un diagrama de circuito me resulta más sencillo ahora.	☐	☐	☐	☐	☐
6	Siento que he reforzado significativamente mis conocimientos conceptuales básicos en electrónica digital.	☐	☐	☐	☐	☐
	Puntaje					

Dimensión 2: Habilidad práctica

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Me siento más capaz de diseñar un circuito lógico sencillo (por ejemplo, un semáforo) a partir de una especificación.	☐	☐	☐	☐	☐
2	Puedo armar un circuito digital en el módulo EB-3151 con mayor autonomía y precisión.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Identificar y corregir errores en un circuito me resulta menos difícil que antes.	☐	☐	☐	☐	☐
4	Manejo con más seguridad los componentes e instrumentos del módulo EB-3151 (fuentes, displays, pulsadores, etc.).	☐	☐	☐	☐	☐
5	Puedo explicar con mayor claridad el funcionamiento de flip-flops y contadores después de experimentar con ellos.	☐	☐	☐	☐	☐
6	Considero que mi destreza práctica en electrónica digital ha mejorado gracias a las sesiones con el módulo.	☐	☐	☐	☐	☐
	Puntaje					

Dimensión 3: Motivación e interés

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Mi interés por profundizar en electrónica digital ha aumentado después de usar el módulo EB-3151.	☐	☐	☐	☐	☐
2	Me siento más motivado para seguir estudiando temas avanzados en electrónica digital.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Disfruté más las actividades prácticas con el EB-3151 que las clases teóricas tradicionales.	☐	☐	☐	☐	☐
4	Valoro más la importancia de la electrónica digital para mi formación profesional tras esta experiencia.	☐	☐	☐	☐	☐
5	Estoy más dispuesto a buscar recursos adicionales para seguir aprendiendo sobre circuitos digitales.	☐	☐	☐	☐	☐
6	Creo que el uso del módulo EB-3151 contribuyó significativamente a mi mejora en electrónica digital.	☐	☐	☐	☐	☐
	Puntaje					

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA PRÁCTICA DE ELECTRÓNICA DIGITAL

I. DATOS GENERAL

1.1. Institución : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
1.2. Facultad : Ciencias de la Educación
1.3. Programa de estudios : Tecnología Informática y Telecomunicaciones
1.4. Semestre : V-2025A
1.5. Asignatura : Electrónica digital
1.6. Tema de la práctica : _____
1.7. Instrumento utilizado : Módulo de experimentación EB-3151
1.8. Tipo de evaluación : Observación directa
1.9. Momento : __Pretest __Postest
1.10. Fecha : _____
1.11. Estudiante : _____

II. INSTRUCCIONES PARA EL OBSERVADOR

Marque con una **X** el nivel que mejor describa el desempeño del estudiante durante la práctica con el módulo EB-3151.La observación se realizará **durante el desarrollo real de la actividad experimental**.

III. VARIABLE OBSERVADA

Aprendizaje de la Electrónica Digital

IV. DIMENSIONES, INDICADORES Y ESCALA DE VALORACIÓN

Escala de valoración: 1 = Deficiente 2 = Regular 3 = Bueno 4 = Excelente

Dimensión 1: Comprensión conceptual

Nº	Ítem	1	2	3	4
1	Reconoce los conceptos básicos de electrónica digital (compuertas, niveles lógicos).	☐	☐	☐	☐
2	Identifica correctamente los componentes del módulo EB-3151.	☐	☐	☐	☐
3	Interpreta diagramas lógicos y esquemas de conexión.	☐	☐	☐	☐
4	Relaciona la teoría con la práctica experimental.	☐	☐	☐	☐
5	Explica el funcionamiento del circuito implementado	☐	☐	☐	☐
	Puntaje				

Dimensión 2: Habilidad práctica

Nº	Ítem	1	2	3	4
1	Realiza correctamente las conexiones en el módulo EB-3151	☐	☐	☐	☐
2	Manipula adecuadamente los instrumentos y componentes electrónicos.	☐	☐	☐	☐
3	Ejecuta la práctica siguiendo la secuencia indicada	☐	☐	☐	☐
4	Ejecuta la práctica siguiendo la secuencia indicada	☐	☐	☐	☐
5	Obtiene resultados funcionales en la experimentación	☐	☐	☐	☐
	Puntaje				

Dimensión 3: Motivación e interés

Nº	Ítem	1	2	3	4
1	Muestra interés por el uso del módulo EB-3151.	☐	☐	☐	☐
2	Participa activamente durante la práctica experimental.	☐	☐	☐	☐
3	Mantiene atención constante durante el desarrollo de la actividad.	☐	☐	☐	☐
4	Demuestra iniciativa para resolver problemas experimentales	☐	☐	☐	☐
5	Valora positivamente el aprendizaje práctico en electrónica digital.	☐	☐	☐	☐
	Puntaje				

V. PUNTAJE TOTAL

Puntaje mínimo: 15 Puntaje máximo: 60

VI. INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE APRENDIZAJE

Rango de puntaje	Nivel de aprendizaje
15 – 26	Deficiente
27 – 38	Regular
39 – 50	Bueno
51 – 60	Excelente

Base de datos

OPERATIVIZACIÓN DEL INSTRUMENTO

"Uso del módulo de experimentación EB-3151 para el mejoramiento de aprendizaje de la electrónica digital en los estudiantes de V Semestre del programa de estudios de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias de la Educación UNDAC"

Autores: ARANDA SANTOS, Royer Robhert - FARFAN TORRES, Jheferson Manzueto

VI (X): Aprendizaje de la electrónica digital - Pre test

	X1. Comprensión conceptual							X2. Habilidad práctica							X3. Motivación e interés								
Alumnos	1	2	3	4	5	Suma	Nivel	1	2	3	4	5	Suma	Nivel	1	2	3	4	5	Suma	Nivel	Prom. X	Nivel X
A1	2	2	2	3	2	11	2	1	2	1	2	2	8	1	2	2	2	1	2	9	2	9	2
A2	1	2	2	2	2	9	2	2	1	1	2	2	8	1	2	2	3	2	2	11	2	9	2
A3	2	1	3	2	2	10	2	1	1	1	2	2	7	1	2	3	2	3	3	13	3	10	2
A4	1	2	1	2	1	7	1	2	1	2	1	2	8	1	2	3	2	3	2	12	2	9	2
A5	2	1	2	3	1	9	2	2	2	2	1	1	8	1	1	2	3	2	2	10	2	9	2
A6	1	2	2	1	2	8	1	1	2	2	2	2	9	2	2	2	3	2	2	11	2	9	2
A7	1	1	2	2	2	8	1	2	1	2	1	1	7	1	3	2	1	2	2	10	2	8	1
A8	2	2	1	1	2	8	1	2	1	2	1	2	8	1	2	3	2	3	2	12	2	9	2
A9	1	2	2	1	1	7	1	1	2	2	2	2	9	2	1	2	3	3	3	12	2	9	2
A10	2	2	1	2	2	9	2	1	2	2	1	1	7	1	2	2	2	3	3	12	2	9	2
A11	2	1	1	2	1	7	1	2	1	1	2	1	7	1	2	3	2	2	3	12	2	9	2
A12	1	2	2	1	1	7	1	2	2	2	1	2	9	2	2	2	3	3	3	13	3	10	2
A13	2	1	1	2	2	8	1	2	2	1	1	2	8	1	2	2	2	3	3	12	2	9	2
A14	2	2	1	2	2	9	2	1	2	2	1	2	8	1	2	2	3	1	2	10	2	9	2

Valores item	Escala Variable
4) Siempre	4) Excelente (17 - 20)
3) Casi siempre	3) Bueno (13 - 16)
2) A veces	2) Regular (9-12)
1) Nunca	1) Malo (5-8)

VI (Y): Aprendizaje de la electrónica digital - Post test

	Y1. Comprención conceptual							Y2. Habilidad práctica							Y3. Motivación e interés								
Alumnos	1	2	3	4	5	Suma	Nivel	1	2	3	4	5	Suma	Nivel	1	2	3	4	5	Suma	Nivel	Prom. Y	Nivel X
A1	3	4	3	4	4	18	4	4	4	4	4	3	19	4	4	4	4	4	3	19	4	19	4
A2	4	4	4	2	4	18	4	3	4	4	4	4	19	4	4	4	3	4	3	18	4	18	4
A3	3	4	4	4	4	19	4	4	3	4	4	4	19	4	4	4	4	3	4	19	4	19	4
A4	3	3	4	4	4	18	4	4	4	4	4	4	20	4	4	4	4	4	3	19	4	19	4
A5	3	4	4	4	3	18	4	4	4	4	4	4	20	4	4	4	4	3	4	19	4	19	4
A6	3	3	3	3	4	16	3	4	3	4	3	4	18	4	4	4	4	4	4	20	4	18	4
A7	4	3	4	4	4	19	4	3	4	4	3	4	18	4	4	3	4	4	4	19	4	19	4
A8	4	4	4	4	3	19	4	4	4	3	4	4	19	4	3	4	4	4	4	19	4	19	4
A9	3	4	4	4	4	19	4	3	3	4	4	4	18	3	4	4	4	4	3	19	3	19	4
A10	4	4	2	3	4	17	4	4	4	3	4	4	19	4	3	4	4	3	3	17	4	18	4
A11	4	4	3	4	3	18	4	4	4	3	4	4	19	4	4	4	4	4	3	19	4	19	4
A12	4	4	3	4	3	18	4	4	4	4	3	4	19	4	4	4	4	3	4	19	4	19	4
A13	4	4	4	2	2	16	3	4	3	4	4	4	19	4	4	4	4	4	4	20	4	18	4
A14	4	4	3	4	4	19	4	4	4	3	3	4	18	4	4	3	4	4	4	19	4	19	4

- **Puntuación Mínima por dimensión:** 5 ítems * 1 (puntuación mínima por ítem) = **5**
- **Puntuación Máxima por dimensión:** 5 ítems * 4 (puntuación máxima por ítem) = **20**

Así que, el rango de puntuación total para cada dimensión va de **5 a 20**.

Ahora, para establecer los intervalos, primero calculamos el número total de valores posibles en este rango:

- **Número de valores posibles:** (Puntuación Máxima - Puntuación Mínima) + 1 = (20 - 5) + 1 = 15 + 1 = **16 valores** (desde 5 hasta 20, ambos incluidos).

Vamos a calcular los intervalos para algunas opciones comunes:

Para dividir 16 valores en 4 categorías, la amplitud es perfecta: 16 / 4 = 4 valores por categoría.

- **Muy Bajo:** De 5 a 8 (4 valores: 5, 6, 7, 8)
- **Bajo:** De 9 a 12 (4 valores: 9, 10, 11, 12)
- **Alto:** De 13 a 16 (4 valores: 13, 14, 15, 16)
- **Muy Alto:** De 17 a 20 (4 valores: 17, 18, 19, 20)

Estadístico descriptivo

Tabla 1. *Nivel del **aprendizaje de la electrónica digital** de los estudiantes en el pre test y post test por el uso del módulo de experimentación EB-3151*

	Pretest		Postest	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1.Malo	1	7%	0	0%
2.Regular	13	93%	0	0%
3.Bueno	0	0%	0	0%
4.Excelente	0	0%	14	100%
Total	14	100%	14	100%

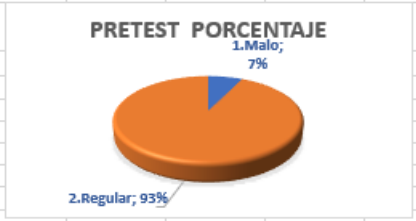
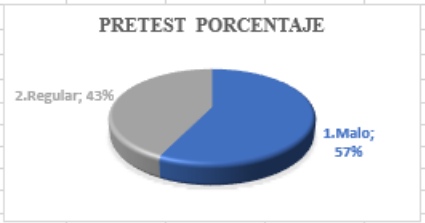




Tabla 2. *Nivel de **comprensión conseptual** de los estudiantes en el pre test y post test por uso del módulo de experimentación EB-3151.*

	Pretest		Postest	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1.Malo	8	57%	0	0%
2.Regular	6	43%	0	0%
3.Bueno	0	0%	2	14%
4.Excelente	0	0%	12	86%
Total	14	100%	14	100%



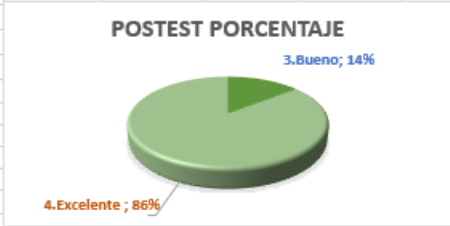
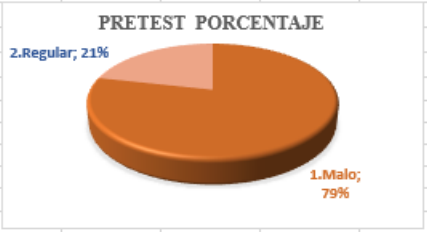


Tabla 3. *Nivel del **habilidad práctica** de los estudiantes en el pre test y post test por uso del módulo de experimentación EB-3151.*

	Pretest		Postest	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1.Malo	11	79%	0	0%
2.Regular	3	21%	0	0%
3.Bueno	0	0%	1	7%
4.Excelente	0	0%	13	93%
Total	14	100%	14	100%



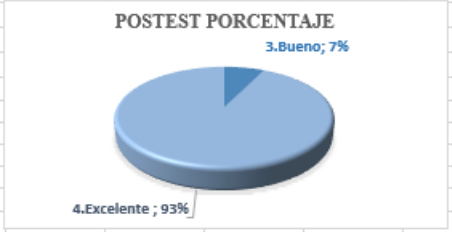
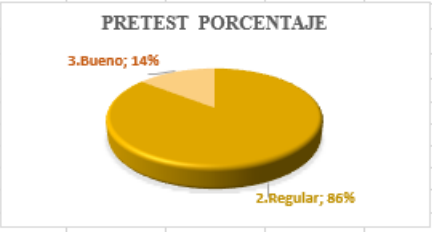


Tabla 4. *Nivel del **motivación e interés** de los estudiantes en el pre test y post test por uso del módulo de experimentación EB-3151.*

	Pretest		Postest	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1.Malo	0	0%	0	0%
2.Regular	12	86%	0	0%
3.Bueno	2	14%	1	7%
4.Excelente	0	0%	13	93%
Total	14	100%	14	100%

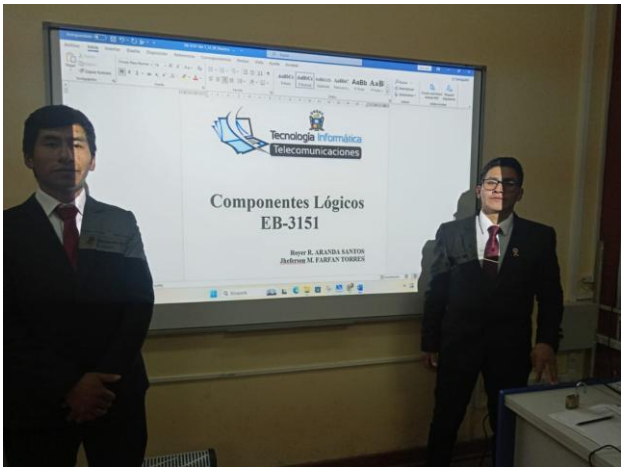




PANEL FOTOGRÁFICO

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Programa de Estudios Tecnología Informática y Telecomunicaciones

























MODULO DEL EB– 3151



Componentes Lógicos EB-3151

Bach. Royer ARANDA SANTOS
Bach. Jheferson FARFAN TORRES



EB-3151 – Componentes Lógicos y Álgebra Booleana

CONTENIDO

PREFACIO

EXPERIMENTO 1. PUERTAS LÓGICAS

- Objetivos
- Equipo requerido
- Discusión teórica
- Preguntas de preparación
- Procedimiento experimental
- 1.1. Identificación de las puertas lógicas
- 1.2. Tablas de verdad de las puertas AND, OR, NOT, NAND, NOR y XOR
- 1.3. Expansión de puertas lógicas
- 1.4. Bloqueo de puertas lógicas
- Preguntas de resumen

EXPERIMENTO 2. LEYES BOOLEANAS

- Objetivos
- Equipo requerido
- Discusión teórica
- Preguntas de preparación
- Procedimiento experimental
- 2.1. Leyes asociativas
- 2.2. Ley distributiva
- 2.3. Leyes del cero y de la unidad
- 2.4. Leyes de idempotencia
- 2.5. Leyes de inversión
- 2.6. Leyes de De Morgan
- 2.7. Identidades booleanas
- Preguntas de resumen

EXPERIMENTO 3. CONSTRUCCIÓN DE FUNCIONES BOOLEANAS

- Objetivos
- Equipo requerido
- Discusión teórica
- 3.1. Funciones booleanas
- 3.2. Tablas de verdad y funciones booleanas
- 3.3. Forma normal de las funciones booleanas
- 3.4. Simplificación de funciones booleanas
- Preguntas de preparación
- Procedimiento experimental
- Preguntas de resumen

EXPERIMENTO 4. CONSTRUCCIÓN DE FUNCIONES CON PUERTAS NAND O NOR

- Objetivos

- Equipo requerido
- Discusión teórica
- 4.1. Construcción de funciones utilizando puertas NAND
- 4.2. Construcción de funciones utilizando puertas NOR
- 4.3. Aplicación de las leyes de De Morgan
- Preguntas de preparación
- Procedimiento experimental
- Preguntas de resumen

EXPERIMENTO 5. MAPAS DE KARNAUGH

- Objetivos
- Equipo requerido
- Discusión teórica
- 5.1. Valores numéricos de las funciones booleanas Σ y Π
- 5.2. Mapas de Karnaugh
- 5.3. Mapas de Karnaugh de dos, tres y cuatro variables
- 5.4. Simplificación de funciones utilizando mapas de Karnaugh
- 5.5. Agrupación de términos y obtención de funciones mínimas
- Preguntas de preparación
- Procedimiento experimental
- Preguntas de resumen

PREFACIO

Los experimentos de este laboratorio están destinados para ejecutarse en la tarjeta de experimentos EB-3151 con el Sistema de Entrenamiento Universal EB-3000.

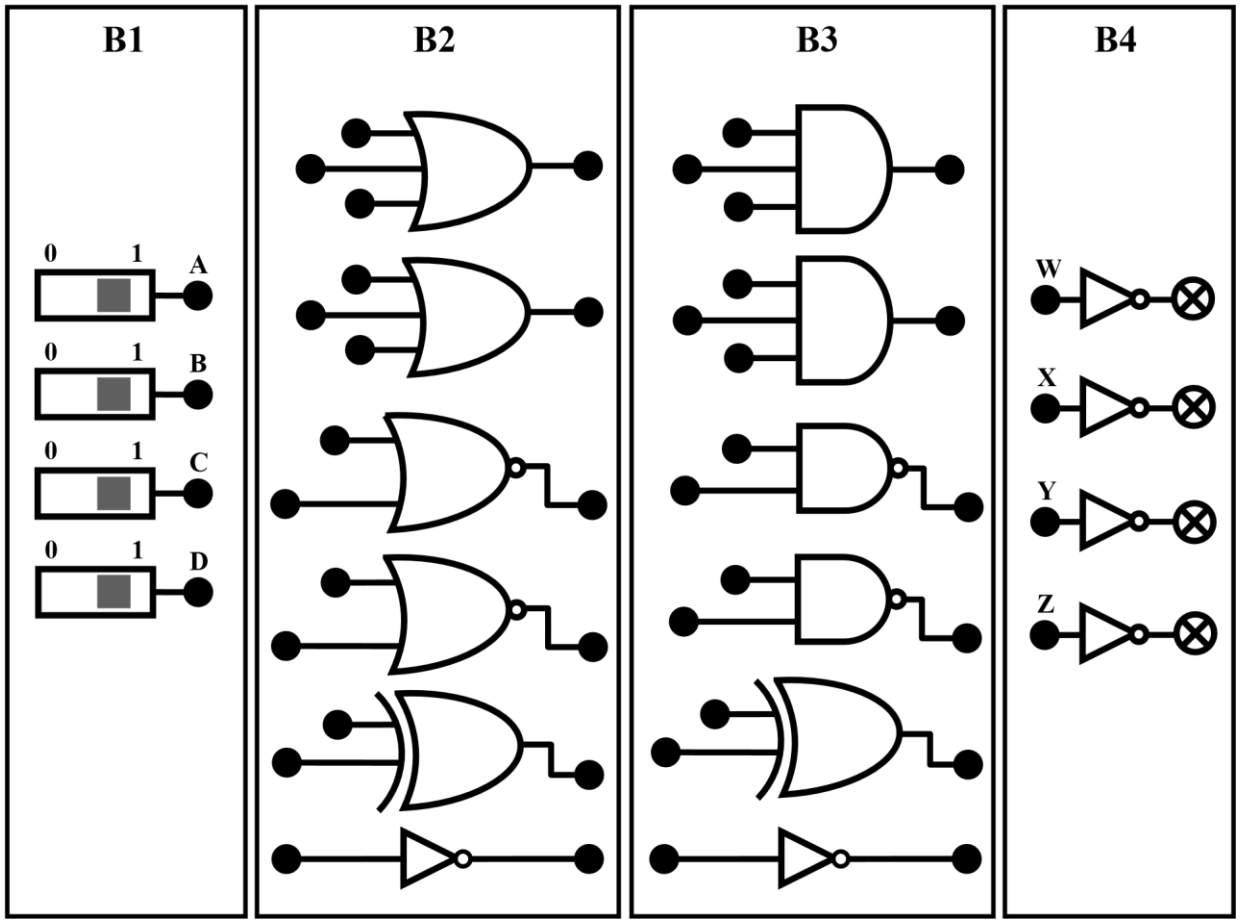
El EB-3000 incluye:

- Fuente de alimentación de 5-voltajes (+12V, +5V, –5V, –12V y –12V a +12V de voltaje variable).
- 2 voltímetros.
- Amperímetro.
- Contador de frecuencia hasta 1MHz.
- Sonda lógica (Alta, Baja, Abierto, Pulso, Memoria).
- Analizador lógico con 8 entradas digitales y entrada de disparo.
- Osciloscopio de dos canales.
- Generador de funciones (señales de onda sinusoidal, triangular y cuadrada) hasta 1MHz.
- Pantalla gráfica a color de 3.2" con panel táctil para la visualización de la señal y la medición.
- Cable USB para la comunicación con la PC.
- Teclado terminal de 20 teclas.
- 10 relés para conmutar las tarjetas de enchufar o para insertar fallas.

- Conector industrial de 48 contactos de muy baja resistencia para conectar las tarjetas de enchufar.
- Una cubierta resistente transparente cubre la parte superior de las tarjetas con el fin de proteger los componentes de la placa que deben protegerse.

La EB-3151 se conecta a la EB-3000 a través de un conector industrial de 48 pines.
Cuenta con un microcontrolador integrado que identifica (mediante el sistema EB-3000), la tarjeta de experimentación cuando se está enchufando al sistema, e inicia un autodiagnóstico de forma automática.

La siguiente figura describe la tarjeta de experimentación EB-3151.



EB-3151 Diseño de la tarjeta

EXPERIMENTO 1 – PUERTAS LÓGICAS

Objetivos:

En la lección actual usted aprenderá acerca:

- La tabla de verdad de las puertas AND, OR, NOT, NAND, NOR y XOR.
- El comportamiento de las puertas expandidas.
- Cómo utilizar las puertas como puertas de bloqueo.

Equipo requerido:

- EB-3000
- EB-3151
- Cables de conexión

Discusión:

En este experimento utilizaremos las puertas (compuertas) comunes AND, OR, NOT, NAND, NOR y XOR. La descripción de cada componente se da en las últimas páginas de este libro.

Identificaremos la tabla de verdad de cada puerta. Utilizaremos dos puertas con dos entradas para crear una puerta con tres entradas. También examinaremos cómo bloquear señales digitales con puertas.

Preguntas de preparación:

1. ¿Qué puerta tiene la siguiente tabla de verdad?

A B	**Y**
0 0	1
0 1	1
1 0	1
1 1	0

(a) OR
(b) AND
(c) NAND
(d) NOR

2. ¿Qué puerta tiene la siguiente tabla de verdad?

A B	**Y**
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

(a) OR

(b) AND
(c) NAND
(d) NOR

3. ¿Qué puerta tiene la siguiente tabla de verdad?

A B	**Y**
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

(a) OR
(b) AND
(c) NAND
(d) NOR

4. ¿Qué puerta tiene la siguiente tabla de verdad?

A B	**Y**
0 0	1
0 1	0
1 0	0
1 1	0

(a) OR
(b) AND
(c) NAND
(d) NOR

PROCEDIMIENTO:

Paso 1: Conecte el EB-3000 a la fuente de alimentación.

Paso 2: Conecte la fuente de alimentación a la red.

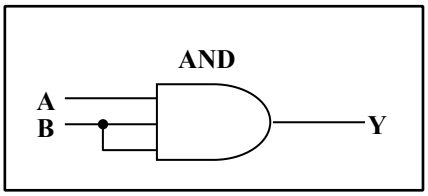
Paso 3: Encienda el entrenador. La pantalla DVM debe aparecer en la pantalla.

Paso 4: Enchufe la EB-3151 en el EB-3000.

Paso 5: Observe la pantalla y compruebe que aparece el nombre de la placa de experimentos y no se detecta ninguna falla.

Tablas de identificación de los estados de las puertas:

Paso 6: Conecte ambas entradas de la puerta AND a los dos interruptores A y B, y conecte la salida de la puerta al LED Y.



Paso 7: Escriba en su cuaderno la tabla de verdad del circuito.

Paso 8: Cambie el estado de los interruptores de acuerdo a la tabla de verdad, y registre el resultado de cada estado en la tabla.

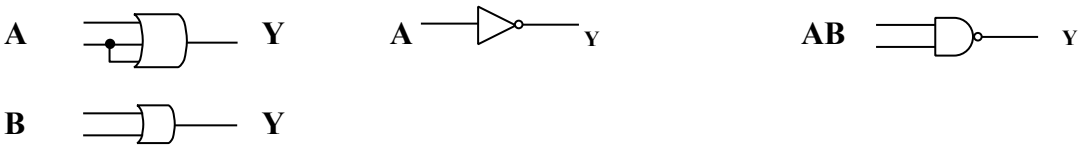
AND

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Paso 9: Registre su conclusión. ¿Concuerda la tabla de verdad que usted obtuvo, con la teoría presentada en el material de antecedentes teóricos?

10: Repita los pasos 6 al 9 para las siguientes puertas y complete la tabla de verdad para cada puerta.

OR **NOT** **NAND**

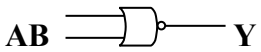


A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

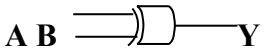
A	Y
0	
1	

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

NOR



XOR



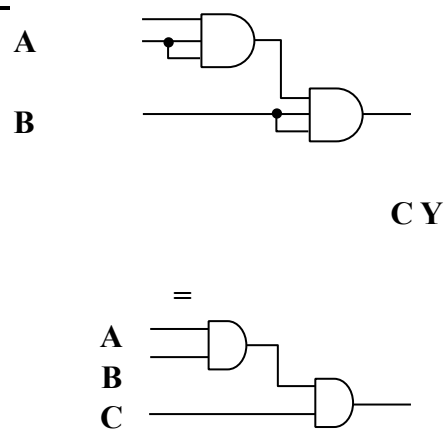
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Expansión de puertas:

Paso 11: Conecte las entradas A, B, y C del siguiente circuito a los tres interruptores.

A	B	C	Y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
0	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



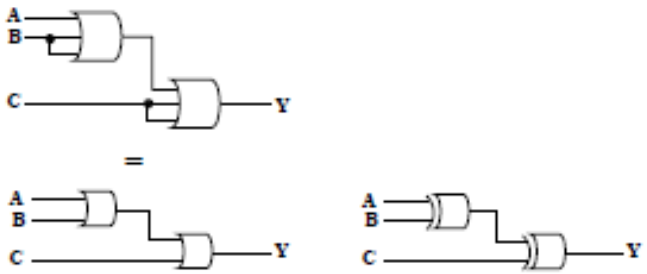
Paso 12: Conecte el LED Y a la salida del circuito (Y).

Paso 13: Complete la tabla de verdad para el circuito, en su cuaderno.

Paso 14: Cambie el estado de los interruptores de acuerdo a la tabla de verdad. Registre el resultado de cada estado en la tabla.

Paso 15: Como una conclusión, escriba si la tabla de verdad que obtuvo concuerda con la teoría presentada en el material de antecedentes teóricos.

Paso 16: Repita los pasos 11 al 15 para las siguientes combinaciones de puertas y complete sus tablas de verdad.

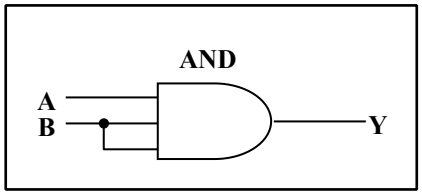


A	B	C	Y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

A	B	C	Y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

BLOQUEO DE PUERTAS:

Paso 17: Conecte las entradas A y B de una puerta AND a dos interruptores.



Paso 18: Conecte la salida de la puerta a la entrada del LED.

Paso 19: Asuma que la entrada B sirve como una entrada de control. Escriba dos tablas de verdad en su cuaderno – uno para B=0 y uno para B=1.

B=1

A	Y
0	
1	

B=0

A	Y
0	
1	

Paso 20: Cambie el estado de los interruptores de acuerdo a las tablas de verdad, y registre los resultados en las tablas.

Paso 21: Escriba sus conclusiones con respecto a la función de la puerta en cada uno de los estados en las condiciones de entrada de control.

Paso 22: Repita los pasos 17 al 21 para las siguientes puertas y complete sus tablas de verdad.

OR
B=1

A	Y
0	
1	

B=0

A	Y

NAND
B=1

A	Y
0	
1	

B=0

A	Y

NOR
B=1

A	Y
0	
1	

B=0

A	Y

XOR
B=1

A	Y
0	
1	

B=0

A	Y



Tenga en cuenta el comportamiento especial de la puerta XOR en este caso.

PREGUNTAS DE RESUMEN:

1. ¿Qué puerta tiene la siguiente tabla de verdad?

A B	**Y**
0 0	1
0 1	1
1 0	1
1 1	0

(a) NAND
(b) NOR
(c) OR
(d) AND

2. ¿Qué puerta tiene la siguiente tabla de verdad?

A B	**Y**
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

(a) NAND
(b) NOR
(c) OR
(d) AND

3. ¿Qué puerta tiene la siguiente tabla de verdad?

A B	**Y**
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

(a) NAND
(b) NOR

(c) OR
(d) AND

4. ¿Qué puerta tiene la siguiente tabla de verdad?

A B	Y
0 0	1
0 1	0
1 0	0
1 1	0

(a) NAND
(b) NOR
(c) OR
(d) AND

EXPERIMENTO 2 – LEYES BOOLEANAS

Objetivos:

Después de completar este experimento, explicar:

- Las leyes del algebra Booleana.
- Cómo probar y demostrar una ley de álgebra de Boolean por experimento.

Equipo requerido:

- EB-3000
- EB-3151
- Cables de conexión

Discusión:

En el capítulo anterior hemos presentado los dispositivos lógicos. Aprendimos que cada dispositivo lógico tiene entradas y salidas. Las salidas son una función de las entradas de acuerdo con la tabla de verdad de sus estados. Hemos visto que la construcción de una puerta lógica se podría alcanzar a través de diferentes enfoques, tales como dispositivos electrónicos, electromecánicos, o aún neumáticos. El tipo de construcción de la compuerta lógica no es importante para entender los principios de la lógica. Lo que es importante es la función lógica en sí como se define en la tabla de estados. Hemos discutido ya las operaciones lógicas AND, OR, NOT, XOR, NAND, y NOR. En este capítulo, ampliamos la información y expandimos nuestro conocimiento de las operaciones lógicas.

PREGUNTAS DE PREPARACIÓN:

1. ¿Es la ecuación siguiente siempre verdadera?

   $A + (B + C) = (A + B) + C$

   (a) Si
   (b) No

2. ¿Es la ecuación siguiente siempre verdadera?

   $A \cdot (B \cdot C) = A \cdot B \cdot C$

   (a) Si
   (b) No

3. ¿Es la ecuación siguiente siempre verdadera?

   $A \cdot (B + C) = (A + B) \cdot C$

   (a) Si
   (b) No

4. ¿Es la ecuación siguiente siempre verdadera?

   $A \oplus B \cdot C = A \cdot B \oplus C$

   (a) Si
   (b) No

PROCEDIMIENTO:

Paso 1: Conecte el EB-3000 a la fuente de alimentación.

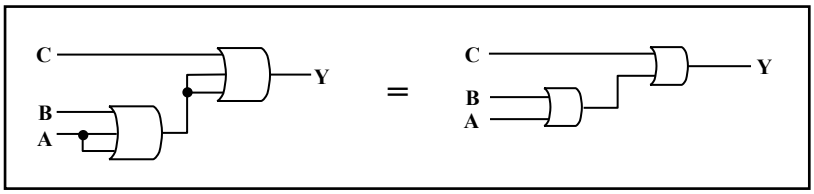
Paso 2: Conecte la fuente de alimentación a la Red.

Paso 3: Encienda el entrenador. La pantalla DVM debe aparecer en la pantalla.

Paso 4: Enchufe la EB-3151 en el EB-3000.

Paso 5: Observe la pantalla y compruebe que aparece el nombre de la placa de experimentos y no se detecta ninguna falla.

Paso 6: Conecte los interruptores A, B y C al siguiente circuito y un LED a la salida (Y).



Este circuito representa la ecuación:

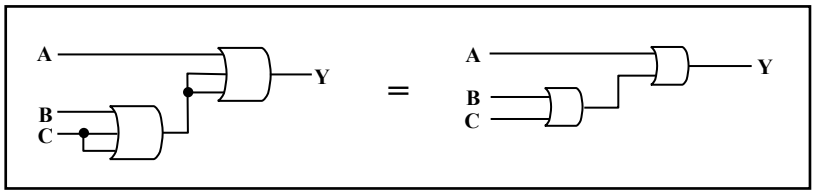
Y = (A + B) + C

Paso 7: Copie la siguiente tabla en su cuaderno.

A	B	C	Y
0	0	0	
1	0	0	
0	1	0	
1	1	0	
0	0	1	
1	0	1	
0	1	1	
1	1	1	

Paso 8: Cambie la disposición de los interruptores de acuerdo con la tabla de verdad y anote el resultado de Y para cada combinación de interruptores.

Paso 9: Cambie la conexión de los interruptores para formar el circuito representado por la siguiente figura.



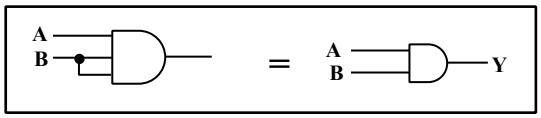
Este circuito representa la ecuación:

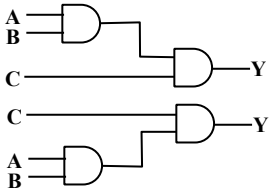
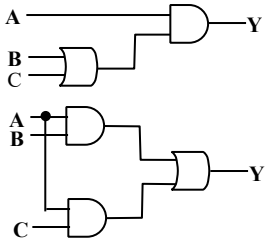
Y = A + (B + C)

Paso 10: Repita las operaciones especificadas en los pasos 7 y 8.

Paso 11: Compruebe si las dos tablas de verdad que ha obtenido son idénticas. Si es positivo, ha demostrado la exactitud de la ley asociativa. Escriba debajo de cada tabla de verdad la ecuación que la representa.

Paso 12: Repita los pasos 6 al 11 y pruebe las siguientes leyes e identidades.

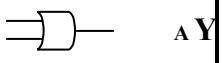
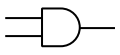


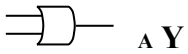
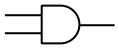
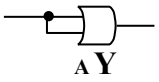
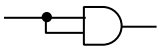
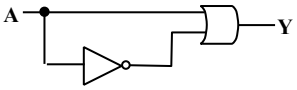
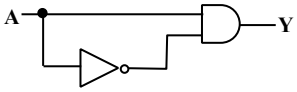
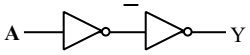
Una Ley Asociativa Adicional	**(A.B).C = A.(B.C)** 
La Ley Distributiva	**A.(B+C) = A.B+A.C** 

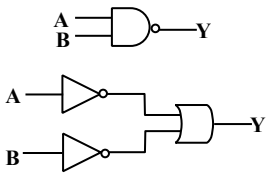
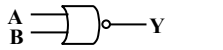
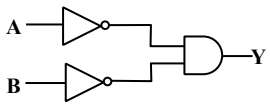
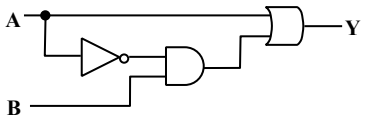
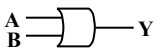
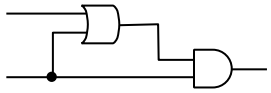
Comentarios:

1) Para realizar una operación lógica que involucre '0 ', la entrada de la puerta se conecta a un interruptor que se mantiene continuamente en el estado '0'.

2) Para realizar una operación lógica que involucre '1', la entrada de la puerta se conecta a un interruptor que se mantiene continuamente en el estado '1'.

Las Leyes del Cero	**A+0 = A**  **'0'** **A.0 = 0** **A Y**  **'0'**

Las Leyes de la Unidad	**A+1 = 1**  **A Y** **'1'** **A.1 = A** **A Y**  **'1'**
Las Leyes Múltiples	**A+A = A**  **A Y** **A.A = A** **A****Y**
Las Leyes de la Inversión	**A+A=1**  **A.$\overline{A}$ = 0**  **$\overline{\overline{A}}$ = A** 

Las Leyes de De Morgan	$A.B = \overline{A} + \overline{B}$  $\overline{A + B} = \overline{A}.\overline{B}$  
Identidades	$A + A.B = A + B$   $A.(A+B) = A$ B  A Y

PREGUNTAS DE RESUMEN:

1. ¿Es la ecuación siguiente siempre verdadera?

$\overline{A + B} = \overline{A} \square \overline{B}$

(a) Si
(b) No

2. ¿Es la ecuación siguiente siempre verdadera?

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

(a) Si
(b) No

3. ¿Es la ecuación siguiente siempre verdadera?

$$A \cdot (B + C) = (A + B) \cdot C$$

(a) Si
(b) No

4. ¿Es la ecuación siguiente siempre verdadera?

$$A \cdot B \cdot C = A \cdot B \cdot C$$

(a) Si
(b) No

EXPERIMENTO 3 – CONSTRUCCIÓN DE FUNCIONES BOOLEANAS

Objetivos:

Después de completar este experimento, explicar:

- Cómo construir una función Booleana reducida.
- Cómo comparar la tabla de verdad de una función Booleana reducida con la tabla de verdad de la función original.
- Cómo solucionar fallas dentro de un circuito lógico.

Equipo requerido:

- EB-3000
- EB-3151
- Cables de conexion

Discusión:

3.1 Funciones Booleanas

Un sistema digital es un sistema que incluye entradas y salidas. Estas entradas y salidas pueden adquirir solamente valores digitales, cero o uno ('0' o '1'). La salida es una función de las entradas, es decir, es dependiente de las entradas. Un cambio en las entradas causa un cambio en las salidas.

La función de un dispositivo lógico se representa por su tabla de verdad. Los sistemas digitales se pueden describir también por las tablas de verdad en una manera similar. Una tabla de verdad no es necesariamente la mejor o más conveniente manera de describir el dispositivo. Usar la función Booleana es el método más común para proporcionar esta descripción.

Las entradas y las salidas se llaman las "Variables Booleanas". En una función Booleana, una variable Booleana aparece en la rama izquierda, representando una salida, y en la rama derecha, aparecerán las expresiones Booleanas.

Ejemplos:

a) $\overline{Z} = A.B.(C + B)$

b) $Y = X1.X2.X3 + X1.X2.X3 + X1.X2.X3$

c) $\overline{W} = A.B.C + A.B.C + A.B.C$

La expresión que se da en el ejemplo (b) se conoce como "la forma normal de la función". En esta representación, la expresión Booleana se compone de términos en los cuales aparecen todas las variables de entradas (en su forma normal o por su inversa). La operación AND se introduce entre ellas. La operación OR aparece entre los términos.

Una tabla de los estados de salida para cada uno de los estados posibles de las entradas se puede utilizar para ver la dependencia de las salidas sobre las entradas. El valor de la salida se tiene que calcular y substituir en la tabla de verdad.

Ejemplo a:

Z = A.B.$\overline{(C + B)}$

Z	**C+B**	**A. B C**	**$\overline{B}$ A**
0	0	0	0 0 0
0	1	0	1 0 0
0	1	0	0 1 0
0	1	0	1 1 0
	0	0	1 0 0 1
	1	1	1 1 0 1
0	1	0	0 1 1
0	1	0	1 1 1

Podemos ver que:

Z = A.B.$\overline{C}$

Es más fácil completar la tabla de verdad cuando se utiliza la forma normal de la ecuación. La salida (Y) será '1' si, y sólo si, uno de los términos de la expresión Booleana es '1'. Puesto que cada término contiene diversas combinaciones y la operación AND entre ellas, es evidente que un caso donde dos términos estén en '1' para la misma combinación de entradas no puede suceder.

Referirse al ejemplo b:

Y = $\overline{X1}$.X2.X3 + X1.X2.$\overline{X3}$ + $\overline{X1}$.X2.X3$\overline{\ }$

El primer término: **X1.$\overline{X}$2.X3** , será '1' sólo para la combinación siguiente:

X1 = 0
X2 = 1
X3 = 1

El segundo término: **X1.X2.$\overline{X}$3** será '1' sólo para la combinación siguiente:

X1 = 1
X2 = 0
X3 = 0

El tercer término: **X1.X2.$\overline{X}$3** , será '1' sólo para la combinación siguiente:

X1 = 1
X2 = 0
X3 = 1

Para cualquier otra combinación, todos los términos obtendrán el valor '0'; por lo tanto, Y será '0'. La tabla de los estados posibles de Y según se deriva de los valores de entrada estará de acuerdo a lo dado por la tabla siguiente:

Y	X3	X2	X1
0	0	0	0
			0
0	1	0	
			0
0	0	1	
			0
1	1	1	
			0
1	0	0	
			1
1	1	0	
			1
0	0	1	
			1
0	1	1	
			1

Vemos que es fácil derivar la tabla de verdad de la forma normal de la ecuación. Debe también ser fácil generar una forma normal de la función Booleana de una tabla de verdad.

Ejemplo c:

W	C	B	A
1	0	0	0
0	1	0	0
1	0	1	0
1	1	1	0
0	0	0	1
0	1	0	1
0	0	1	1
0	1	1	1

La función Booleana de esta tabla de verdad se da por la expresión siguiente:

$$\mathbf{W = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C} + A.\overline{B}.C + \overline{A}.B.\overline{C}}$$

Muy a menudo es posible simplificar la función Booleana derivando una expresión Booleana que consista de un número más pequeño de operaciones lógicas. Más adelante, estudiaremos la importancia de esta simplificación. Para simplificar una función Booleana, utilice las reglas del álgebra Booleana que hemos aprendido.

Hemos recibido una nueva expresión Booleana que es mucho más simple que la anterior. Es importante entender que las dos expresiones Booleanas (la original y simplificada) poseerán la misma tabla de verdad; y, por lo tanto, son la misma función Booleana.

Referirse al ejemplo c:

$$W = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C} + \overline{A}.B.\overline{C} + A.\overline{B}.C$$

Por la ley distributiva: $W = \overline{A}.(\overline{B}.\overline{C} + B.\overline{C} + B.C)$

$$W = \overline{A}.(\overline{B}.\overline{C} + B.(\overline{C} + C))$$

Por la ley de la unidad: $W = \overline{A}.(\overline{B}.\overline{C} + B.1)$

$$W = \overline{A}.(\overline{B}.\overline{C} + B)$$

Por la ley de la reducción (No. 3): $W = \overline{A}.(\overline{C} + B)$

En este experimento, implementaremos las funciones siguientes usando puertas:

$$Y1 = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C} + A.\overline{B}.C$$

$$Y2 = \overline{A}.\overline{C}$$

Estas dos funciones son idénticas.

La construcción de Y1 se describe en la figura siguiente:

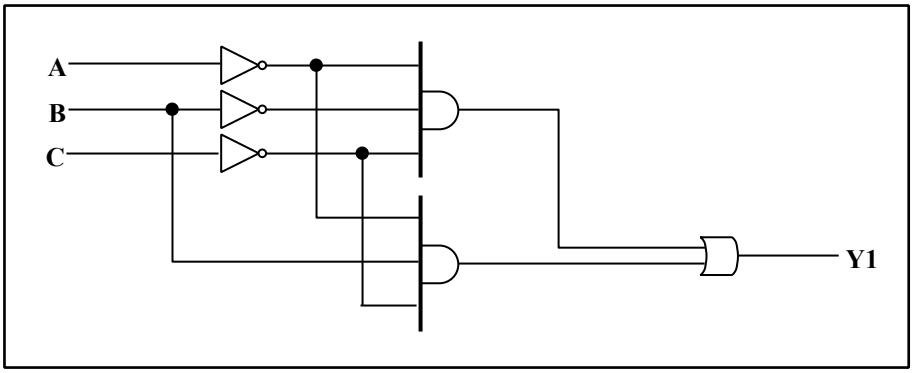


Figura 3-1 Construcción de la puerta Y1 = $\overline{A}.\overline{B}.\overline{C} + A.\overline{B}.C$

La construcción de Y2 se describe en la figura siguiente:

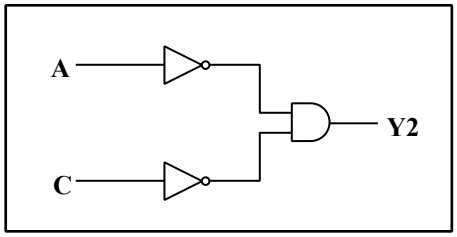
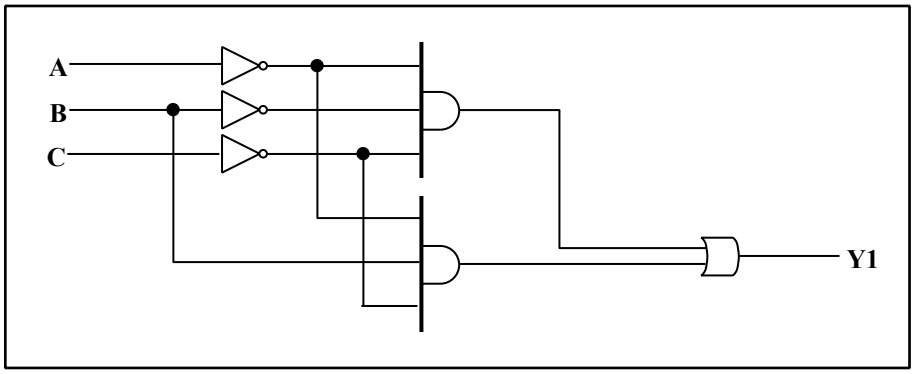


Figura 3-2 Y2 = $\overline{A}.\overline{C}$

Completar la tabla de verdad de cada aplicación demuestra que las ecuaciones son idénticas. Si las tablas de verdad son idénticas, entonces las ecuaciones son idénticas.

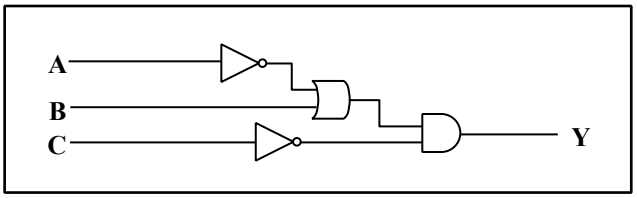
PREGUNTAS DE PREPARACIÓN:

1. ¿Cuál de las ecuaciones es la ecuación del siguiente circuito?



(a) $Y1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
(b) $Y1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
(c) $Y1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot C$
(d) $Y1 = A \cdot B \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot C$

2. ¿Cuál de las ecuaciones es la ecuación del siguiente circuito?



(a) $Y = \overline{A} \cdot B + \overline{C}$
(b) $Y = \overline{A + B \cdot \overline{C}}$
(c) $Y = (A + B) \cdot C$
(d) $\overline{Y = (A + B) \cdot C}$

PROCEDIMIENTO:

Paso 1: Conecte el EB-3000 a la fuente de alimentación.

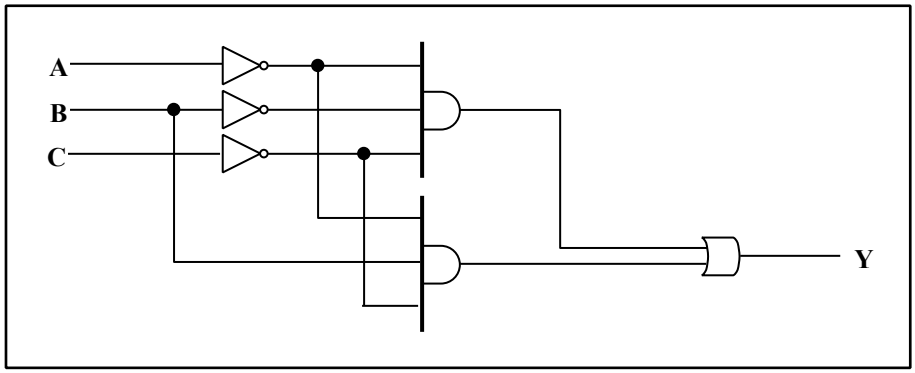
Paso 2: Conecte la fuente de alimentación a la Red.

Paso 3: Encienda el entrenador. La pantalla DVM debe aparecer en la pantalla.

Paso 4: Enchufe la EB-3151 en el EB-3000.

Paso 5: Observe la pantalla y compruebe que aparece el nombre de la placa de experimentos y no se detecta ninguna falla.

Paso 6: Utilice puertas para construir la ecuación Y como se describe en la siguiente figura.

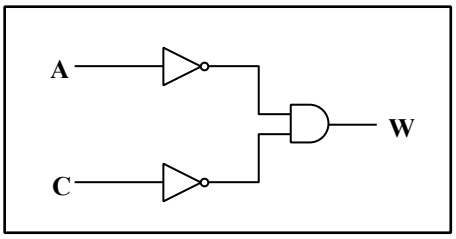


Paso 7: Conecte los interruptores A, B, y C a las entradas del circuito y la salida Y al LED Y.

Paso 8: Cambie la disposición de los interruptores y complete la tabla de estados.

C B A	Y
0 0 0	
0 0 1	
0 1 0	
0 1 1	
0 0 0	
1 0 1	
1 1 0	
1 1 1	

Paso 9: Utilice puertas para construir la ecuación W, tal como se describe en la siguiente figura.



Paso 10: Conecte los interruptores A, B, y C a las entradas del circuito, y su salida al LED W.

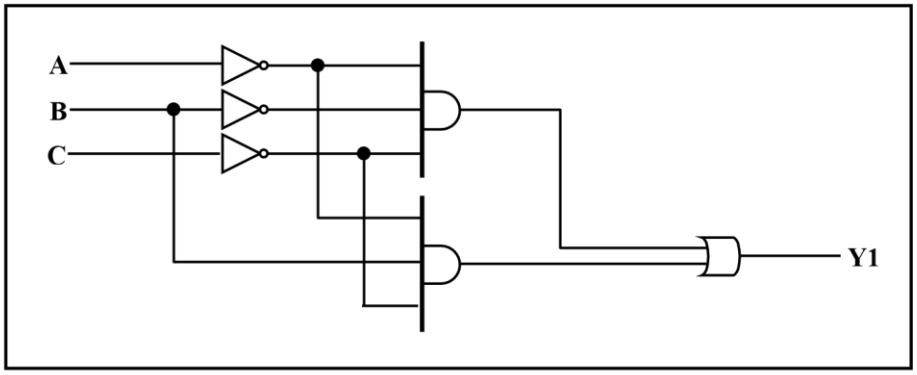
Paso 11: Cambie la disposición de los interruptores de acuerdo con la tabla siguiente, y complete la tabla de estados de acuerdo con el estado de los LED en la salida del circuito.

C B A	W
0 0 0	
0 0 1	
0 1 0	
0 1 1	
0 0 0	
1 0 1	
1 1 0	
1 1 1	

Paso 12: Compruebe y verifique si las dos tablas que se han obtenido son idénticas. Si la respuesta es positiva, las ecuaciones son idénticas.

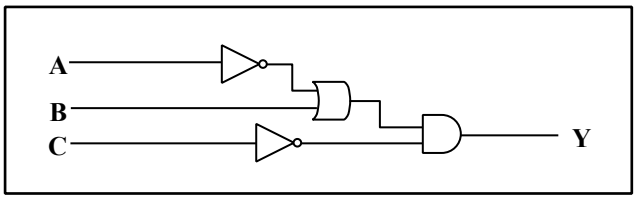
Preguntas de resumen:

1. ¿Cuál de las ecuaciones es la ecuación del siguiente circuito?



(a) $\mathbf{Y1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}}$
(b) $\mathbf{Y1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}}$
(c) $\mathbf{Y1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}}$
(d) $\mathbf{Y1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot C}$

2. ¿Cuál de las ecuaciones es la ecuación del siguiente circuito?



(a) $\mathbf{Y = \overline{A} + B \cdot \overline{C}}$
(b) $\mathbf{Y = \overline{A} \cdot B + C}$
(c) $\mathbf{Y = (\overline{A} + B) \cdot C}$
(d) $\mathbf{Y = (\overline{A} + B) \cdot \overline{C}}$

EXPERIMENTO 4 – CONSTRUCCIÓN DE FUNCIONES CON PUERTAS NAND O NOR

Objetivos:

Después de completar este experimento, explicar:

- Cómo construir una función utilizando sólo puertas NAND. ▪
- Cómo construir una función utilizando sólo puertas NOR.

Equipo requerido:

- EB-3000
- EB-3151
- Cables de conexion

Discusión:

Estamos tratando también de simplificar ecuaciones económicamente. Por ejemplo, la siguiente ecuación:

$$Y = A.\overline{(B + C)}$$

Podemos ver que a pesar de que la ecuación es simple, necesitamos tres tipos diferentes de componentes - inversores, OR y AND. En el capítulo 1 se estableció que las compuertas electrónicas se suministran en paquetes de CI. Normalmente, hay sólo un tipo de puerta en cada uno de dichos paquetes. Por lo tanto, para construir incluso una simple función, necesitaremos tres paquetes.

Por otro lado, queremos lograr la construcción utilizando el número mínimo de componentes y, en particular, el número mínimo de paquetes.

Una puerta NAND también puede funcionar como un inversor, empleando el siguiente circuito:

$$\overline{A}.\overline{A} = \overline{A}$$

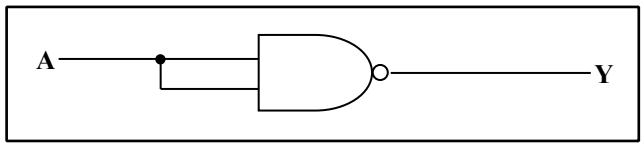


Figura 4-1

Hemos visto que la operación OR puede convertirse en una operación NAND empleando las reglas de De Morgan. El siguiente esquema hace esto:

$$A + B = \overline{\overline{A} + \overline{B}} = \overline{\overline{A}.\overline{B}}$$

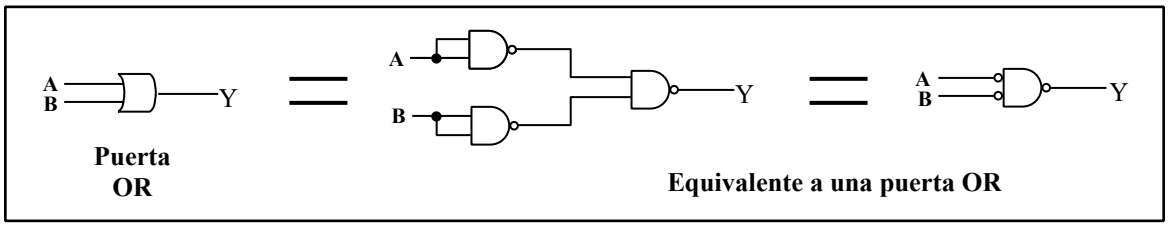


Figura 4-2 Construcción OR con Puertas NAND

La construcción de la ecuación **Y2 = A.(B + C)** mediante el uso exclusivo de puertas NAND se logrará mediante el desarrollo siguiente:

$$Y = A.\overline{(B + C)}$$

Usando la ley de De Morgan, se convierte en:

$$B + C = \overline{(B.\overline{C})}$$

De esta manera, se obtiene la función:

$$Y = A.\overline{(B.\overline{C})}$$

Construimos esta función mediante la siguiente configuración:

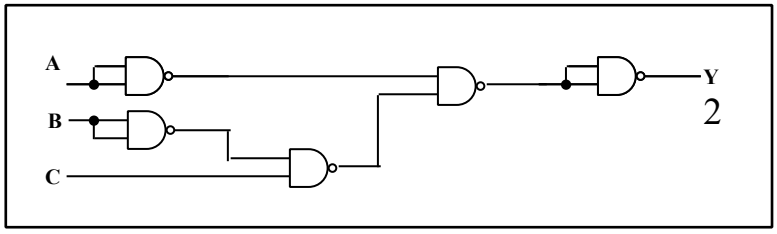


Figura 4-3 Construcción de $Y = A.\overline{(B.\overline{C})}$

Otra construcción es posible utilizando un tipo diferente de puerta, una puerta NOR. La puerta NOR puede funcionar como puerta inversora de la siguiente manera:

$$\overline{A} + A = \overline{A}$$

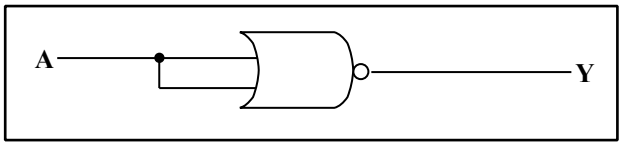


Figura 4-4

La operación AND también puede construirse con puertas NOR de la siguiente manera:

$$A.B = \overline{\overline{A.B}} = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$$

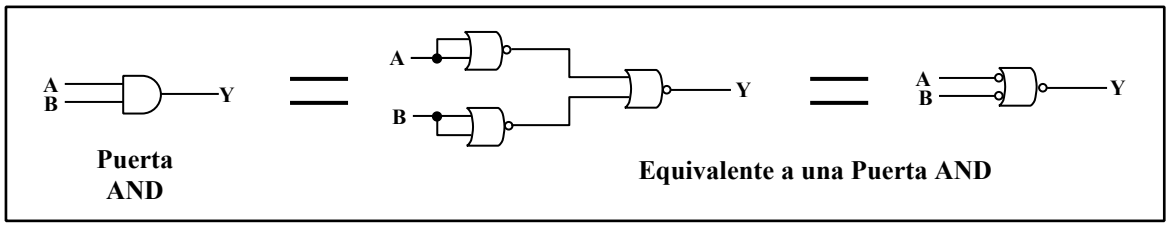


Figura 4-5 Construcción AND con Puertas NOR

La construcción de la función anterior $Y2 = A.(B + C)\overline{\ }$, mediante puertas NOR, se realizará de la siguiente manera:

$$Y = A.\overline{(B + C)}$$

Convirtiendo la operación AND de la siguiente manera:

$$Y = A.\overline{(B + C)} = \overline{\overline{A + B + C}}$$

Llegamos a la siguiente construcción:

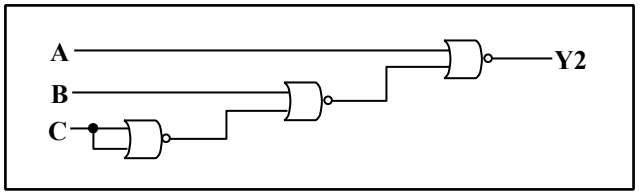


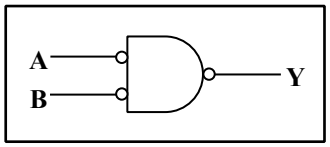
Figura 4-6 Construcción de $Y = \overline{\overline{A + B + C}}$

Llegamos a una construcción aún más simple que aquella que se obtiene con las puertas NAND. Esto no es correcto en todo momento. La opción de proporcionar la construcción más simple depende de las funciones involucradas.

Sin embargo, entender las leyes del álgebra Booleana y el uso de puertas NAND y NOR, nos permite construir funciones booleanas con un número mínimo de puertas.

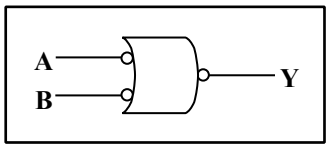
PREGUNTAS DE PREPARACIÓN:

1. ¿Cuál es la ecuación de puerta del siguiente circuito?



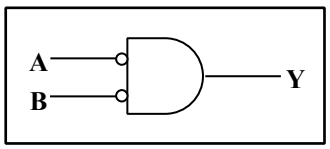
(a) AND
(b) OR
(c) NAND
(d) NOR

2. ¿Cuál es la ecuación de puerta del siguiente circuito?



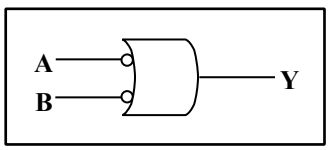
(a) AND
(b) OR
(c) NAND
(d) NOR

3. ¿Cuál es la ecuación de puerta del siguiente circuito?



(a) AND
(b) OR
(c) NAND
(d) NOR

4. ¿Cuál es la ecuación de puerta del siguiente circuito?



(a) AND
(b) OR

(c) NAND
(d) NOR

PROCEDIMIENTO:

Paso 1: Conecte el EB-3000 a la fuente de alimentación.

Paso 2: Conecte la fuente de alimentación a la Red.

Paso 3: Encienda el entrenador. La pantalla DVM debe aparecer en la pantalla.

Paso 4: Enchufe la EB-3151 en el EB-3000.

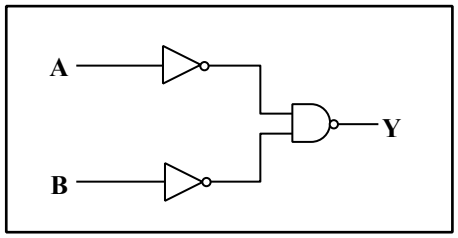
Paso 5: Observe la pantalla y compruebe que aparece el nombre de la placa de experimentos y no se detecta ninguna falla.

Paso 6: Implemente una puerta OR con una puerta NAND de 2 entradas y puertas inversoras.

Paso 7: Conecte los interruptores A y B a las entradas del circuito que ha construido y la salida Y al LED Y.

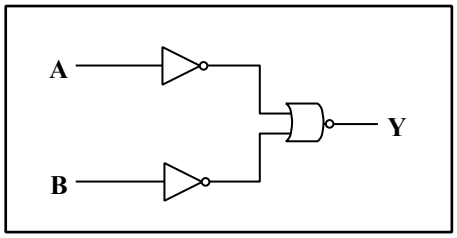
Paso 8: Cambie la disposición de los interruptores y complete la tabla de estados.

B	A	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



Paso 9: Compruebe si la tabla de estados que ha obtenido es idéntica a la tabla de la puerta OR.

Paso 10: Implemente una puerta AND con una puerta NOR de 2 entradas y puertas inversoras.



Paso 11: Conecte los interruptores A y B a las entradas del circuito que ha construido y la salida Y al LED Y.

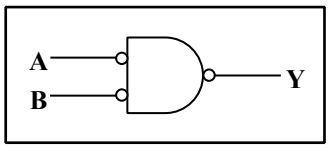
Paso 12: Cambie la disposición de los interruptores y complete la tabla de estados.

B	A	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Paso 13: Compruebe si la tabla de estados que ha obtenido es idéntica a la tabla de la puerta AND.

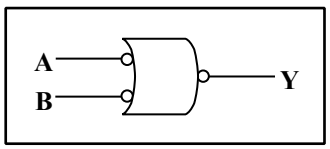
Preguntas de resumen:

1. ¿Cuál es la ecuación de la puerta del siguiente circuito?



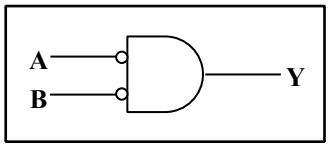
(a) OR
(b) AND
(c) NOR
(d) NAND

2. ¿Cuál es la ecuación de la puerta del siguiente circuito?



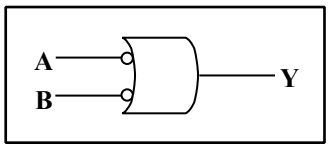
(a) NOR
(b) NAND
(c) OR
(d) AND

3. ¿Cuál es la ecuación de la puerta del siguiente circuito?



(a) NAND
(b) NOR
(c) AND
(d) OR

4. ¿Cuál es la ecuación de la puerta del siguiente circuito?



(a) OR
(b) NAND
(c) AND
(d) NOR

EXPERIMENTO 5 – MAPA DE KARNAUGH

Objetivos:

Después de completar este experimento, explicar:

- Cómo construir y comprobar una ecuación simplificada utilizando la técnica del Mapa de Karnaugh.

Equipo requerido:

- EB-3000
- EB-3151
- Cables de conexion

Discusión:

5.1 Valores numéricos de las funciones Booleanas □ y □

Como vimos en el capítulo anterior, la función Booleana se puede describir por su tabla de estados y viceversa. Una tabla de estados se puede convertir a una función Booleana normal.

Por ejemplo, un sistema digital con 3 entradas y la tabla de verdad siguiente:

	A B C	Y
(0)	0 0 0	0
(1)	0 0 1	1
(2)	0 1 0	0
(3)	0 1 1	1
(4)	1 0 0	1
(5)	1 0 1	0
(6)	1 1 0	0
(7)	1 1 1	1

Del párrafo anterior, es claro por qué los ocho estados se escribieron en ese orden. Ésta es la forma binaria de los números 0 a 7, que son todas las combinaciones posibles de 3 variables binarias.

La forma normal de la función Booleana Y dependiendo de las entradas A, B, y C será:

Y = $\overline{A}$.$\overline{B}$.$\overline{C}$ + A.$\overline{B}$.C + A.B.C + $\overline{A}$.$\overline{B}$.C

Es como una suma Booleana de productos Booleanos, que también se llama "Suma Canónica de Productos".

Para simplificar la expresión Booleana, se acostumbra indicarla con el signo □ (la letra griega sigma, que representa la suma) de la manera siguiente:

Y = □(1,3,4,7)

El valor decimal de las combinaciones en las que la salida obtiene el valor '1' se escribe dentro de los paréntesis. Es obvio que en todas las otras combinaciones, la salida Y obtiene el valor '0'.

Aquí se tiene otro ejemplo:

	A B C	Y
(0)	0 0 0	1
(1)	0 0 1	1
(2)	0 1 0	0
(3)	0 1 1	1
(4)	1 0 0	0
(5)	1 0 1	1
(6)	1 1 0	1
(7)	1 1 1	1

La función Booleana de esta tabla será:

Y = $\overline{A}$.B.$\overline{C}$ + A.$\overline{B}$.$\overline{C}$ + A.B.$\overline{C}$ + A.B.C + $\overline{A}$.B.C + A.B.$\overline{C}$
El valor numérico de esta función será:

Y = □(0,1,3,5,6,7)

En esta función, es mejor representar los ceros y no los unos y obtener menos términos.

En este caso, tenemos la representación de la función como productos de la suma como sigue:

Y = (A + B + $\overline{C}$).(A + $\overline{B}$ + C)

Y es igual a '0' si la combinación dentro de los paréntesis es '0'. En los paréntesis izquierdos obtenemos '0' solamente cuando A, B, y C hacen la combinación 010 (2). En los paréntesis derechos obtenemos '0' solamente cuando A, B, y C hacen la combinación 100 (4). En cualquier otra combinación de A, B, y C, ambos paréntesis obtienen '1', por lo tanto Y es igual a '1'.

La representación de ceros en la función Booleana se hace con el producto de las sumas de las variables en la combinación donde la función obtiene el valor '0'.

Para indicarlo en números, usamos el signo Griego , que representa el producto.

Y = □(2,4)

Esta representación se llama "Suma de Productos Canónicos".

5.2 Mapas de Karnaugh

En el capítulo precedente hemos demostrado, cómo se puede simplificar una función booleana mediante la aplicación de las leyes del álgebra de Boole. Esto no es un método sencillo. Por el contrario, para cada función se tiene que improvisar otro método para lograr la solución. La persona que resuelve el problema no llega necesariamente a la representación mínima. Mucho depende de su experiencia y conocimientos.

Sin embargo, existe una manera para simplificar la función booleana, con la ayuda de una tabla especial llamada "Mapa de Karnaugh".

Esta es una técnica uniforme. Con la ayuda de esta técnica, se obtiene la expresión mínima de la función Booleana. El sistema del mapa de Karnaugh se basa en el hecho de que dos términos de una expresión, que incluyen las mismas variables y difieren sólo en una variable, son siempre reducibles. La variable diferente cancela la salida.

Ejemplo:

$\overline{A}$.B.$\overline{C}$ + A.$\overline{B}$.C = A.B($\overline{C}$ + $\overline{C}$) = A.B

Dos de tales términos, que difieren solamente en una variable, se llaman "Términos Vecinos". En un mapa de Karnaugh, aparecen uno al lado del otro.

El mapa de Karnaugh es una forma especial de la tabla de verdad de la función. Es una tabla formada por una matriz de cuadrados. Cada cuadrado representa una combinación dada de las entradas.

Ejemplo a:

Una función Booleana de 2 variables tiene cuatro combinaciones posibles.

La función: $\mathbf{Y = A.B + \overline{A}.B,}$ se puede escribir de la forma siguiente:

Y = □(2,3)

Su tabla de verdad tendrá la estructura siguiente:

	A B	Y
(0)	0 0	0
(1)	0 1	0
(2)	1 0	1
(3)	1 1	1

Un mapa de Karnaugh de una función booleana 2 variables es una tabla de cuatro cuadrados (2 por 2), como se ilustra en la figura 5-1.

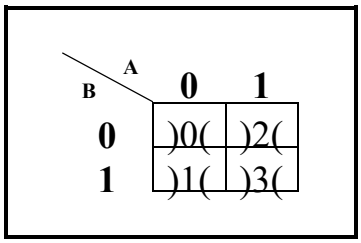


Figura 5-1 Mapa de Karnaugh (4 cuadrados = 2 variables)

Los números dentro de los paréntesis indican el valor decimal de las combinaciones de las variables, correspondientes al número, lo que indica la columna y la línea del cuadrado.

Escribir los valores de la función para cada una de las combinaciones llena un mapa de Karnaugh. El mapa de Karnaugh de la tabla de verdad de nuestro ejemplo anterior sería de la forma siguiente:

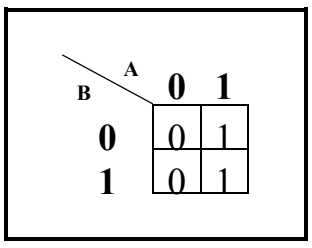


Figura 5-2 Mapa de Karnaugh de Y = □(2,3)

Ejemplo b:

Hay ocho diferentes combinaciones posibles en una función Booleana de 3 variables.

La función: $\mathbf{Y = A.B.\overline{C} + A.B.C + \overline{A}.B.C}$ puede escribirse en la forma siguiente:

Y = □(1,5,7)

Su tabla e verdad tendrá la estructura siguiente:

	A B C	Y
(0)	0 0 0	0
(1)	0 0 1	1
(2)	0 1 0	0
(3)	0 1 1	0
(4)	1 0 0	0
(5)	1 0 1	1
(6)	1 1 0	0
(7)	1 1 1	1

Un mapa de Karnaugh de una función Booleana de 3 variables es una tabla de ocho cuadrados (2 por 4), como se representa a continuación:

C \ AB	00	01	11	10
0	(0)	(2)	(6)	(4)
1	(1)	(3)	(7)	(5)

Figura 5-3 Un mapa de Karnaugh de ocho cuadrados

Hay una razón para la aparentemente "desordenada" grabación de los valores de las columnas. La razón es que cada dos cuadrados adyacentes representan las combinaciones vecinas que se diferencian por una variable solamente. También, las combinaciones presentadas en la última columna (las combinaciones (4) y (5)) son los vecinos de las combinaciones de la primera columna, respectivamente (es decir, las combinaciones (0) y (1)). En otras palabras, la tabla se puede considerar como la pared lateral de un cilindro. El mapa de Karnaugh terminado de acuerdo con el ejemplo b, debe ser como se presenta a continuación.

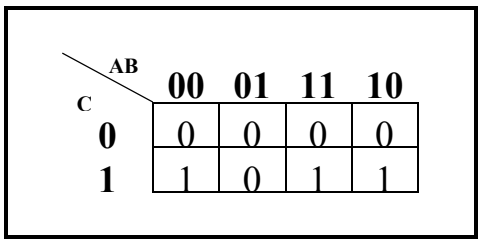


Figura 5-4 El mapa de Karnaugh del ejemplo b

Ejemplo c:

Una función Booleana de 4 variables provee 16 combinaciones posibles diferentes.

La función:

$$\mathbf{Y = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C}.\overline{D} + A.\overline{B}.\overline{C}.\overline{D} + A.B.C.D\overline{} + \overline{A}.\overline{B}.C.D + \overline{A}.\overline{B}.C.D + A.\overline{B}.C.\overline{D}}$$

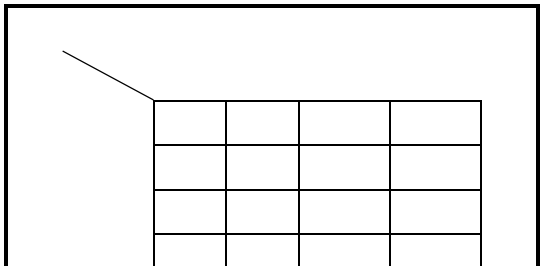
Se puede escribir en la forma siguiente:

Y = □(1,3,8,9,10,11)

Su tabla de verdad tendrá la estructura siguiente:

	A	B	C	D	Y
(0)	0	0	0	0	0
(1)	0	0	0	1	1
(2)	0	0	1	0	0
(3)	0	0	1	1	1
(4)	0	1	0	0	0
(5)	0	1	0	1	0
(6)	0	1	1	0	0
(7)	0	1	1	1	0
(8)	1	0	0	0	1
(9)	1	0	0	1	1
(10)	1	0	1	0	1
(11)	1	0	1	1	1
(12)	1	1	0	0	0
(13)	1	1	0	1	0
(14)	1	1	1	0	0
(15)	1	1	1	1	0

Un mapa de Karnaugh de una función Booleana de 4 variables es una tabla de 16 cuadrados (4 por 4), como se representa en la figura 5-5.



CD \ AB	00	01	11	10
00	(0)	(4)	(12)	(8)
01	(1)	(5)	(13	(9)
11	(3)	(7)	(15)	(11)
10	(4)	(6)	(14)	(10)

Figura 5-5 Un mapa de Karnaugh de 16 cuadrados

Cada dos cuadrados adyacentes en este mapa representan combinaciones vecinas. Los cuadrados de la columna derecha (AB = 00) son los vecinos de la columna izquierda extrema (AB = 10). Los cuadrados de la fila superior (CD = 00) son los vecinos de aquellos en la fila más baja (CD = 10).

El mapa de Karnaugh completo para el ejemplo c es como sigue:

CD \ AB	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	1	0	0	1
11	1	0	0	1
10	0	0	0	1

Figura 5-6 El mapa de Karnaugh del ejemplo c

Un mapa de Karnaugh de 5-variables contendrá 32 cuadrados y será similar al que se presenta a continuación.

DE \ ABC	000	001	011	010	110	111	101	100
00	(0)	(4)	(12)	(8)	(24)	(28)	(20)	(16)
01	(1)	(5)	(13)	(9)	(25)	(29)	(21)	(17)
11	(3)	(7)	(15)	(11)	(27)	(31)	(23)	(19)
10	(2)	(6)	(14)	(10)	(26)	(30)	(22)	(18)

Un mapa de Karnaugh de 32 cuadrados

5.3 Simplificación de funciones usando el mapa de Karnaugh

Con el fin de llegar a una función mínima utilizando un mapa de Karnaugh, nos ayudamos con la técnica siguiente:

a) Los grupos de los cuadrados vecinos que incluyen unos se marcan de la manera siguiente:

1) Todos los unos serán reunidos en grupos.
2) El grupo debe contener 2^n cuadrados (1, 2, 4, 8, 16).
3) Los grupos tienen que ser cuadrados o rectangulares.
4) Los grupos tienen que ser tan grandes como sea posible.
5) Un cuadrado se puede incluir en varios grupos.
6) Las columnas extremas son vecinas y también las filas extremas.

b) El número de cuadrados en cada grupo es un número par (excepto el caso especial donde el grupo contiene un solo cuadrado) y las variables aparecerán en todos los cuadrados con un valor uniforme ('0' ó '1') o con el valor '1' para la mitad de ellos y el valor '0' para la otra mitad.

c) Cada grupo constituirá un término simplificado cuyas variables son las variables, que no experimentan un cambio bajo combinaciones de los cuadrados en el grupo. Si una variable tiene el valor '0' para todos los cuadrados del grupo, pertenece al término con la forma convertida X . Si la variable tiene el valor '1' para todos los cuadrados del grupo, pertenece a un término con la forma normal X.

d) Las variables que aparecen con el valor '0' para la mitad de las combinaciones de los cuadrados en el grupo y con el valor '1' para la otra mitad, no se designan como variables en el término del grupo.

e) Las variables del término están acopladas por la operación "." (AND).

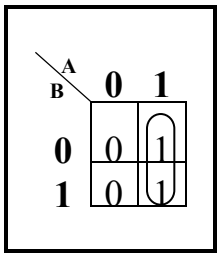
f) Entre los términos que representan a los grupos, aparece la operación "+" (OR).

Si hemos elegido apropiadamente a los grupos máximos, obtendremos una función mínima que se puede construir con un número mínimo de componentes. Referirse a los mapas de los ejemplos descritos previamente.

Ejemplo a:

$Y = A.B + A.B$

El mapa de Karnaugh que hemos completado es (ver la figura 5-2):



Mapa de Karnaugh más la marca del grupo

Hay solamente un grupo de dos cuadrados que cubre todos los unos en el mapa. Así, conseguimos un término. A no cambia cuando se aplican las combinaciones de este cuadrado. B acepta el valor '0' una vez (en el cuadrado 2) y el valor '1' una vez (en el cuadrado 3). No lo registramos en el término.

Obtenemos la función simplificada:

Y = A

$\mathbf{Y = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C} + A.B.\overline{C} + A.B.C}$

El mapa de Karnaugh de esta función es (ver la figura 5-4):

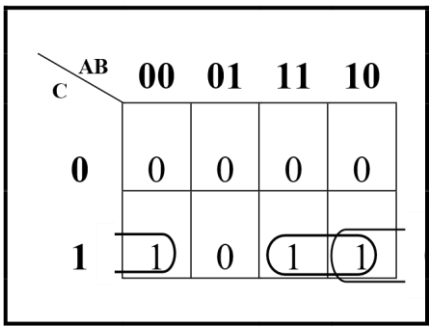


Figura 5-9 Mapa de Karnaugh más las marcas del grupo

Podemos cubrir todos los unos en el mapa ayudados por dos grupos de dos cuadrados cada uno.

Un grupo contiene los cuadrados 5 y 7. En este grupo A = 1, C = 1, y B consigue ambos valores '0' y '1'. El término derivado de este grupo es A.C. El segundo grupo contiene los cuadrados 1 y 5. El término derivado de este grupo es B.C. Verifíquelo.

Obtenemos la función mínima siguiente:

$\mathbf{Y = A.C + B.\overline{C}}$

Esta es una función mínima en cuanto a términos se refiere, pero no es una función mínima teniendo en cuenta su construcción con puertas. Se puede simplificar aún más usando la ley distributiva para proporcionar:

$\mathbf{Y - C.(A + B)}$

Implemente estas dos funciones con compuertas y vea cuántas compuertas se requieren en cada caso.

$\mathbf{Y = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C}.\overline{D} + A.\overline{B}.\overline{C}.\overline{D} + A.B.C.D + \overline{A}.\overline{B}.C.D + \overline{A}.\overline{B}.C.D + A.\overline{B}.C.\overline{D}}$

El mapa de Karnaugh de esta función es (ver la figura 5-6):

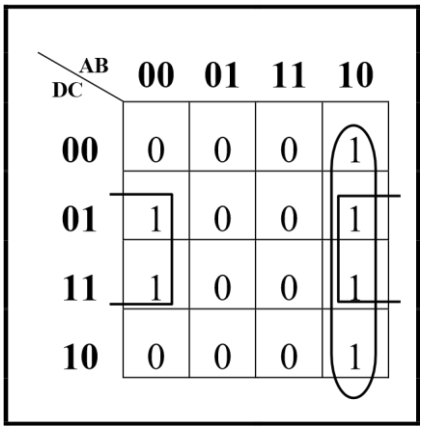


Figura 5-10 Mapa de Karnaugh más las marcas del grupo

Aquí obtenemos dos grupos de cuatro cuadrados cada uno.

Un grupo incluye los cuadrados 8, 9, 10 y 11. El término derivado de este grupo es A.B .C y D adquiere ambos valores '0' y '1' en los cuadrados de este grupo.

El otro grupo contiene los cuadrados 1, 3, 9, y 11. El término derivado de este grupo es B.D. Verifíquelo.

La función mínima que obtendremos será:

Y = A.B + B.D + B(A + D)

Utilice las leyes del álgebra Booleana y derive las ecuaciones mínimas de los tres ejemplos descritos arriba.

Considere algunos ejemplos más para obtener una función mínima del mapa de Karnaugh.

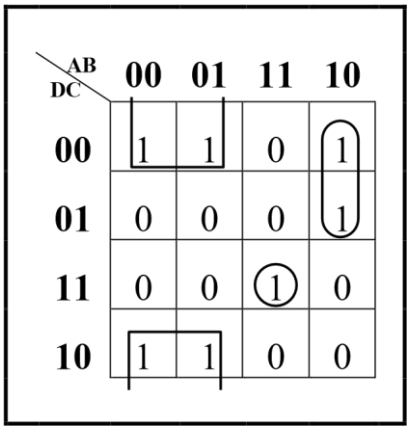


Figura 5-11 Mapa de Karnaugh más las marcas del grupo

En este mapa, hay tres grupos.

Un grupo de cuatro cuadrados que generan el término **A.D**.

Un grupo de dos cuadrados que generan el término **A.B.C** .

Un grupo de un cuadrado que genera el término **A.B.C.D**.

Notas:

a) Un término generado por un grupo de un cuadrado incluye todas las variables de la función.

b) Un término generado por un grupo de dos cuadrados incluye una variable menos que el total de variables del grupo.

c) Un término generado por un grupo de cuatro cuadrados incluye dos variables menos que el número total de variables del grupo, y así sucesivamente.

Ejemplo d:

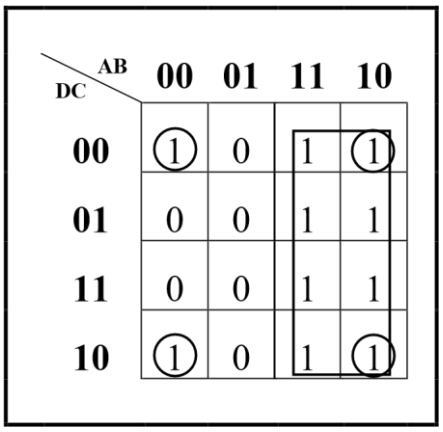


Figura 5-12 Mapa de Karnaugh más las marcas del grupo

En este mapa, hay dos grupos:

1) Un grupo de ocho cuadrados – en este grupo, solo A permanece invariable y su valor es '1'. Por lo tanto, se obtiene el término A.

2) Un grupo de cuatro cuadrados en las esquinas – estos cuatro cuadrados constituyen cuadrados adyacentes, así ellos forman un grupo. De este grupo, se obtiene el término.

La función derivada de este mapa es:

$\mathbf{Y = A + \overline{B}.\overline{D}}$

Ejemplo f:

A veces, la función que requerimos simplificar no es una función normal. Por ejemplo:

$\mathbf{Y = A.\overline{B}.C + \overline{A}.B.\overline{C}.\overline{D} + \overline{A}.\overline{C}}$

Ejemplo e:

Un término parcial representa realmente un grupo de cuadrados según las reglas descritas en el ejemplo d. En tal caso, buscamos los cuadrados que forman las combinaciones registradas.

El término **A.B.C** representa dos cuadrados en los que A=1, B=1, and C=0.

El término **A.B.C.D** representa un cuadrado en el que A=1, B=0, C=0 y D=0.

El término **A.C** representa cuatro cuadrados en los que A=0 y C=0.

Puede surgir una situación en la que uno o más cuadrados aparecen en varios grupos.

A partir de la función anterior, se obtiene el diagrama de Karnaugh presentado por la figura 5-13.

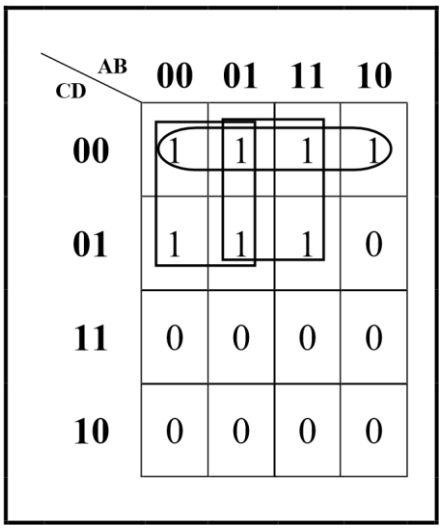


Figura 5-13 Mapa de Karnaugh más las marcas del grupo

Obtenemos la función simplificada siguiente:

Y = C.D + A.C + B.C = C.(A + B + D)

Ejemplo g:

Y = A.B.C.D + A.B.C.D + A.B.C.D + A.B.C.D + A.B.C.D + A.B.C.D + A.B.C.D

Se representará como:

Y = (6,7,9,11,13,14,15)

El mapa de Karnaugh será como sigue:

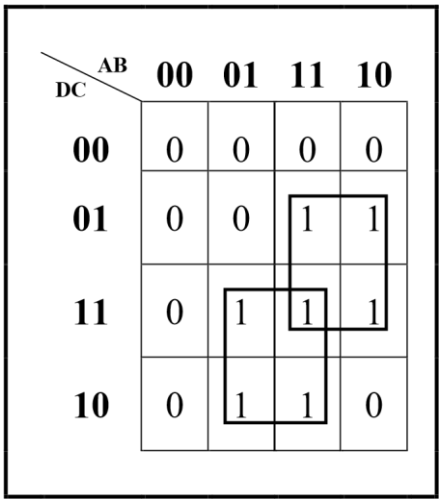


Figura 5-14 Mapa de Karnaugh de Y

La ecuación simplificada será:

Y=A.D+B.C

La implementación será como se muestra en la figura 5-15.

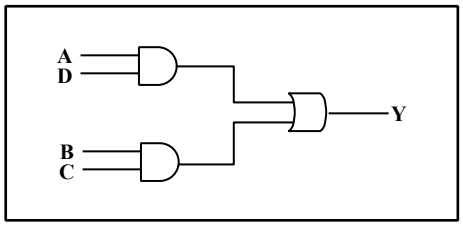


Figura 5-15 Implementación de Y

Preguntas de preparación:

1. ¿Cuál es la ecuación simplificada de la siguiente función?
   Y =(6,7,9,11,13,14,15)

   (a) **Y = A.D.B.C**
   (b) **Y = A.D + B.C**
   (c) **Y = A.C + B.D**
   (d) **Y = $\overline{A}$.D + B.$\overline{C}$**

2. ¿Cuál es la ecuación simplificada de la siguiente función?
   Y =□(0,1,2,3,4,5)

   (a) **Y=$\underline{A}$+$\underline{B}$**
   (b) **Y = $\underline{A}$ + $\underline{C}$**
   (c) **Y = $\underline{A}$ + $\underline{B}$**
   (d) **Y = A + B.C**

PROCEDIMIENTO:

Paso 1: Conecte el EB-3000 a la fuente de alimentación.

Paso 2: Conecte la fuente de alimentación a la Red.

Paso 3: Encienda el entrenador. La pantalla DVM debe aparecer en la pantalla.

Paso 4: Enchufe la EB-3151 en el EB-3000.

Paso 5: Observe la pantalla y compruebe que aparece el nombre de la placa de experimentos y no se detecta ninguna falla.

Paso 6: Construya la ecuación:
Y = A.D + B.C

Paso 7: Conecte las entradas del circuito lógico a los cuatro interruptores (A, B, C, D) y la salida Y al LED.

Paso 8: Cambie los interruptores que van de una etapa a otra y complete la siguiente tabla de verdad y el mapa de Karnaugh.

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

DC \ AB	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

Paso 9: Compruebe la compatibilidad de la tabla y el mapa con la ecuación fuente:

Y= (6,7,9,11,13,14,15)

Paso 10: Construya la ecuación:

$\overline{\mathbf{Y}} = \overline{\mathbf{A}} + \mathbf{B}$

Paso 11: Conecte las entradas del circuito lógico a los cuatro interruptores (A, B, C, D) y la salida Y al LED.

Paso 12: Cambie los interruptores que van de una etapa a otra y complete la siguiente tabla de verdad y el mapa de Karnaugh.

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

DC \ AB	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

Paso 13: Compruebe la compatibilidad de la tabla y el mapa con la ecuación fuente:

Y= (0,1,2,3,4,5)

PREGUNTAS DE RESUMEN:

1. ¿Cuál es la ecuación simplificada de la siguiente función?

Y = (6,7,9,11,13,14,15)

(a) $\mathbf{Y = A.\overline{C} + B.\overline{D}}$

(b) **Y = A.D + B.C**
(c) **Y = A.D.B.C**
(d) **Y = A.D + B.C**

2. ¿Cuál es la ecuación simplificada de la siguiente función?

Y = (0,1,2,3,4,5)

(a) $\mathbf{Y = \overline{A} + \overline{C}}$
(b) $\mathbf{Y = \underline{A} + \underline{B}}$
(c) **Y = A + B.C**
(d) $\mathbf{Y = \overline{A} + \overline{B}}$