



Universidad de las Ciencias Informáticas  
Facultad 2

# **Módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para la plataforma web interactiva y experimental “*Sophia*”**

---

**Trabajo de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero en Ciencias  
Informáticas**

**Autora:** Eleany Gutiérrez Morrell.

**Tutores:** Ms.C. Alién García Hernández.

Ing. José Angel Alvarez Abraira.

La Habana, 2019

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

---

Declaro ser autora del presente trabajo de diploma titulado: Módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para la plataforma web interactiva y experimental “*Sophia*” y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo. Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

---

Eleany Gutiérrez Morrell

Firma de la autora

---

Ms. C. Alién García Hernández

Firma del tutor

---

Ing. José Angel Alvarez Abaira

Firma del tutor

### Datos de la autora:

**Nombre y apellidos:** Eleany Gutiérrez Morrell.

**Correo electrónico:** [emorrell@estudiantes.uci.cu](mailto:emorrell@estudiantes.uci.cu)

**Situación laboral:** Estudiante.

**Institución a la que pertenece:** Universidad de las Ciencias Informáticas.

**Dirección:** Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2½. Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba, Código Postal 19370.

### Datos de los Tutores:

**Nombre y apellidos:** Alién García Hernández.

**Correo electrónico:** [agarciah@uci.cu](mailto:agarciah@uci.cu)

**Situación laboral:** Profesor titular.

**Años de graduado:** 10 años.

**Especialidad de graduación:** Ingeniero en Ciencias Informáticas. Máster en Ciencias Matemática (mención: enseñanza de la Matemática) por la Universidad de la Habana. Estudiante del Doctorado de Tecnología Educativa en la Universidad de Sevilla (España).

**Institución a la que pertenece:** Universidad de las Ciencias Informáticas.

**Dirección:** Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2½. Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba, Código Postal 19370.

**Nombre y apellidos:** José Angel Alvarez Abraira.

**Correo electrónico:** [jaalvarez@uci.cu](mailto:jaalvarez@uci.cu)

**Situación laboral:** Especialista B. Desarrollador de software.

**Años de graduado:** 3 años.

**Especialidad de graduación:** Ingeniero en Ciencias Informáticas.

**Institución a la que pertenece:** Universidad de las Ciencias Informáticas.

**Dirección:** Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2½. Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba, Código Postal 19370.



*Aprendimos a simplificar circuitos, aprendimos a convertir lo grande en pequeño, a servirle con la lógica al mundo.*

*Bill Gates.*

Si hoy he logrado llegar a este punto es porque he enfrentado mi mayor miedo y no me dejarán mentir las personas que me conocen desde pequeña, a las cuales quiero gratificar por siempre estar a mi lado y por nunca fallarme. Agradezco:

A mi Mita matraquilla por siempre estar ahí para mí sin importar las horas. Por nunca recriminarme en mis estudios y darme la oportunidad de caerme, aunque tuviera ella que ayudarme a levantarme, por ser la única persona en calmar mi dolor cuando suspendía un examen. Por siempre ponernos a mí y a mi hermana por delante de todos hasta de ella misma. Por todos sus regaños que, aunque pensaba que no les hacía caso los escuchaba en silencio. Por nunca dudar que lograría mi sueño y por siempre sentirse orgullosa de mí.

A mi Pi por ser el hombre más importante en mi vida. Por siempre tratar de consentirnos en todo, aun cuando le costaba un poquito de trabajo. Por siempre estar a mi disposición sin importar las horas ni las circunstancias. Por siempre ser mi hombre de negro y considerarme su diamante en bruto. Por alegrarse de mis victorias y darme ánimos en las derrotas “solo él sabe lo que me animaba cuando no aprobaba un examen”. Por siempre aconsejarme y por nunca dudar que algún día lograría mi sueño.

A mi Tata que a pesar de que odia que la llame así por solo ver su cara me doy por satisfecha por siempre estar ahí para mí y a pesar de los berrinches siempre ayudarme.

A mi Yeya por ser mi profesora particular desde primaria y quien más se esforzó por que perdiera mi miedo escénico. Por aguantar todas mis malcriadeces y por siempre preocuparse por mis estudios y estar hoy celebrando conmigo una victoria de la cual es partícipe.

A mi tutor Alién porque dentro de mi estrés y mis nervios siempre logró sacarme una sonrisa y por siempre estar dispuesto ayudarme aun cuando llegábamos tarde sin hojas ni bolígrafos a verlo.

A mi familia numerosa tíos, primos, padrinos y abuelas por su apoyo en todo momento y por siempre estar unidos pese a los problemas y circunstancias. A mi familia del Cotorro en especial a mi Fefe a quien amo con la vida. A mi familia de San Miguel en especial a Alé por ser mi primo favorito. A mi familia de Guanabacoa en especial a la prima Lizandra por siempre ayudarme y estar al pendiente de mí. A mi familia de Matanzas en especial a mi primo Lian por ser tan bueno y cariñoso. A mi familia de España que a pesar de la distancia no han dejado de preocuparse por mí en especial mi primote Anthony.

A las tías locas que mueren si no las menciono Marianela, Odalís, Ramona Victoria y Marlenis.

A mi familia postiza de Ciego de Ávila que me acogieron como una hija más en especial a mi suegra Mercedes y mi niña bella Yely.

A mi amiga Cristina por 18 años de una amistad inquebrantable con carácter diferentes pero que se han acoplado maravillosamente tanto es así que la seriedad de Anunciación no puede vivir sin el relax que le proporciona Elyta, por el apoyo incondicional, por cada Nutella que alegró mi vida, por tantos años de estudios juntas, por a pesar de la distancia nunca olvidarte de tu flaqueo, por enseñarme a ser fuerte aunque en ocasiones era inevitable, por mostrarme tu lado más angelical que pocos conocen, por a pesar de no haber podido estar a mi lado como siempre me lo prometiste buscar las vías para al menos verme, por ser partícipe de mi triunfo porque hoy no solo me gradúo yo si no que también lo haces tú.

A mi mejor amigo del mundo mundial Angel Rafael por estar presente en cada uno de mis pasos en la UCS, por siempre estar dispuesto a ayudarme, aunque algunas veces eran cosas casi imposibles, por tenerme paciencia en los estudios y por ser el mejor profesor de programación que tuve en toda la carrera, aunque a veces le costaba hacerme entender. Por complacerme en mis gustos y por ser el responsable de unirme a una Negra y formar el trío de amigos más especial del universo.

A mi Negra por ser más que una amiga una hermana, por aguantar mis cambios de humores y aun así estar dispuesta a ayudarme en todo momento, por permitirme ser su profesora a pesar de lo mandona que era, por su confianza y cariño, por ser mi confidente número uno y la mujer de mi vida como le digo cariñosamente. Además, por tener los mejores padres del mundo a los que le agradezco sus preocupaciones y su ayuda incondicional Norgelys y Lester gracias entre muchas otras cosas por las Nutellas que alegraron mi vida.

A mi Enana consentida por enredarme en todas sus locuras y siempre salir victoriosa, por lograr salvar nuestra amistad pese al estrés mutuo y los malos ratos de la tesis, por ser la mejor compañera de trabajos y por nunca dudar que al menos dos de las Pro llegaríamos al final. Por tener a un buen hombre a su lado al que quiero y agradezco que hoy pueda estar presente el Viti.

A mi amigo Alexote por ser junto a la Enana el otro integrante del trío dinámico, por su apoyo incondicional.

A mi Kalandraka el amigo más loquuto que tengo por siempre estar ahí para mí y por siempre tenerme un cuento distinto con el que no me dejó de reírme.

A mi amiga Mamuchi que fue la última en llegar al clan por sus locuras, su cariño y su apoyo incondicional.

A mi jiraguá favorito Ariam por mantener nuestra amistad y complicidad aún en la distancia por considerarme una gran amiga, por reírnos a carcajadas sin importar la razón y por ser mi mano derecha en inglés.

A la Mami poderosa por a pesar de la distancia siempre preocuparse por mí y por permitirme ser la razón de muchas de sus raticos de risas.

A la UCS por darme la oportunidad de conocer a personas increíbles que se han convertido en más que amigos hermanos entre ellos mi amiga Pilita, Lenzano, Yaima, Dany la Amenaza, Osmelillo, el Yoe, Rubiete y Romaneó por su apoyo en todo momento y por siempre impulsarme a cumplir mis sueños.

Mi felicidad no estaría completa si no le agradeciera enormemente a la persona que ha compartido algo más de 4 años de su vida conmigo. La persona que ha sido mi mejor amigo, mi mejor aliado, mi mano derecha, mi motor impulsor, mi apoyo y mi refugio en los tiempos malos. Recuerdo aquel 10 de diciembre del 2014 cuando me prometiste que jamás soltarías mi mano y cuando llegara el gran día estarías en primera fila orgulloso de mí, y pese a los problemas y a las dificultades hoy estas aquí cumpliendo tu promesa, por eso te agradezco mi Delyte por nunca fallarme y nunca decepcionarme, por preferir que lllore de alegrías y no de tristeza, por nunca cortarme las alas, por ser mi cómplice y por siempre darme mucho pero mucho AMOR.

Mis triunfos no serían posibles sin el apoyo y dedicación de muchas personas a las cuales hoy dedico una nueva victoria.

A mis abuelos Rafael y Jesús por siempre alumbrar mi camino desde el cielo y por nunca dudar que lograría mis sueños.

A mis abuelas Hilda y Mima por su dedicación, amor y cariño y por siempre estar al pendiente de mí.

A mi madre por enseñarme un día que el que persevera triunfa y que la pérdida de una batalla no significaba haber perdido la guerra.

A mi padre por inculcarme que en la vida solo recoge rosas aquel que haya sido capaz de atender bien la tierra y que los valores es lo más bello y hermoso que un ser humano puede tener en la vida.

A mi hermana por su complicidad en todo momento y por su apoyo incondicional.

A mi yeya por su amor y dedicación y por estar presente en cada uno de las etapas de mi vida.

A mi novio Raudel por su entrega ilimitada y por ser protagonista de mis felicidades, paño de mis tristezas y víctima de mis locuras.

A dos personitas que sin saberlo y ni quererlo se han convertido en hermanos Chabelly y José Angel por su paciencia amor y cariño y por nunca abandonarme a pesar de las circunstancias.

A mi amiga de hace poco más de 18 años llamado Cristina por su amistad y apoyo incondicional envueltos en un carácter que pocos han logrado comprender, pero del que yo estoy orgullosa de haber destruido al menos para mí.

A mis tutores Alién y José por su ayuda y atención en todo momento.

En la actualidad la incorporación de las Tecnologías de Aprendizaje y de Conocimiento (TAC) en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje (PEA) ha servido de apoyo en la formación de estudiantes en todos los niveles, más aún en asignaturas de notable complejidad como la Matemáticas Discretas. Lo anterior lo evidencia la creación en el 2016 del sistema web interactivo y experimental *Sophia* para el apoyo del PEA de Matemáticas Discretas (MD). Se realizó un estudio acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de la lógica proposicional y los circuitos lógicos, dentro de la MD, en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI). Para ello fueron utilizados métodos a nivel teóricos y empíricos como la modelación, entrevistas, encuestas entre otros. La presente investigación tiene planteado como objetivo desarrollar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos integrables a la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*. Para lograrlo se analizaron las herramientas informáticas con características similares a la solución propuesta y se utilizó la metodología ISD-MeLO. Los resultados obtenidos permitieron integrar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos a la plataforma *Sophia*; además de su validación por parte de un grupo de expertos.

**Palabras claves:** circuitos lógicos, lógica proposicional, módulos, Proceso de Enseñanza – Aprendizaje. tecnología educativa.

INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo 1: Fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos. ....	8
1.1 Las Tecnologías Educativas.....	8
1.1.1 <i>Ventajas y desventajas generadas por el uso de las Tecnologías Educativas.</i> ....	9
1.2 Los Objetos de Aprendizajes como parte del Proceso Enseñanza- Aprendizaje. ....	10
1.2.1 <i>Ventajas generadas por el uso de los Objetos de Aprendizaje.</i> .....	11
1.3 Definición de Objeto de Aprendizaje Interactivo Experimental. ....	11
1.4 Fase de Análisis. ....	12
1.4.1 <i>Análisis del perfil del aprendiz.</i> ....	12
1.4.2 <i>Análisis del perfil del profesor.</i> ....	13
1.4.3 <i>Análisis del problema.</i> ....	14
1.4.4 <i>Análisis de Objetos de Aprendizajes similares.</i> ....	14
1.4.5 <i>Análisis del entorno.</i> .....	15
1.5 Metodología para el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos. ....	19
1.6 Herramientas y tecnologías utilizadas. ....	20
Conclusiones parciales del capítulo.....	21
Capítulo 2: Diseño y desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> . ....	22
2.1 Fase de Diseño. ....	22
2.1.1 <i>Análisis de los contenidos que contendrá el módulo de lógica proposicional.</i> ....	22
2.1.2 <i>Análisis de los contenidos que contendrá el módulo de circuitos lógicos.</i> ....	22
2.1.3 <i>Secuencia para el aprendizaje.</i> ....	23
2.1.4 <i>Estructura de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.</i> ....	23
2.1.5 <i>Requisitos funcionales.</i> ....	24
2.1.6 <i>Requisitos no funcionales.</i> ....	26
2.1.7 <i>Diseño de la apariencia.</i> .....	27
2.1.8 <i>Diseño de la interfaz.</i> ....	28
2.2 Fase de Desarrollo. ....	28
2.1.1 <i>Instalación y configuración de la Plataforma Sophia.</i> ....	28
2.1.2 <i>Configuración de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.</i> .....	31

2.1.3 Desarrollo del módulo de lógica proposicional. ....	32
2.1.4 Desarrollo del módulo de circuitos lógicos. ....	33
2.1.5 Descripción de las funcionalidades de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos. .....	34
2.1.6 Estándares de codificación utilizados.....	35
Conclusiones parciales del capítulo.....	37
Capítulo 3: Implementación y evaluación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.....	38
3.1 Fase de Implementación. ....	38
3.1.1 Instalación de la asignatura de Matemáticas Discretas. ....	38
3.1.2 Instalación del módulo de lógica proposicional.....	38
3.1.3 Acceso al módulo de lógica proposicional.....	38
3.1.4 Instalación del módulo de circuitos lógicos.....	40
3.1.5 Acceso al módulo de circuitos lógicos.....	40
3.2 Fase de Evaluación.....	41
3.2.1 Estrategia de prueba.....	41
3.2.2 Evaluación Formativa.....	42
3.3.3 Evaluación por expertos.....	50
Conclusiones parciales del capítulo.....	52
CONCLUSIONES GENERALES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS.....	I

<b>Tabla 1.</b> Ventajas de los Objetos de Aprendizajes para los estudiantes y profesores (Martínez, Bonet, Cáceres, Fargueta y García, 2007) .....	11
<b>Tabla 2.</b> Tipos de preguntas definidos para las evaluaciones .....	18
<b>Tabla 3.</b> Requisitos funcionales del módulo de lógica proposicional .....	24
<b>Tabla 4.</b> Requisitos funcionales del módulo de circuitos lógico.....	25
<b>Tabla 5.</b> Comandos utilizados para la instalación de las herramientas requeridas.....	30
<b>Tabla 6.</b> Dependencias utilizadas en el módulo de lógica proposicional .....	32
<b>Tabla 7.</b> Dependencias utilizadas en del módulo de circuitos lógicos .....	33
<b>Tabla 8.</b> Experimentar con tablas de verdad .....	34
<b>Tabla 9.</b> Experimentación con circuitos lógicos.....	34
<b>Tabla 10.</b> Estándares de codificación usados en la implementación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos .....	35
<b>Tabla 11.</b> Registro de resultado de la aplicación de la prueba de aceptación con la técnica alfa y beta al módulo de lógica proposicional .....	45
<b>Tabla 12.</b> Descripción de la variable "Clasificación" .....	46
<b>Tabla 13.</b> Caso de prueba: Mostrar clasificación de los resultados introducido en la clasificación de interpretaciones en la tabla de verdad .....	46
<b>Tabla 14.</b> Registro de resultado de la aplicación de la prueba de aceptación con la técnica alfa y beta al módulo de circuitos lógicos .....	48
<b>Tabla 15.</b> Descripción de la variable "Proposiciones" .....	49
<b>Tabla 16.</b> Caso de pruebas: Definir las proposiciones a utilizar en el diseño del circuito lógico.....	49
<b>Tabla 17.</b> Categoría docente de cada experto seleccionado para la evaluación del OA-IE como recurso pedagógico .....	51
<b>Tabla 18:</b> Escala para medir la calidad del OA-IE (García A., 2014). .....	51
<b>Tabla 19.</b> Resultados de la evaluación del OA-IE por los 7 expertos seleccionados atendiendo a la guía de Toll Palma.....	52
<b>Tabla 20.</b> Indicadores del aspecto formativo de la Guía de Toll Palma .....	XI
<b>Tabla 21.</b> Indicadores del aspecto de diseño y presentación. ....	XI
<b>Tabla 22.</b> Indicadores del aspecto tecnológico. ....	XII

<b>Figura 1.</b> Objeto de Aprendizaje Interactivo y Experimental (García, 2014) .....	12
<b>Figura 2.</b> Mapa de navegación .....	24
<b>Figura 3.</b> Pantalla de inicio de la plataforma web interactiva y experimental Sophia .....	28
<b>Figura 4.</b> Herramientas y tecnologías para la instalación de la plataforma web interactiva y experimental Sophia.....	29
<b>Figura 5.</b> Comandos para la configuración de la librería jsep .....	33
<b>Figura 6.</b> Pantalla referente al curso de Matemáticas Discretas.....	38
<b>Figura 7.</b> Pantalla del tema de lógica proposicional.....	39
<b>Figura 8.</b> Pantalla de conceptos fundamentales referente al módulo de lógica proposicional.....	39
<b>Figura 9.</b> Pantalla de experimentación referente al módulo de lógica proposicional.....	40
<b>Figura 10.</b> Pantalla de conceptos fundamentales del módulo de circuitos lógicos .....	41
<b>Figura 11.</b> Pantalla de experimentación del módulo de circuitos lógicos .....	41
<b>Figura 12.</b> Pruebas a ejecutar en los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.....	42
<b>Figura 13.</b> Pruebas funcionales.....	43
<b>Figura 14.</b> Gráfico resumen de la prueba de caja negra aplicado al módulo de lógica proposicional .....	47
<b>Figura 15.</b> Gráfico resumen de la prueba de caja negra aplicado al módulo de circuitos lógicos (Elaboración propia) .....	49
<b>Figura 16.</b> Compatibilidad con el navegador Chrome (Elaboración propia).....	VII
<b>Figura 17.</b> Compatibilidad con Mozilla Firefox (Elaboración propia). .....	VIII
<b>Figura 18.</b> Compatibilidad del navegador Chrome (Elaboración propia).....	IX
<b>Figura 19.</b> Compatibilidad del navegador Mozilla Firefox (Elaboración propia). .....	X

## INTRODUCCIÓN

---

El siglo XXI se ha visto marcado por una profunda revolución científico - técnica que ha involucrado a las más diversas esferas de la actividad humana, y la educación no podía quedar al margen de este fenómeno. De esta manera los pedagogos se dedicaron a buscar aplicaciones didácticas<sup>1</sup> a los diferentes recursos que la ciencia y la tecnología ponían en sus manos (Garriga, 2013). Así surgieron novedosos medios de enseñanza como fueron en su momento el cine y la televisión educativa.

La inclusión de nuevos medios en el Proceso de Enseñanza - Aprendizaje (PEA) supuso un cambio drástico en la relación, en la interacción y en la comunicación, que se establece entre los diferentes elementos del acto didáctico (Meneses, 2007).

El impacto de las nuevas tecnologías alcanza también a la educación, y es especialmente en este terreno donde más deben emplearse los medios técnicos actualizados y capaces de mejorar la calidad de la enseñanza.

Precisamente estas últimas acotaciones sirven como base a lo que hoy se le denomina "Tecnologías Educativas" (TE) pensadas, diseñadas, desarrolladas y distribuida para apoyar procesos de mejora de los aprendizajes, desde las necesidades y objetivos educativos. Su uso implica la expectativa razonable de que la TE habilitarán y apoyarán una modificación sustantiva de las prácticas de enseñanza por parte de los docentes, y de las prácticas de aprendizaje de los estudiantes (Severin, 2011).

En Cuba se estudian 3 carreras asociadas a los temas computacionales:

- Ciencias de la Computación (CCC).
- Ingeniería Informática (II).
- Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI).

El presente trabajo de diploma está dirigido a la ICI, carrera que se estudia en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y tiene una duración de 5 años. La UCI como entidad educacional tiene la misión de formar ingenieros altamente comprometidos con su Patria y altamente calificados en la rama de la informática.

Un Ingeniero en Ciencias Informáticas tiene como objeto de su profesión el proceso de informatización de la sociedad; entendiéndose como tal, lo referido a su participación en el rediseño de los procesos en las organizaciones, en función de las necesidades para su informatización, el ciclo de vida del software, con una perspectiva industrial y como soporte al desarrollo de la industria nacional de software, así como su participación en la actividad de soporte y mantenimiento de las tecnologías de la información, con el objetivo de incrementar la eficacia, la eficiencia y la competitividad en el funcionamiento de las entidades.

---

<sup>1</sup> Programa o recurso tecnológico que pueda ser utilizado en el ámbito de la educación

Además, la ICI entra dentro del plan de estudios versión "D" dividido en tres currículos fundamentales: currículo base, currículo propio y currículo optativo - electivo. El currículo base tiene entre sus asignaturas priorizadas las Matemáticas Discretas (MD), la cual es la encargada del estudio de los conjuntos discretos: finitos o infinitos numerables, en otras palabras, se encargan de estudiar estructuras cuyos elementos pueden contarse uno por uno separadamente, sin dar lugar a números decimales ni procesos infinitos. Es la base de todo lo relacionado con los procesos digitales, y, por tanto, constituyen una parte fundamental en las ciencias informáticas (Alvarez, 2016).

La asignatura se divide en dos: Matemática Discreta 1 (MD1) en el primer semestre de la carrera ICI, donde se imparten los temas de teoría de conjuntos, relaciones binarias, lógica y la teoría de la computabilidad y la Matemática Discreta 2 (MD2) en el segundo semestre donde se imparten los temas de: técnicas de demostraciones, relaciones de recurrencia, teoría combinatoria y teoría de grafos.

Al área de la lógica que estudia las proposiciones se le denomina lógica proposicional, la cual fue desarrollada por primera vez por el filósofo griego Aristóteles hace más de dos mil trescientos años (Rosen, 2004).

En cierta medida la lógica se define como la facultad que puede desarrollar una persona para pensar con coherencia, siguiendo un razonamiento específico que le permite sustentar ciertos resultados a nivel teórico o práctico (Ospina, 2014).

Además, en Herrera (2017) se precisa a la lógica proposicional como la rama de la lógica matemática que estudia proposiciones, afirmaciones u oraciones, los métodos de vincularlas mediante conectores lógicos y las relaciones y propiedades que se derivan de esos procedimientos.

Por las acotaciones realizadas se puede decir que la lógica proposicional se ha convertido en uno de los fundamentos matemáticos y en una base formal indispensable en todo informático. La formalización del conocimiento y la automatización de las formas de razonamiento son primordiales en muchas áreas de la informática.

Los matemáticos usan la lógica, para demostrar teoremas e inferir resultados que puedan ser aplicados en investigaciones. La computación en cambio, la utiliza para revisar programas, crear algoritmos y en el diseño de computadoras. Existen circuitos integrados que realizan operaciones lógicas con los bits, gracias a estos se han desarrollado las telecomunicaciones (telefonía móvil, internet, etcétera.) (García, 2016).

El conocimiento de los circuitos lógicos es la piedra angular de todos los cursos dedicados al diseño de sistemas digitales. Por lo tanto, es importante garantizar un alto nivel de conocimiento y comprensión, así como las habilidades en todos los estudiantes de informática y ciencias de la computación.

La lógica proposicional y los circuitos lógicos se incluyen como los temas 1 y 3 de la asignatura Matemática Discreta 1 respectivamente y su inclusión persigue los siguientes objetivos:

- Dominar el lenguaje de la lógica proposicional a partir de las reglas de formación para construir expresiones válidas e interpretarlas.
- Demostrar expresiones mediante las leyes de la lógica proposicional.
- Diseñar circuitos lógicos y representarlos de forma simplificada mediante el empleo de las leyes de la lógica proposicional, el método de *Quine-McCluskey* o los mapas de *Karnaugh*.

Una vez vencidos los temas por parte de los estudiantes, deben haber adquirido los siguientes conocimientos: proposiciones, operadores lógicos y tablas de verdad, equivalencias e implicaciones lógicas, circuitos lógicos, formas normales, métodos de simplificación de circuitos, leyes de la lógica proposicional. Además, deben haber desarrollado las habilidades necesarias para:

- Dominar los conceptos de la lógica proposicional.
- Obtener proposiciones compuestas mediante las operaciones lógicas y evaluarlas con tablas de verdad.
- Dominar los conceptos de equivalencia e implicación lógica.
- Determinar cuándo dos proposiciones son lógicamente equivalentes.
- Diseñar circuitos lógicos y representarlos de manera simplificada.
- Reconocer el empleo de los cuantificadores lógicos universal y existencial.
- Realizar demostraciones formales con las leyes de la lógica proposicional.

Luego de haber realizado un análisis, a través de entrevistas a estudiantes (ver Anexo #2), encuestas a profesores (ver Anexo #3) y entrevistas a directivos (ver Anexo #4), relacionados con la asignatura, con el objetivo de conocer el estado actual del Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de las Matemáticas Discretas en la ICI y el nivel de utilización de recursos basados en Tecnologías Educativas en dicho proceso, se detectaron una serie de dificultades.

Estudiantes:

- Más del 80% de los estudiantes expresa que sus profesores no utilizan adecuadamente las TAC para la enseñanza de las Matemáticas Discretas, y la poca utilización que se realiza carece de interactividad y experimentación.
- Consideran que los contenidos de la lógica son de alta dificultad, lo que hace que en muchas ocasiones se sientan desmotivados por el estudio.

Profesores:

- Consideran que las Tecnologías Educativas deben utilizarse para potenciar la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las Matemáticas Discretas, no obstante, aceptan que solo utilizan presentaciones digitales y plataformas educativas que dan acceso a documentación *online*.

- A pesar de considerar que los contenidos de la lógica son de alta dificultad no se utilizan adecuadas herramientas tecnológicas que incidan directamente sobre la motivación de los estudiantes para el aprendizaje de estos contenidos.
- No se hace un uso adecuado de actividades interactivas y experimentales que potencien el pensamiento lógico de los estudiantes.

Directivos:

- El problema no está en el Entorno Virtual de Aprendizaje, sino en el correcto uso del entorno por parte de profesores y estudiantes, insuficiente utilizan herramientas y recursos que potencien la motivación del alumnado hacia el aprendizaje.
- Los docentes dominan los contenidos de las Matemáticas Discretas, no obstante, existen deficiencias en el dominio de métodos y medios de enseñanza que propicien un correcto aprendizaje de los estudiantes.
- Se debe propiciar la creación y utilización de herramientas que permitan la interacción estudiante-profesor y estudiante - estudiante para potenciar el pensamiento lógico de los alumnos y motivarlos a dominar contenidos de alta dificultad como la lógica matemática.

En el año 2016, para contrarrestar algunas de las dificultades anteriormente mencionadas se obtuvo como resultado práctico de un trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero en Ciencias Informáticas un sistema web interactivo y experimental para el apoyo al Proceso de Enseñanza - Aprendizaje de las Matemáticas Discretas. Dicho sistema alcanzó premio en el Concurso Nacional de Computación. Cabe destacar que solo se utilizaba en el Proceso de Enseñanza - Aprendizaje para hacerles las pruebas pertinentes, pero nunca quedó desplegado. Entre sus principales características se encuentran las siguientes:

- Abarca los siguientes temas: teoría de conjuntos, relaciones binarias, máquinas de Turing, teoría combinatoria y relaciones de recurrencia.
- De cada uno de los temas anteriores se implementaron 3 unidades: unidad teórica, unidad experimental y unidad de evaluación y retroalimentación.
- Se muestra el libro de la asignatura en formato *PDF*.
- Permite la experimentación con cada uno de los temas, en el caso de las respuestas incorrectas además de señalarlas brinda información acerca de por qué es incorrecta y especifica la respuesta correcta.
- Permite la representación gráfica y simulación de máquinas de Turing.
- Permite la evaluación, auto-evaluación y competencias en cada uno de los temas.

- Posee un mecanismo de comunicación a través de mensajes entre los estudiantes y profesores registrados en el sistema.

Además, estaba enfocado solo a la asignatura de Matemáticas Discretas. Debido a ello en el año 2017 comenzó a migrar hacia una plataforma web interactiva y experimental llamada *Sophia*, capaz de permitir extenderse con las demás asignaturas de la carrera y sus respectivos temas.

Por todo lo anteriormente expuesto se determina como *problema de la investigación*: ¿Cómo contribuir, a través del uso de recursos basados en Tecnologías Educativas, al Proceso de Enseñanza - Aprendizaje de la lógica proposicional y circuitos lógicos en la Ingeniería en Ciencias Informáticas? por lo que se define como *objeto de estudio*: La utilización de las Tecnologías Educativas en el Proceso de Enseñanza - Aprendizaje de la lógica proposicional y circuitos lógicos de la asignatura Matemáticas Discretas en la Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Para dar solución al problema antes descrito se plantea como *objetivo general*: Desarrollar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* enmarcado en el *campo de acción*: Utilización de herramientas web como Tecnologías Educativas en el Proceso de Enseñanza - Aprendizaje de la lógica proposicional y circuitos de la asignatura Matemáticas Discretas en la Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Para darle cumplimiento al objetivo planteado se responderán las siguientes *preguntas científicas*:

1. ¿Cuáles son los supuestos teóricos que sustentan el desarrollo y utilización de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*?
2. ¿Qué aspectos deben tenerse en cuenta para realizar el diseño y desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*?
3. ¿Cómo implementar, a partir del análisis y diseño realizado, de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*?
4. ¿Qué resultados se obtendrán al validar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*?

Acorde a las preguntas científicas ya expuestas, se trazan las siguientes *tareas de investigación*:

1. Analizar los principales referentes teóricos que sustentan el desarrollo de recursos basados en Tecnologías Educativas para el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje que sirvan de soporte teórico para desarrollar la propuesta de solución.
2. Analizar el entorno que rodea al problema planteado para proponer un diseño acorde a las necesidades existentes.
3. Fundamentar las tecnologías, herramientas y metodologías a utilizar para el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.
4. Diseñar y desarrollar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para su integración a

la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*.

5. Integrar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos a la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* para su implementación.
6. Implementar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para su integración a la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*.
7. Realizar las pruebas de software a los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* para demostrar que la propuesta de solución contribuye a solucionar el problema planteado.
8. Validar pedagógicamente los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* para demostrar que la propuesta de solución es factible desde el punto de vista educativo.

#### *Métodos teóricos:*

- Analítico – sintético: para el proceso de construcción del marco teórico de la investigación, con la descomposición y síntesis de temas como Tecnologías Educativas y Objetos de Aprendizaje Interactivo y Experimental (OA-IE). Para basar la selección de las herramientas utilizadas y la integración e implementación de la propuesta de solución.
- Inductivo – deductivo: para la búsqueda de generalizaciones a partir de la inducción, como resultado de un estudio previo de la situación existente. Para luego deducir conclusiones lógicas a partir de los conocimientos antes adquiridos. Útil en la identificación de la problemática y de las soluciones. Así como en el planteamiento de los objetivos y algunos requisitos principales para la realización de los módulos propuestos en la presente investigación.

#### *Métodos empíricos:*

- Observación: para conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos en relación a las dificultades presentes en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la lógica proposicional y los circuitos lógicos en la Universidad de las Ciencias Informáticas. De igual manera para investigar sobre el funcionamiento de aplicaciones educativas similares a los temas tratados.
- Entrevista: aplicadas a estudiantes y directivos relacionados con la asignatura de Matemáticas Discretas. Para conocer el estado actual del Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la asignatura en la Ingeniería en Ciencias Informáticas y su influencia en la motivación de los estudiantes. Fue empleada para analizar el nivel de utilización de los recursos basados en Tecnologías Educativas en dicho proceso. Además, como técnica en levantamiento de información establecida con el cliente para determinar los requerimientos funcionales para cada módulo.
- Encuestas: Aplicadas a profesores relacionados con la asignatura de Matemáticas Discretas. Con

el objetivo de recoger datos y criterios que permitan mantener actualizado el diagnóstico de la situación problemática.

El presente documento de trabajo de diploma está estructurado de forma capitular. Compuesto por introducción, 3 capítulos, conclusiones generales, recomendaciones, referencias bibliográficas, bibliografía y anexos.

- El capítulo 1 se titula: “Fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos”. En él se dará respuesta a las tareas de investigación 1, 2, 3 y queda resuelta la pregunta científica número 1.
- El capítulo 2 se titula: “Diseño y desarrollo del módulo de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*. En él se dará respuesta a la tarea de investigación número 4 y queda resuelta la pregunta científica número 2.
- El capítulo 3 se titula: “Implementación y evaluación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos”. En él se dará respuesta a las tareas de investigación número 5, 6, 7 y 8 quedando resueltas las preguntas científicas número 3 y 4.

## **Capítulo 1: Fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.**

Las Tecnologías Educativas han concebido una nueva forma de estimular el aprendizaje a través del uso de recursos tecnológicos para mejorar la enseñanza y facilitar el acceso a la educación. Se han vuelto imprescindible para las instituciones y profesores que buscan ofrecer lo mejor para los alumnos. Su inclusión en la educación junto a los Objetos de Aprendizajes (OA) como recurso educativo han permitido transformar el espacio de enseñanza - aprendizaje en algo más moderno, dinámico e interactivo.

### **1.1 Las Tecnologías Educativas.**

Las nuevas formas de concebir el conocimiento en una sociedad guiada por el auge y desarrollo de la información y las telecomunicaciones, así como la incorporación de estos avances al contexto educativo, implican que la estructura organizativa, la infraestructura y la formación docente deben transformarse para afrontar tales avances en la búsqueda de mejorar el Proceso de Enseñanza - Aprendizaje.

Uno de los recursos utilizados para mejorar dicho proceso educativo son las Tecnologías Educativas, a las que se le confiere un enorme potencial, pues ofrecen un conjunto de herramientas para el trabajo en equipo, sin necesidad de esperar que todos los participantes coincidan en una misma hora y espacio. De manera que facilita la interacción de personas y permite lograr metas comunes sin mayores percances (Carvajal, Suárez y Quiñónez , 2018).

Usar la tecnología en el entorno académico no es algo nuevo; sin embargo, la forma en la que dicha tecnología se utiliza ha cambiado mucho a lo largo de los años, ha permitido mayor flexibilidad, eficiencia y aprovechamiento de los recursos educativos, así como ofrecer una formación de mayor calidad a los estudiantes.

Cabero (1999) define a las Tecnologías Educativas como:

Los elementos curriculares que por sus sistemas simbólicos y estrategias de utilización propician el desarrollo de habilidades cognitivas en los sujetos, en un contexto determinado, facilitando y estimulando la intervención mediada sobre la realidad, la captación y comprensión de la información por el alumno y la creación de entornos diferenciados que propicien los aprendizajes.

Sánchez (2017) señala que su correcta utilización contribuye al desarrollo de la creatividad y la inventiva, habilidades que son valoradas en el Proceso de Enseñanza - Aprendizaje como un factor clave para el cambio social. El acceso instantáneo a la información, las relaciones sociales en la red y el llamado ocio digital son el marco de referencia que muestra que las tecnologías digitales están inmersas en el proceso de socialización.

Las Tecnologías Educativas constituyen uno de los recursos de integración, en diferentes sentidos:

- Social: porque iguala a los sujetos con dificultades o sin ellas.
- Cognitivo: porque promueve la reflexión, permite suplir carencias.
- Didáctico: porque propicia las interacciones entre las planificaciones docentes y las posibilidades del sujeto, al ofrecer herramientas y recursos para realizar las tareas propuestas.

### **1.1.1 Ventajas y desventajas generadas por el uso de las Tecnologías Educativas.**

Ventajas generadas por el uso de las Tecnologías Educativas, según Soto (2017).

- Interacción y actividad continua: los usuarios de las Tecnologías Educativas se mantienen, de manera constante, en actividad intelectual y además pueden estar en comunicación con una gran cantidad de personas. Este detalle le permite intercambiar experiencias y conocimientos sobre un tema, aspecto que representará la construcción del aprendizaje de manera más sólida y significativa.
- Gran diversidad de información: el uso en los procesos de aprendizaje da la oportunidad de tener acceso a gran cantidad de información, aspecto que permite que este no se limite a los temas tratados solo en los libros de texto y que, además, no pierda actualidad.
- Programación del aprendizaje: los usuarios pueden trabajar a su propio ritmo, por lo que no existe presión para avanzar a la velocidad de los demás. Cada persona puede programar los tiempos que dedicará para estudiar y los horarios en los que lo hará.
- Desarrollo de la iniciativa: la constante participación en actividades que requieren tomar decisiones para avanzar en el estudio, propicia el desarrollo de su iniciativa.
- Desarrollo de la habilidad para la búsqueda y selección de información: al realizar una búsqueda y obtener un mar de información, el usuario adquiere la habilidad de buscar, discriminar y seleccionar solo lo que necesita, o lo que le puede ayudar en su proceso de aprendizaje.
- Aprendizaje a partir de los errores: la retroalimentación inmediata para sus ejercicios y prácticas, permite a la persona conocer los errores en el momento en que se producen, lo cual ayuda para su corrección.
- Aprendizaje cooperativo: los instrumentos que proporcionan las tecnologías pueden apoyar el trabajo en grupo y el cultivo de actitudes sociales, el intercambio de ideas, la cooperación.
- Desarrollo de habilidades para el uso de la tecnología: Se obtienen capacidades y competencias para el manejo de las máquinas relacionadas con la electrónica, aspecto que da valor agregado a los Procesos de Enseñanza - Aprendizaje.

Desventajas generadas por el uso de las Tecnologías Educativas según Herrera, Briscón y Cáceres (2019).

- No existe un contacto personalizado: los usuarios de las Tecnologías Educativas en ocasiones carecen de calor humano. Además, al no ser personalizada la enseñanza se hace difícil atender a cada alumno, por lo que los contenidos se dan de manera general.
- El estudiante debe tener disciplina para fijarse sus tiempos de estudio: la falta de control sobre los usuarios puede provocar en ocasiones que los mismos se desvinculen de sus obligaciones y no cumplan con el principal objetivo de las Tecnologías Educativas, el apoyo al aprendizaje.
- El costo es generalmente más elevado: el acceso a las tecnologías educativas fuera de los centros educacionales suele tener costos elevados lo cual limita el acceso a un mejor aprendizaje.
- Trabajan en forma aislada, no desarrollan el sentido de colaboración ni de pertenencia.
- Cansancio visual: las intensas horas delante de ordenadores y demás dispositivos electrónicos produce efectos nocivos a la salud. Además de problemas físicos generados por malas posturas.
- Si no se tiene sustento pedagógico, puede frenar el aprendizaje.
- Si hay fallas en los equipos provoca frustración.
- Copiar y pegar de sitios informales y no entender nada de la información: si no se eligen sitios o portales adecuados se puede caer en el engaño o lo que es peor caer en el no aprender o hacernos de conocimientos falsos.

Derivado del análisis anterior se puede decir que actualmente las Tecnologías Educativas tienen gran importancia, puesto que ha cambiado el rol de los individuos. Ha permitido que se adquieran nuevas experiencias que influyan en el enriquecimiento del Proceso de Enseñanza – Aprendizaje. De tal manera que se han generado alternativas que posibilitan una mejoría constantemente en el diseño de los ambientes de aprendizaje.

### **1.2 Los Objetos de Aprendizaje como parte del Proceso Enseñanza- Aprendizaje.**

Un paso más en la evolución de la trasmisión del conocimiento es la aparición de los Objetos de Aprendizaje, los cuales han concebido una nueva forma de pensar en el aprendizaje. Por cuanto, el contenido deja de ser un medio para el logro de un objetivo y se convierte en un objeto con entidad propia, susceptible de ser reutilizado (Portilla, Granado y López, 2017).

Además, de acuerdo a Barroso (2014) surgen con el objetivo de compartir y reutilizar el conocimiento, esta teoría va tomando auge en los recursos que se integran en los productos de software educativos.

Entre las definiciones más citadas y asumidas se considera a un Objetos de Aprendizaje como la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación, el cual puede ser desarrollado con las Tecnologías de Información y las Comunicaciones con el fin de posibilitar su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo (Portilla et al., 2017).

Según García (2016) es una pieza digital de material educativo, con tema y contenido claramente identificables y direccionales, y cuyo principal potencial es la reutilización dentro de distintos contextos aplicables a la educación virtual. No obstante, esta definición no precisa las posibilidades que puede contener un Objetos de Aprendizaje de permitir un diálogo simulado con el usuario que lo utiliza.

### 1.2.1 Ventajas generadas por el uso de los Objetos de Aprendizaje.

La (Tabla 1) muestra un resumen con las principales ventajas que tienen los Objetos de Aprendizajes tanto para los estudiantes como para los profesores propuesta por Martínez, Bonet, Cáceres, Fargueta y García (2007).

**Tabla 1.** Ventajas de los Objetos de Aprendizajes para los estudiantes y profesores (Martínez, Bonet, Cáceres, Fargueta y García, 2007)

Ventajas	Estudiante	Profesor
Personalización	Individualización del aprendizaje en función de sus intereses, necesidades y estilos de aprendizaje.	Ofrecen caminos de aprendizajes alternativos Adaptan los programas formativos a las necesidades específicas de los estudiantes.
Interoperabilidad	Acceden a los objetos independientemente de la plataforma y el hardware.	Utilizan materiales desarrollados en otro contextos y sistemas de aprendizajes.
Accesibilidad	Tienen, acceso a los objetos de aprendizaje que se desee.	Obtienen, al momento los objetos que necesitan para construir los módulos de aprendizajes.
Reutilización	Los materiales ya han sido utilizados con criterios de calidad.	Disminuyen el tiempo invertido en el desarrollo del material didáctico.
Flexibilidad	Se integran en el proceso de aprendizaje Se adaptan al ritmo de aprendizajes del alumno.	Es de fácil adaptación a: Los distintos contextos de aprendizajes. Las diferentes metodologías de enseñanza - aprendizaje.
Durabilidad /Actualización	Acceden a contenidos que se adaptan fácilmente a los cambios tecnológicos.	Crean contenidos que pueden ser rediseñados y adaptados a las nuevas tecnologías.

### 1.3 Definición de Objeto de Aprendizaje Interactivo Experimental.

A lo largo de la presente investigación se hará referencia a los Objetos de Aprendizaje como Objetos de Aprendizajes Interactivos y Experimental (OA-IE) el cual se corresponde con las tendencias actuales de educación a distancia.

Para poder entender mejor el significado de un Objetos de Aprendizajes Interactivos y Experimental es necesario definir dos conceptos esenciales:

- **Interactividad:** un software interactivo permite al usuario tener un contacto directo con aplicaciones que están destinadas a cumplir un determinado objetivo, por ello cubrirá una necesidad o cumplirá una función específica para la que fue diseñado. Además, permite interactuar de manera directa

con el usuario utilizando recursos visuales, auditivos que en ocasiones permiten predecir al usuario las funciones previamente programadas (Richard y Alonso, 2018).

Además, según (Richard y Alonso, 2018), "Un sistema es interactivo cuando permite un diálogo continuo entre el usuario y la aplicación, respondiendo ésta a las órdenes de aquel".

- Experimentación: (Alvarez, 2016) define a un software experimental como un programa basado en la observación y la manipulación sistemática de la realidad para evolucionar el conocimiento que se tiene sobre un fenómeno concreto; implica la observación, manipulación, registro de las variables (dependiente, independiente, intervinientes) que afectan un objeto de estudio.

La (figura 1) presentan la definición de un Objetos de Aprendizajes Interactivos y Experimental de acuerdo a García (2014).



**Figura 1.** Objeto de Aprendizaje Interactivo y Experimental (García, 2014)

"Software de carácter educativo que permite la manipulación de sus parámetros a partir de la interacción de quien lo utiliza y produciendo una retroalimentación. Posee un contenido claramente identificable. Su principal potencial es la reutilización dentro de distintos contextos educativos, además de posibilitar la evaluación automatizada del aprendizaje del contenido".

## 1.4 Fase de Análisis.

### 1.4.1 Análisis del perfil del aprendiz.

Los módulos que se proponen en la presente investigación se encuentran destinados a estudiantes del primer año de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. Para el desarrollo de los módulos es importante conocer que dichos estudiantes provienen de distintos institutos educativos pertenecientes tanto a la enseñanza media - superior como a la enseñanza técnica - profesional y a cualquier provincia del país, por lo que el nivel de preparación no es uniforme. Además, durante el aprendizaje en enseñanzas anteriores han tenido un nivel bajo de utilización de recursos educativos apoyados por computadoras.

Tras un análisis realizado a los informes semestrales de las asignaturas Matemática Discreta 1 y Matemática Discreta 2 se detectaron las siguientes carencias:

- Dificultad en el desarrollo de hábitos de empleo del libro de texto.
- Los estudiantes permanecen dependientes del profesor y del turno de clase, no es capaz de lograr un auto-aprendizaje y una auto-evaluación en consonancia con la formación profesional del cambiante mundo de las ciencias informáticas.
- Los estudiantes presentan resistencia al razonamiento y no explotan al máximo, a veces ni al mínimo, su capacidad de pensar; también influye el escaso desarrollo del pensamiento algorítmico.
- Escaso uso de la bibliografía básica.
- Los estudiantes no se sienten motivados por el aprendizaje de la asignatura. Le confieren mayor importancia a las que a su juicio se acercan más a su desempeño laboral.

#### **1.4.2 Análisis del perfil del profesor.**

El análisis a los informes semestrales de las asignaturas de Matemáticas Discretas arrojó las siguientes carencias en cuanto al claustro de profesores que imparten la asignatura:

- Existencia de un claustro joven e inexperto, con conocimiento de los contenidos de la asignatura, pero con dificultades en el dominio de la pedagogía y la didáctica de las matemáticas.
- Existen problemas con la aplicación, en muchos casos aún incierta, de métodos de evaluación efectiva que permitan una retroalimentación apropiada y una comunicación efectiva entre los diferentes actores del Proceso de Enseñanza - Aprendizaje.
- Inadecuada planificación de las clases, el tiempo no se distribuye satisfactoriamente para lograr el cumplimiento de los objetivos, a partir de los contenidos a impartir y su complejidad.
- El mayor peso de las evaluaciones recae sobre las pruebas parciales y examen final y no sobre el proceso mismo de formación diaria, tomándose en cuenta a la evaluación en si como un fin y no como un medio para apoyar el aprendizaje.
- Las Tecnologías Educativas continúan sin ser aprovechadas aún con su potencial.
- Las clases y el estudio independiente en su mayoría se centran en los documentos digitalizados de la asignatura.
- No se controla la auto-preparación de los estudiantes con respecto a los contenidos abordados en clases anteriores.
- Uso excesivo del método expositivo en las clases, con lo que no se propicia la participación activa de los estudiantes.

### 1.4.3 Análisis del problema.

La asignatura Matemática Discreta 1 que se imparte en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas hasta el momento es impartida únicamente mediante clases presenciales. En el año 2016 para apoyar el Proceso de Enseñanza - Aprendizaje de la asignatura se desarrolló un sistema web interactivo y experimental, el cual se encuentra en proceso de migración hacia la plataforma web interactiva y experimental llamada *Sophia* la cual tiene como objetivo principal integrar módulos para las distintas asignaturas de la carrera.

Esta nueva plataforma aún no se encuentra en producción, no obstante, brinda la base necesaria para el desarrollo de módulos asociados a los temas de las asignaturas de la carrera. Es por ello, que la presente investigación está dirigida a incluirle a la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para la asignatura Matemáticas Discretas, permitiéndole a los estudiantes un adecuado flujo desde el aprendizaje hasta la evaluación de los contenidos de los temas de lógica proposicional y circuitos lógicos.

### 1.4.4 Análisis de Objetos de Aprendizajes similares.

Para que la propuesta de solución responda a las nuevas tendencias de la educación se realizó una búsqueda y análisis de Objetos de Aprendizaje que entre sus objetivos se encuentre abordar los contenidos de lógica proposicional y circuitos lógicos.

- *LogicMaker*: consiste en una aplicación que puede ser utilizada para circuitos combinatorios con compuertas lógicas y diferentes comprobaciones. No propone ejercicios, teoría y comparación de datos y posee un bajo nivel de usabilidad. Además, se encuentra en idioma inglés y es clasificado como un simulador (Zarate, 2015).
- *Logic Simulator Pro*: es una aplicación que permite construir circuitos con compuertas lógicas y otros dispositivos de forma digital para simular sus funciones; contiene una interfaz sencilla y fácil de utilizar; es totalmente gratis; se encuentra en idioma inglés y se clasifica como un simulador de circuitos lógicos (Zarate, 2015).
- *AnalLogica*: es una herramienta de lógica proposicional diseñada para generar tablas lógicas y tablas de la verdad. El programa admite un máximo de quince variables para un total de treinta y dos mil setecientos sesenta y ocho (32 768) posibilidades distintas. Permite probar equivalentes y negaciones, así como modificar la simbología a nuestro antojo. Una vez terminado el trabajo con *AnalLogica*, se podrá guardar los resultados en formato *TXTo* e incluso en la propia aplicación, de manera que se pueda seguir editándolo más adelante. Ofrece una interfaz sencilla y consume muy pocos recursos, por lo que cualquier estudiante podrá utilizarlo sin problemas independientemente de qué ordenador tenga (Suarez, n.d.).

- Calculadora lógica: permite calcular el resultado de proposiciones lógicas. Está inspirada en la calculadora de *Google*. La aplicación permite ingresar proposiciones lógicas de manera fácil y rápida. Después de haber ingresado la fórmula se puede generar su tabla de verdad o asignar los valores para cada variable manualmente. Se caracteriza por:
  - Número ilimitado de variables.
  - Operadores disponibles: negación, conjunción, disyunción, implicación, disyunción exclusiva y bicondicional.
  - Las sintaxis se encuentran marcadas en la fórmula y recibirá una notificación de error.
  - Entrada rápida y fácil.
  - Diseño simple.
  - Historia de fórmulas anteriores.
  - Las fórmulas se muestran claramente.
- Proposiciones lógicas: consiste en una aplicación que según Andrew (2018) posee las siguientes características:
  - Permite construir tablas de verdad.
  - Al ingresar una fórmula brinda consejos para su resolución.
  - Permite observar la resolución de las fórmulas paso a paso.
  - Permite obtener el árbol binario resultante para la resolución de una fórmula.
  - Muestra información para aprender acerca de los distintos componentes de una fórmula.

Los Objetos de Aprendizaje analizados no son aplicaciones web lo cual limita grandemente sus ventajas de centralización de la información, mejor interactividad y el uso de una interfaz amigable, por lo que constituyen aplicaciones distribuidas. Algunos de ellos permiten la experimentación, pero poseen un bajo nivel de interactividad. Además, se encuentran dirigidos hacia contenidos muy específicos de la lógica proposicional y circuitos lógicos.

A pesar de resolver determinados problemas de lógica proposicional y circuitos lógicos como: resolución de fórmulas lógicas, simulación de circuitos lógicos, construcción de tablas de verdad, entre otros, no constituyen Objetos de Aprendizajes Interactivos y Experimentales acordes a las exigencias de la educación actual que puedan ser utilizados en distintos contextos educativos.

#### **1.4.5 Análisis del entorno.**

La Universidad de las Ciencias Informáticas les ofrece a sus estudiantes una adecuada base tecnológica que puede ser utilizada en aras de aprovecharla durante su auto - preparación con el apoyo de las Tecnologías Educativas. A continuación, se relacionan los principales aspectos tecnológicos:

- La universidad cuenta con seis edificios docentes, cada uno de ellos con laboratorios docentes y de producción con acceso a la red interna de la universidad por vía red cableada o a través de, zonas de acceso a *WiFi*.
- El Centro de Información (Biblioteca) también cuenta con una serie de ordenadores y un punto de acceso a la red *WiFi*, además, tienen a su disposición repositorios de libros, tesis, artículos, entre otros.
- En cada una de las aulas se tiene a disposición un ordenador y dos televisores para el apoyo a las clases.
- En la zona céntrica de la universidad se encuentran dos puntos de acceso a la red *WiFi*.
- En apartamentos, oficinas, hospital, algunos pasillos docentes entre otros lugares, se cuenta con puertos para la conexión por red cableada.
- Estudiantes y profesores poseen dispositivos personales (laptops, *tablets*, teléfonos inteligentes). Independientemente a la vía por la cual los estudiantes y profesores se conecten a la red, estos tienen a su disposición el acceso a Internet y a la Intranet de la universidad donde pueden encontrar una serie de sistemas o servicios que pueden ser utilizados en la auto-preparación, ejemplo de ello:
  - Plataforma educativa ZERA (<https://zera.uci.cu>): se pudo constatar que en dicho sistema se encuentran disponibles contenidos, orientaciones y recursos de las asignaturas que se imparten en la carrera, dentro de ellas la asignatura de Matemáticas Discretas. En un análisis realizado a los recursos en dicha asignatura se pudo observar que solo cuenta con documentos, la mayoría libros electrónicos en formato *PDF*, presentaciones electrónicas en formato *PPT* y documentos de texto en formato *DOC*. Lo cual da paso a que se desaprovechen las ventajas que brindan las tecnologías en cuanto a la utilización, por ejemplo, de Objetos de Aprendizaje para la asimilación de los contenidos con un nivel mayor de dificultad. Muchas de estas responsabilidades son del claustro de profesores, los cuales son los responsables de subir a la plataforma contenidos que apoyen al Proceso de Enseñanza – Aprendizaje. En ocasiones ya sea por falta de herramientas, de conocimientos, permisos o de tiempo, entre otros no lo hacen de la manera adecuada. Independientemente de esto, es válido destacar que el ZERA como plataforma no posee mecanismos para la experimentación ni evaluación avanzada de los distintos contenidos que posee.
  - Repositorio de Objetos de Aprendizaje (<http://roa.uci.cu>): Se pudo comprobar la pobre variedad de Objetos de Aprendizaje relacionados con las Matemáticas Discretas, y además, los que posee cuentan con un bajo nivel de interactividad y no permiten la experimentación, lo cual induce a una poca comprensión de los contenidos más complejos y un bajo efecto de realismo en el contenido presentado.

- La universidad cuenta con una serie de repositorios y servidores *FTP* donde se puede encontrar un alto volumen de documentación tanto de determinadas asignaturas como de otros aspectos de interés acerca de la informática.

Unido a los elementos vistos anteriormente, a continuación, se describe a la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* ya presentada con anterioridad en el análisis del problema.

Las siguientes unidades son genéricas para el sistema, por tanto, no deben desarrollarse en el módulo de lógica proposicional y circuitos lógicos, pues una vez instalados los módulos, estos incluyen dichas funcionalidades con solo realizar algunas configuraciones que serán definidas en fases posteriores.

- Unidad de información: Consiste en la presentación de los elementos teóricos del tema (definiciones, conceptos, ejemplos resueltos, observaciones). En la plataforma esta unidad se pone de manifiesto a través de la presentación de un documento en formato *PDF*, el cual constituye el libro principal de la asignatura, este documento es configurable para cada módulo. Además, la plataforma brinda un espacio para la descarga de recursos (imágenes, videos, aplicaciones, documentos, entre otros), estos recursos son gestionables por los administradores y profesores con permisos. También cuenta con un espacio para presentar los conceptos principales, los cuales son configurables para cada módulo.
- Unidad de evaluación y retroalimentación: Les permite a los estudiantes comprobar sus conocimientos a través de auto – evaluaciones y evaluaciones orientadas por el profesor. Estas evaluaciones son evaluadas por el sistema de acuerdo al sistema de puntuación de 2, 3, 4 y 5:
  - 2 puntos: a lo sumo el 60% de respuestas correctas.
  - 3 puntos: entre el 60 y el 80% de respuestas correctas.
  - 4 puntos: entre el 80 y el 90% de respuestas correctas.
  - 5 puntos: más del 90% de respuestas correctas.

Las auto – evaluaciones y evaluaciones orientadas por el profesor funcionan de la manera siguiente:

- Auto – evaluaciones: consisten en un conjunto de ejercicios propuestos tanto por un profesor como por un estudiante a otro para el auto – estudio. Una vez respondidas las preguntas el sistema emite una nota de acuerdo al sistema de calificación explicado anteriormente. Dicha nota no se registra en el desempeño del estudiante, es solamente una forma de que el estudiante compruebe hasta dónde están sus conocimientos.
- Evaluaciones orientadas por el profesor: este tipo de evaluaciones son solo registradas por los profesores y administradores para los estudiantes, en este caso las calificaciones sí se registran en el desempeño de los estudiantes. A la hora de gestionar estas evaluaciones se puede restringir el acceso a ellas de acuerdo a los siguientes elementos.

- Protegida por contraseña: permite proteger una evaluación con contraseña, lo que significa que los estudiantes deberán introducir dicha contraseña para poder acceder a ellas.
- Asignada solo a determinados grupos: permite que solo tengan acceso a dichas evaluaciones los estudiantes de los grupos especificados o los profesores que imparten clases en ellos para la asignatura a la que corresponda la evaluación.
- Con fecha de expiración: permite establecer una fecha de expiración para la evaluación, lo que posibilita que una vez se venza su plazo automáticamente estas evaluaciones quedan deshabilitadas por lo que ya no se tendrá acceso a ellas.
- Cantidad de intentos: permite establecer una cantidad de intentos para la evaluación, la calificación que se registra es la mayor de las alcanzadas en todos los intentos.
- Los profesores encargados de cada grupo son los responsables de controlar las evaluaciones de sus estudiantes; atendiendo a que el sistema emite una nota según el porcentaje de respuestas correctas el profesor en correspondencia con las respuestas está facultado para modificar su nota.
- Existen varios tipos de preguntas definidos para las evaluaciones y la (Tabla 2) hace referencia a ello:

**Tabla 2.** Tipos de preguntas definidos para las evaluaciones

Comprobadas por sistema	Se envía para revisión del profesor
Si o No / Verdadero o Falso	Subir archivo
Seleccionar / Selección múltiple	Texto simple
Respuesta numérica	Texto ampliado
Ordenar / Completar	

Cada módulo es el responsable de definir las configuraciones para determinar cuáles de estos tipos de preguntas no desea utilizar en sus evaluaciones.

- Unidad didáctica: concebida por la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* como la experimentación con los contenidos adquiridos. Dicha experimentación les permite a los estudiantes reflexionar y auto - comprobar los conocimientos que adquirió en las clases y en el estudio con la unidad teórica. Esta unidad es sumamente importante para el auto – estudio de los

estudiantes debido a que ellos son sus propios gestores del conocimiento, son ellos quienes se proponen sus casos de estudio y los responden, una vez que el estudiante emite una respuesta el sistema es capaz de informar si es correcta o no, y en caso de ser incorrecta informar cuál es la respuesta correcta y una breve descripción del por qué es incorrecta. Esta unidad es implementada en su totalidad para cada módulo referente a los temas que se incluyan al sistema.

### 1.5 Metodología para el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.

CMS (2017) define metodología de software como “un marco de trabajo que es usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo de un sistema de información”.

Por otra parte, en la revista electrónica *International Journal of Computer Applications* se define una metodología de desarrollo de software como “un proceso mediante el cual un proyecto de software es completado o desarrollado a través de procesos o etapas bien definidas” (Chandra, 2015).

Para la presente investigación se selecciona la metodología *ISD - MeLO* debido al enfoque sistemático que presenta. Además, por ser útil para guiar el proceso de desarrollo de los OA desde el punto de vista pedagógico y flexible para aplicar en diversas situaciones de aprendizaje.

La metodología de desarrollo de sistemas instruccionales (*ISD - MeLO*) fue creada por Lúcia Blondet Baruque y Rubens Nascimento Melo en el año 2004. La metodología fue desarrollada siguiendo los lineamientos del proyecto *PGL (Partnership in Global Learning)*. *PGL* es una iniciativa internacional para diseñar y producir contenido educativo digital para el mercado empresario y académico en gran escala.

*ISD-MeLO* está enfocada en el diseño y desarrollo de contenido educativo a ser entregado a través de la web. Se basa en el modelo de diseño instruccional *ADDIE*, el cual incluye las siguientes fases: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación. Contempla que el ensamblaje de los objetos de aprendizaje sea realizado a mano por el diseñador instruccional (Baruque & Melo, 2004).

Fases de la metodología *ISD - MeLO*.

- Análisis: para determinar el problema y el perfil del aprendiz, incluso considerar la aplicación de modelos de estilos de aprendizaje. Genera los siguientes productos: formularios de análisis de perfil del aprendiz, análisis del problema, análisis ambiental, así como los Objetos de Aprendizaje existentes. De igual forma, esta fase considera los metadatos del Objetos de Aprendizaje, como parte fundamental para lograr su catalogación y reutilización.
- Diseño del Objetos de Aprendizaje: referido al contenido instructivo y el *look and feel* de la interfaz del Objetos de Aprendizaje. Se generan los siguientes productos: documentos de análisis de tarea y de análisis del contenido, secuenciamiento del Objetos de Aprendizaje (mapa conceptual), metadato y *storyboards* de diseño de la interfaz.

- Desarrollo del Objetos de Aprendizaje: destinada a producir el Objetos de Aprendizaje y almacenarlo en un repositorio. Puesta en práctica: donde se utiliza el Objetos de Aprendizaje desarrollado. En esta fase se debe tener el Objetos de Aprendizaje almacenado para poder utilizarlo en un LMS o una página web, tener un plan para la entrega de la instrucción y uso del Objetos de Aprendizaje.
- Implementación: referido a seleccionar la estrategia para integrar los Objetos de Aprendizaje en un producto. Seleccionar el modo de entrega más adecuado. Crear un plan de gestión. Ejecutar el producto con la estrategia de entrega seleccionada y hacer seguimiento del progreso.
- Evaluación del Objetos de Aprendizaje: destinada a medir la adecuación y la eficacia de la instrucción ofrecida con el Objetos de Aprendizaje. Genera los siguientes productos: ajustes o eliminación del Objetos de Aprendizaje del repositorio, verificación de si la instrucción satisface los objetivos del aprendizaje.

### 1.6 Herramientas y tecnologías utilizadas.

- Lenguaje de marcado de hipertexto HTML 5.

HTML 5 que es un lenguaje que se utiliza fundamentalmente en el desarrollo de páginas *web*. HTML es la sigla de *HiperText Markup Language* (Lenguaje de Marcación de Hipertexto) es un lenguaje que se utiliza comúnmente para establecer la estructura y contenido de un sitio web, tanto de texto, objetos e imágenes. Los archivos desarrollados en HTML usan la extensión .htm o .html (Becerra, 2018).

- Lenguaje de hojas de estilos en cascada CSS3.

CSS3 porque es un lenguaje usado para la presentación de documentos en HTML, es un mecanismo simple que describe cómo se va a mostrar un documento en la pantalla o como se lo va a imprimir, o también es conocido como el encargado de formular la especificación de las hojas de estilo la cual ofrece como ventaja: ahorrar tiempo y aligerar la carga del sitio web en general (Rodríguez, 2018).

- *JavaScript ECMA Script 6.0*.

*JavaScript* es un lenguaje de programación que se utiliza principalmente para crear páginas *web* dinámicas. Una página *web* dinámica es aquella que incorpora efectos como texto que aparece y desaparece, animaciones, acciones que se activan al pulsar botones y ventanas con mensajes de aviso al usuario. Técnicamente, *JavaScript* es un lenguaje de programación interpretado, por lo que no es necesario compilar los programas para ejecutarlos. En otras palabras, los programas escritos en *JavaScript* se pueden probar directamente en cualquier navegador sin necesidad de procesos intermedios (Fernández, 2017).

- Marco de trabajo (*Framework*) para *JavaScript*.

La biblioteca *jQuery* proporciona una capa de abstracción de propósito general para los *scripts web* comunes y, por lo tanto, es útil en casi todas las situaciones de *scripting*. Su naturaleza extensible significa

que nunca se podría cubrir todos los usos y funciones posibles en un solo libro, ya que los complementos se trabajan constantemente para desarrollar nuevas habilidades (Boduch, Chaffer y Swedberg, 2017). Para la presente investigación se propone utilizar *JavaScript* en su versión 3.3.1.

### **Conclusiones parciales del capítulo**

A partir del estudio y profundización en el objeto de estudio y el campo de acción definidos para la presente investigación, a través del análisis de los conceptos, la revisión documental y la aplicación de los métodos de investigación, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El análisis de las referentes teóricas que fundamentan el desarrollo de recursos basados en Tecnologías Educativas arrojó lo tan necesarias que son para el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje.
- El proceso de aprendizaje con el uso de Objetos de Aprendizaje posibilita la libre exploración y control del propio aprendizaje de cada estudiante. Los Objetos de Aprendizaje representan un recurso didáctico que contribuyen al Proceso de Enseñanza – Aprendizaje en la Educación Superior por sus capacidades de flexibilidad y utilización en diferentes escenarios educativos.
- La utilización de la metodología *ISD-MeLO* para guiar el proceso de desarrollo de los Objetos de Aprendizaje – Interactivo Experimental fue factible para cumplir los objetivos de esta investigación, al ser estos pequeños proyectos de desarrollo de software que deben ser entregados en un corto período de tiempo y de contenido pedagógico.
- Al considerar los Objetos de Aprendizaje – Interactivo Experimental como producto de software fue necesario para su desarrollo el uso de herramientas, teniendo en cuenta que la propuesta de solución como debe integrarse a una plataforma existente se debe emplear el mismo entorno de desarrollo.

## Capítulo 2: Diseño y desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*.

Para el cumplimiento del objetivo general de la investigación es necesario integrar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos a la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*. Por ello deben seguirse una serie de pautas de diseños necesaria para el posterior desarrollo de cada módulo y para mantener una armonía en dicha plataforma.

### 2.1 Fase de Diseño.

#### 2.1.1 Análisis de los contenidos que contendrá el módulo de lógica proposicional.

El módulo de lógica proposicional abarca una serie de temas específicos. Dichos temas estarán distribuidos en los siguientes escenarios:

- Libro de la asignatura: lo constituye el Libro en formato *PDF* titulado “Matemáticas Discretas para Ingenieros en Ciencias Informáticas” del autor Alién García Hernández.
- Conceptos principales: recoge la siguiente relación de aquellos conceptos o definiciones principales para el tema de lógica proposicional: proposición, proposición simple, variable proposicional, tabla de verdad, operador de negación, operador de conjunción, operador de disyunción, operador condicional, operador bicondicional, operador de disyunción exclusiva, operador *NAND*, operador *NOR*, fórmula proposicional, recíproco y contrarrecíproco, precedencia de operadores, clasificación de fórmulas, implicación lógica, equivalencia lógica, forma normal conjuntiva, forma normal disyuntiva, formas normales completas y las leyes de la lógica proposicional.

Algunos de los contenidos relacionados anteriormente están presentes en la experimentación, la cual se encuentra distribuida en la siguiente estructura:

- Experimentación con tablas de verdad: permite definir las proposiciones y la fórmula a desarrollar. El sistema presenta una confección de la tabla de verdad permitiéndole al usuario introducir los resultados de cada interpretación de la tabla. Una vez confeccionada correctamente la tabla de verdad, el sistema permite clasificar cada interpretación en modelo o contramodelo, y clasificar la fórmula en tautología, contradicción o contingencia.
- Determinar si una fórmula implica lógicamente a otra.
- Determinar si dos fórmulas son lógicamente equivalentes.

#### 2.1.2 Análisis de los contenidos que contendrá el módulo de circuitos lógicos.

El módulo de circuitos lógicos abarca una serie de temas específicos. Dichos temas estarán distribuidos en los siguientes escenarios:

- Libro de la asignatura: lo constituye el libro en formato *PDF* titulado "Matemáticas Discretas para Ingenieros en Ciencias Informáticas" del autor Alién García Hernández.
- Conceptos principales: recoge la siguiente relación de aquellos conceptos o definiciones principales para el tema de circuitos lógicos: compuerta *NOT*, compuerta *AND*, compuerta *OR*, diseño de circuitos lógicos, representación de la función de un circuito, circuitos equivalentes, simplificación de circuitos con las leyes de la lógica proposicional.

La experimentación, incluye algunos de los temas vistos anteriormente. A continuación, se detalla su estructura:

- Diseñar circuitos lógicos.
- Experimentación con los componentes de un circuito dígase las compuertas (*AND*, *NOT*, *OR*).
- Dado una fórmula obtener el circuito correspondiente.
- Dibujar un circuito lógico.

### **2.1.3 Secuencia para el aprendizaje.**

Para un mejor entendimiento de los contenidos y desarrollo de las habilidades de los temas antes mencionados, la autora de la presente investigación propone la siguiente secuencia de pasos para el aprendizaje a través del sistema:

1. Adquirir los conocimientos a través de la consulta de información con el uso del libro de texto, los conceptos principales y los recursos disponibles en el repositorio.
2. Comprobar los conocimientos adquiridos mediante la experimentación.
3. Realizar auto-evaluaciones para comprobar de manera cuantitativa el nivel alcanzado durante el estudio.
4. Realizar evaluaciones orientadas por el profesor.

### **2.1.4 Estructura de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.**

Mapa de navegación:

Los mapas de navegación proporcionan una representación esquemática de la estructura completa (o resumida) de por ejemplo un sitio web. Su principal función es orientar al usuario durante el recorrido o facilitarle un acceso directo al lugar que le interese. Refleja la estructura del *web* por medio de enlaces a los nodos principales, y éstos también pueden desarrollarse para mostrar los subnodos. El mapa de navegación puede representarse bien en forma textual, bien en forma gráfica, o una combinación de ambas.

La (Figura 2) muestra el mapa de navegación correspondiente a los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.

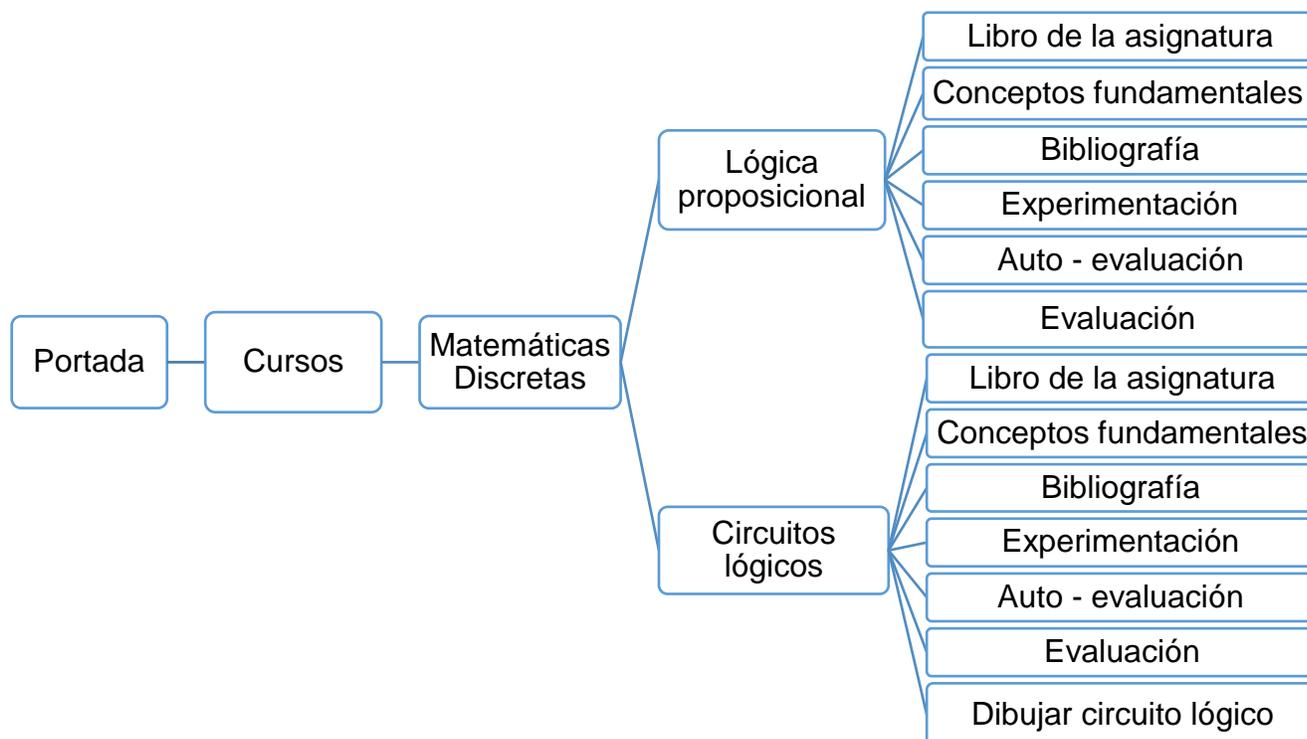


Figura 2. Mapa de navegación

### 2.1.5 Requisitos funcionales.

La (Tabla 3) especifica los requisitos funcionales definidos para el módulo de lógica proposicional.

Tabla 3. Requisitos funcionales del módulo de lógica proposicional

Requisito Funcional	Descripción
RF 1	Configurar los parámetros del archivo de configuración del módulo de lógica proposicional.
RF 2	Mostrar el capítulo 1 del Libro Matemáticas Discretas para Ingenieros en Ciencias Informáticas.
RF 3	Mostrar los conceptos fundamentales extraídos del capítulo de lógica proposicional del Libro Matemáticas Discretas para Ingenieros en Ciencias Informáticas.
RF 4	Definir las proposiciones a utilizar en la experimentación.
RF 5	Definir la fórmula a utilizar en la experimentación.
RF 6	Generar tabla de verdad.
RF 7	Calificar resultados introducidos al completar la tabla de verdad.
RF 8	Mostrar calificación de los resultados introducidos al completar la tabla de verdad.
RF 9	Calificar resultados introducidos en la clasificación de interpretaciones en la tabla de verdad.

RF 10	Mostrar clasificación de los resultados introducido en la clasificación de interpretaciones en la tabla de verdad.
RF 11	Calificar resultados introducidos en la clasificación de fórmulas.
RF 12	Mostrar clasificación de los resultados introducidos en la clasificación de fórmulas.
RF 13	Definir fórmula A a utilizar en la experimentación.
RF 14	Definir fórmula B a utilizar en la experimentación.
RF 15	Calificar resultado introducido en la determinación de si A implica lógicamente a B.
RF 16	Mostrar resultado de calificación de resultado introducido en la determinación de si A implica lógicamente a B.
RF 17	Mostrar ayuda para la experimentación con implicación lógica.
RF 18	Definir fórmula A a utilizar en la experimentación.
RF 19	Definir fórmula B a utilizar en la experimentación.
RF 20	Calificar resultado introducido en la determinación de si A y B son lógicamente equivalente.
RF 21	Mostrar resultado de calificación de resultado introducido en la determinación de si A y B son lógicamente equivalente.

En la (Tabla 4) se especifican los requisitos funcionales definidos para el módulo de circuitos lógicos.

**Tabla 4.** Requisitos funcionales del módulo de circuitos lógico

Requisito Funcional	Descripción
RF 21	Configurar los parámetros del archivo de configuración del módulo de circuitos lógicos.
RF 22	Mostrar el capítulo 3 del Libro Matemáticas Discretas para Ingenieros en Ciencias Informáticas.
RF 23	Mostrar los conceptos fundamentales extraídos del capítulo de circuitos lógicos del Libro Matemáticas Discretas para Ingenieros en Ciencias Informáticas.
RF 24	Definir las proposiciones a utilizar en el diseño del circuito lógico.
RF 25	Definir la fórmula a utilizar en el diseño del circuito lógico.
RF 26	Simplificar la fórmula a utilizar en el diseño del circuito lógico.
RF 27	Representar gráficamente el circuito lógico a partir de la fórmula simplificada.
RF 28	Exportar el circuito lógico como imagen en formato <i>PNG</i> .
RF 29	Exportar el circuito lógico como archivo en formato <i>JSON</i> .
RF 30	Guardar circuito lógico en el portafolios del sistema.

RF 31	Generar tabla con las interpretaciones derivadas de las proposiciones introducidas.
RF 32	Representar gráficamente la simulación de una interpretación seleccionada de las derivadas de las proposiciones lógicas.
RF 33	Representar gráficamente la simulación automática de toda la interpretación seleccionada de las derivadas de las proposiciones lógicas.
RF 34	Dibujar circuito lógico.
RF 35	Importar circuito lógico desde un archivo en formato <i>JSON</i> exportado con anterioridad.
RF 36	Importar circuito lógico desde el portafolios del sistema.

---

### **2.1.6 Requisitos no funcionales.**

Los requisitos no funcionales son aquellos que especifican propiedades del sistema, como restricciones del entorno o de la implementación, rendimiento, facilidad de mantenimiento, extensibilidad y fiabilidad. Describen aspectos del sistema que son visibles por el usuario, que no incluyen una relación directa con el comportamiento funcional del sistema (Jacobson, Booch, y Rumbaugh, 2000). A continuación, se listan los identificados para los Objetos de Aprendizaje – Interactivo Experimental a desarrollar.

Requisitos de usabilidad.

RnF1: Los términos utilizados se establecerán acorde al negocio correspondiente para facilitar la comprensión de la herramienta de trabajo.

RnF2: El sistema poseerá estructura y diseño homogéneos en todas sus pantallas, que facilite la navegación.

- a) Opción de ayuda integrada en los escenarios de experimentación en cada uno de los módulos propuestos.

RnF3: Se debe mostrar al usuario todos los detalles sobre los errores ocurridos en su petición, sin comprometer la seguridad del sistema.

Requisitos de interfaz.

RnF4: Se desea que la interfaz externa del producto sea de fácil navegación por el usuario, sencilla y legible, que mantenga los estándares y características de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* como son: los colores, la estructura de los botones, el estilo y tamaño de letra, ya que los módulos a construir van a ser incorporado a dicha plataforma.

Para lograr una interfaz de usuario amigable, atractiva y funcional para el usuario final, es necesario tener en cuenta algunos principios de diseño de interfaz de usuario que serán listados a continuación.

- Las funcionalidades deberán estar al alcance de un *click* y representadas por íconos asociados a la acción que se realiza, de manera que cualquier persona con un mínimo dominio de la informática pueda hacer uso del sistema.
- Garantizar la legibilidad de manera que exista contraste de los colores de los textos con el fondo y el tamaño de la fuente sea lo suficientemente adecuado a la vista del usuario.
- Los mensajes mostrados al usuario deben ser concisos y de fácil comprensión.

Requisitos de software.

RnF5: Se debe poder utilizar el sistema en los navegadores Mozilla Firefox como versión mínima 56.0 y Google Chrome como versión mínima 72.0.

### 2.1.7 Diseño de la apariencia.

Como los módulos propuestos se integran a la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*, se siguieron las siguientes pautas para mantener una interfaz amigable:

- Tipo de letra.
  - Roboto, sans-serif.
- Color de letra.
  - #0c5460, #212529, #fff y #007bff y en negritas las palabras claves.
- Botones.
  - Todos los botones “Cancelar” son de color naranja oscuros específicamente #ff3547.
  - Los botones “Cancelar” se ubican siempre en el extremo derecho de la ventana.
  - El resto de los botones utilizados son de color azul específicamente #4285f4.
- Tonalidades en las páginas.
  - Se utilizaron varias tonalidades de azules entre ellas #09c, #007bff y #3f51b5.

Además de todos los elementos vistos anteriormente se hizo uso del Formato *Web Responsive* conocido por sus siglas en inglés (*RWD*). “*Responsive Web Design*” es una filosofía o nuevo enfoque para solucionar los problemas de diseño para la gran diversidad de resoluciones y dispositivos. Este enfoque quiere centrarse en el contenido, y en el cliente, en su experiencia de usuario, si deja de trabajar con su equipo de sobremesa y quiere continuar navegando en la misma página *web* desde una *tablet* o *smartphone* de acuerdo a Alonso (2013).

A nivel implementación *RWD* tiene tres conceptos claves. El primero de ellos es el uso de los *Media Queries* que ofrece CSS3 la cual permite aplicar estilos condicionalmente teniendo en cuenta parámetros de la pantalla. El segundo se trata del diseño web fluido, se trata de *layouts* definidos en porcentajes que se ajustan a los anchos de la pantalla. Y por último el tercer concepto se trata de los elementos fluidos dentro de estos *layouts*, como son las fuentes, las imágenes o elementos multimedia.

El *RWD*, como guía de buenas prácticas para el diseño de páginas web enfocadas en la navegación multiplataforma, según (González y Marcos, 2013) resume muchas ventajas:

- Una única *URL*, sin multiplicidad de canales, como subdominios *mobile-friendly* o aplicaciones móviles.
- Sólo es necesario un único desarrollo de código *HTML*, válido para una gran cantidad de dispositivos.
- Google, el mayor motor de búsqueda del mundo, lo recomienda.

### 2.1.8 Diseño de la interfaz.

El diseño de la interfaz de usuario crea un medio eficaz de comunicación entre los seres humanos y la computadora. Siguiendo un conjunto de principios de diseño de la interfaz, el diseño identifica los objetos y acciones de ésta y luego crea una plantilla de pantalla que constituye la base del prototipo de la interfaz de usuario Sommerville (2011).

La (Figura 3) detalla la pantalla de inicio de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*. El espacio intermedio señalado con un contorno más oscuro representa la zona cambiante para cada uno de los módulos.

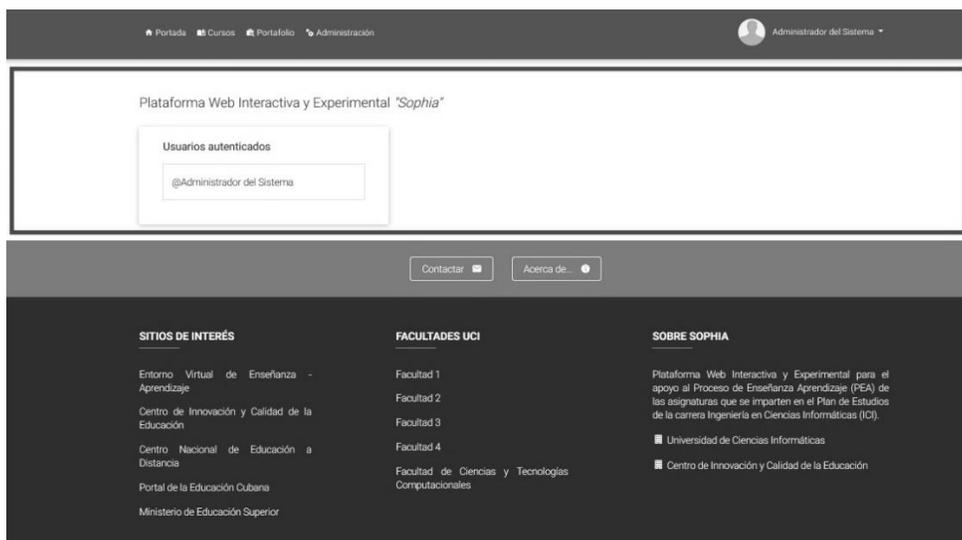
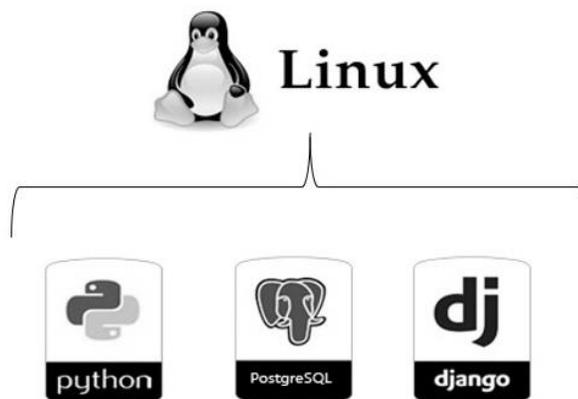


Figura 3. Pantalla de inicio de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*

## 2.2 Fase de Desarrollo.

### 2.1.1 Instalación y configuración de la Plataforma Sophia.

En la (Figura 4) se relacionan las herramientas y tecnologías necesarias para comenzar con la instalación de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*.



**Figura 4.** Herramientas y tecnologías para la instalación de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*

En la figura anterior, como primer prerequisite para instalar la plataforma se especifica a alguna distribución de Linux como sistema operativo. Lo que no significa que estaría disponible únicamente para Linux. Principalmente porque debido a las características multiplataformas de las herramientas y tecnologías utilizadas, también puede ser instalada en otros sistemas operativos.

Por políticas de migración de la Universidad de las Ciencias Informáticas hacia *software* libre, en la presente investigación se propone la instalación y configuración de la plataforma sobre el sistema operativo *Linux*.

Como segundo requisito fue necesaria la instalación de *Python* como lenguaje de programación en su versión 3.6, *PostgreSQL* como gestor de base de datos en su versión 10 y como marco de trabajo *Django* en su versión 2.1.

La (Tabla 5) especifica los comandos utilizados para la instalación de las herramientas requeridas en la instalación de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*.

**Tabla 5.** Comandos utilizados para la instalación de las herramientas requeridas

Herramientas	Explicación	Comandos
Instalación del lenguaje de programación Python 3.6,	Los paquetes correspondientes a la instalación de Python vienen incorporados al instalar las distribuciones de Linux. En caso de que la distribución no contenga una versión de las versiones 3.x de Python debe instalarse mediante el comando.	apt install python3.6
Instalación del Sistema Gestor de Bases de Datos PostgreSQL 10	Para su instalación es necesario ejecutar el comando.	apt install postgresql-10
Instalación del Marco de Trabajo Django.	Para su instalación primeramente es necesario situar la ventana de comandos en el directorio de la raíz del proyecto y realizar las siguientes acciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Instalar pip: Para su instalación se necesario ejecutar el siguiente comando: apt install python3-pip</li> <li>o Instalar virtualenv: Para su instalación es necesario ejecutar los siguientes comandos: apt install virtualenv wrapper apt install python3-venv</li> <li>o Crear virtualenv para el proyecto: Para crear un virtualenv para el proyecto es necesario ejecutar el siguiente comando: python3 -m venv venv</li> <li>o Instalar Django y demás dependencias del proyecto: es necesario ejecutar el siguiente comando: pip install -r requirements.txt</li> </ul>
Configurar la conexión de la plataforma a la Base de Datos.	Para ello es necesario abrir el archivo sophia_uci/db_config.py y cambiar los parámetros de configuración a la Base de Datos.	<pre> DATABASES = {     'sophia': {         'ENGINE': 'django.db.backends.postgresql_psycopg2',         'NAME': 'sophia',         'HOST': 'localhost',         'PORT': '5432',         'USER': 'postgres',         'PASSWORD': 'postgres'     },     'postgres': {         'ENGINE': 'django.db.backends.postgresql_psycopg2',         'NAME': 'postgres',         'HOST': 'localhost',         'PORT': '5432',         'USER': 'postgres',         'PASSWORD': 'postgres'     } } </pre>

- En la configuración con el nombre *sophia* debe especificarse la configuración para la conexión a la Base de Datos de la plataforma y en la configuración *postgres* debe especificarse la conexión a la Base de Datos de *postgres* para el mantenimiento del sistema.
- Activar *virtualenv*: para ello es necesario ejecutar el siguiente comando.  

```
source venv/bin/activate
```
  - Generar la Base de Datos y cargar datos iniciales: para ello es necesario ejecutar el siguiente comando:  

```
python manage.py initial.
```
  - Ejecutar el servidor *web* de pruebas: para ello es necesario ejecutar el siguiente comando con el *virtualenv* activo:  

```
python manage.py runserver
```
  - Acceder al sistema: Abrir el navegador e introducir la URL `http://localhost:8000`.

### 2.1.2 Configuración de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.

Para el caso específico de los módulos que son temas de la asignatura dentro de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia*, uno de los primeros aspectos que se deben tener en cuenta es que cada uno debe contar con un archivo *settings.py*. En ellos se definen un conjunto de parámetros de configuración, los cuales se tienen en cuenta para la instalación de los módulos una vez desarrollados. A continuación, se mencionan todas las configuraciones que fueron necesarias realizar en el *settings.py* para los módulos propuestos.

- NAME: nombre del tema.
- SLUG: nombre del módulo.
- AUTHORS: nombre de los desarrolladores del módulo.
- SUBJECT\_SLUG: siglas de la asignatura en minúsculas.
- DESCRIPTION: descripción del tema sobre el que aborda el módulo.
- OBJECTIVE: objetivo del tema.
- BASIC\_KNOWLEDGE: conocimientos básicos para entender el tema.
- BASIC\_SKILLS: habilidades básicas.
- COMPLEMENTARY\_SECTION: sección de funcionalidades complementarias.
- ACADEMIC\_SEMESTER: en que semestre se imparte.
- QUESTION\_EXCLUDE\_TYPES: tipos de respuestas que el módulo no tendrá en cuenta para las preguntas de autoevaluaciones y evaluaciones.
- NUMBER: número del tema dentro de la asignatura.
- ALLOW\_BOOK: posee el libro de la asignatura o no.
- ALLOW\_CONCEPTS: posee los conceptos principales o no.

- ALLOW\_BIBLIOGRAPHY: posee el repositorio de recursos o no.
- ALLOW\_EXPERIMENTATION: posee experimentación o no.
- ALLOW\_AUTO\_EVALUATION: posee auto - evaluaciones o no.
- ALLOW\_EVALUATION: posee evaluaciones o no.
- BOOK\_NUMBER\_PAGE: número de la página del libro de la asignatura donde se encuentra el tema.
- CONCEPTS\_NAME: consiste en un diccionario compuesto por llave: valor, la llave es el nombre del archivo donde se encuentra el concepto y el valor es el nombre del concepto.
- EXPERIMENTATION\_CSS\_STYLES: consiste en una lista con todos los archivos CSS de la experimentación.
- EXPERIMENTATION\_JS\_IMPORT: consiste en una lista con todos los archivos *JavaScript* de la experimentación.
- EXPERIMENTATION\_FILE: especifica cual es el archivo para la experimentación.

### 2.1.3 Desarrollo del módulo de lógica proposicional.

La (Tabla 6) define las principales características de la dependencia utilizada en el módulo de lógica proposicional.

**Tabla 6.** Dependencia utilizada en el módulo de lógica proposicional

Dependencia	Características
Librería jsep	<p>Versión: 0.3.4</p> <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizador de <i>JavaScript</i> para expresiones matemáticas.</li> <li>• Puede analizar expresiones como <math>x * (1 + 2)</math> y convertirlas en un AST.</li> <li>• Funciona tanto en el lado del servidor como en el lado del cliente de <i>JavaScript</i>.</li> <li>• No analiza las operaciones de <i>JavaScript</i> (por ejemplo, <math>var a = b;</math>) ni los bloques de código (por ejemplo, <code>si (...) {...}</code>).</li> </ul> <p>Página web del fabricante: <a href="http://jsep.from.so/">http://jsep.from.so/</a>.</p>

La librería *jsep* fue utilizada en la presente investigación con el objetivo de parsear una fórmula y extraer de ella el árbol de resolución. A dicho árbol se le hace un recorrido en posorden para obtener el resultado esperado.

Configuración de la librería *jsep*: para ello es necesario especificar en el archivo *math.js* los operadores con los que va a trabajar la librería y aquellos que desean remover. La (Figura 5) muestra los comandos que fueron especificados para la librería *jsep*.

```

jsep.removeAllBinaryOps();
jsep.removeAllUnaryOps();
jsep.removeAllLiterals();
jsep.addUnaryOp('¬');
jsep.addBinaryOp("^", 4);
jsep.addBinaryOp("∨", 3);
jsep.addBinaryOp("⇒", 2);
jsep.addBinaryOp("⇔", 1);
jsep.addLiteral('false', 0);
jsep.addLiteral('true', 1);

```

Figura 5. Comandos para la configuración de la librería *jsep*

#### 2.1.4 Desarrollo del módulo de circuitos lógicos.

La (Tabla 7) define las principales características de la dependencia utilizada en el módulo de circuitos lógicos.

Tabla 7. Dependencia utilizada en del módulo de circuitos lógicos

Dependencia	Características
Gojs	<p>Versión: 2.0</p> <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>GoJS</i> es una biblioteca de <i>JavaScript</i> y <i>TypeScript</i> para crear diagramas y gráficos interactivos.</li> <li>• Facilita la construcción de diagramas de <i>JavaScript</i> de nodos complejos, enlaces y grupos con plantillas y diseños personalizables.</li> <li>• Ofrece muchas funciones avanzadas para la interactividad del usuario, como arrastrar y soltar, copiar y pegar, edición de texto en el lugar, información sobre herramientas, menús contextuales, diseños automáticos, plantillas, enlace de datos y modelos, estado transaccional y gestión de deshacer, paletas, descripciones generales, controladores de eventos, comandos y un sistema de herramientas extensible para operaciones personalizadas.</li> </ul> <p>Página oficial: <a href="https://gojs.net">https://gojs.net</a></p>

La librería *Gojs* fue utilizada en la presente investigación con el objetivo de simular la construcción de un circuito lógico para lo cual es necesario las entradas previamente definidas por el usuario. Además de poder ejecutar una simulación para verificar las salidas lógicas resultantes.

### 2.1.5 Descripción de las funcionalidades de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.

La (Tabla 8) describe el funcionamiento de experimentar con tablas de verdad referente al módulo de lógica proposicional. Las restantes tablas se pueden encontrar en el documento Descripción\_Funcionalidades.doc generado como artefacto para la presente investigación.

**Tabla 8.** Experimentar con tablas de verdad

Funcionalidad	Experimentar con tablas de verdad
Objetivo.	Apoyar a los usuarios en la confección de tablas de verdad una vez introducido los datos. De tal manera que le sirva además para corroborar resultados obtenidos de manera manual.
Beneficios.	Permite crear tablas de verdad. Permite clasificar cada interpretación. Permite clasificar la fórmula.
Instrucciones.	<p>Paso 1: Los usuarios pueden introducir las proposiciones o entradas de la tabla de verdad. Teniendo en cuenta que solo se admiten 4 proposiciones como máximo, no deben estar repetidas y deben estar compuesta por solo un literal alfabético. Si los campos fueron completados correctamente se puede continuar hacia el próximo paso. De lo contrario emite un mensaje de error e indica donde ha ocurrido para su posterior corrección.</p> <p>Paso 2: Los usuarios pueden introducir la fórmula a evaluar con utilización únicamente las proposiciones introducidas en el paso anterior. Si la fórmula está correctamente estructurada puede dirigirse al siguiente paso.</p> <p>Paso 3: Los usuarios pueden introducir los posibles resultados de evaluar la fórmula para cada interpretación, de estar correctos podrá continuar al paso siguiente.</p> <p>Paso 4: Los usuarios pueden clasificar cada interpretación en modelo o contramodelo. A su vez pueden clasificar la fórmula en general en tautología, contradicción o contingencia. Si las clasificaciones son correctas el sistema le muestra un mensaje satisfactorio De lo contrario emite un mensaje de error e indica donde ha ocurrido para su posterior corrección.</p>

La (Tabla 9) describe el funcionamiento de experimentar con circuitos lógicos referente al módulo de circuitos lógicos. Las restantes tablas se pueden encontrar en el documento Descripción\_Funcionalidades.doc generado como artefacto para la presente investigación.

**Tabla 9.** Experimentación con circuitos lógicos

Funcionalidad	Experimentar con Circuitos lógicos
Objetivo	Garantizar que los usuarios puedan observar el circuito lógico generado a partir de una fórmula definida.
Beneficios	Permite simular cada interpretación. Permite simular automáticamente todas las interpretaciones a un tiempo definido. Permite exportar el circuito en formato <i>PNG</i> . Permite exportar el circuito en formato <i>JSON</i> .

Instrucciones	<p>Permitir guardar el circuito en el portafolios del sistema.</p> <p>Paso 1: Los usuarios puede introducir las proposiciones o entradas. Teniendo en cuenta que solo se admiten 4 proposiciones como máximo, no deben estar repetidas y deben estar compuesta por solo un literal alfabético. Si los campos fueron completados correctamente se puede continuar hacia el próximo paso. De lo contrario emite un mensaje de error.</p> <p>Paso 2: Los usuarios pueden introducir la fórmula a evaluar con la utilización únicamente las proposiciones introducidas en el paso anterior. Si la fórmula está correctamente estructurada puede dirigirse al siguiente paso.</p> <p>Paso 3: Una vez generado el circuito el usuario tiene la opción de exportarlo en formato <i>PNG</i> para guardarlo como foto, guardarlo en el portafolios o en formato <i>JSON</i> especificando siempre el nombre del archivo.</p> <p>Paso 4: Los usuarios pueden definir un tiempo en segundos como máximo 10 segundos para observar la simulación de cada interpretación simultáneamente.</p> <p>Paso 5: Los usuarios pueden simular cada interpretación de manera individual.</p>
---------------	---

### 2.1.6 Estándares de codificación utilizados.

Un estándar de codificación completo comprende todos los aspectos de la generación de código. Si bien los programadores deben implementar un estándar de forma prudente, éste debe tender siempre a lo práctico. Un código fuente completo debe reflejar un estilo armonioso, como si un único programador hubiera escrito todo el código de una sola vez.

En la (Tabla 10) se especifican los estándares de codificación a utilizar en la construcción de la solución.

**Tabla 10.** Estándares de codificación usados en la implementación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos

Tipo de estándar	Descripción del estándar
Indentación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las líneas de continuación deben alinearse verticalmente con el carácter que se ha utilizado (paréntesis, llaves, corchetes).</li> <li>Utilizar una indentación de una tabulación para cada línea con excepción de la primera.</li> <li>La indentación se realizará solamente con tabulaciones, no debe utilizarse nunca los cuatro espacios.</li> <li>Todas las líneas deben estar limitadas a un máximo de ochenta caracteres.</li> </ul>
Máxima longitud de las líneas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dentro de paréntesis, corchetes o llaves se puede utilizar la continuación implícita para cortar las líneas largas.</li> <li>En cualquier circunstancia se puede utilizar el carácter “\” para cortar las líneas largas.</li> <li>Separar las funciones de alto nivel y definiciones de clases con dos líneas en blanco.</li> </ul>
Líneas en blanco.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las definiciones de métodos dentro de una clase deben separarse por una línea en blanco.</li> <li>Se puede utilizar líneas en blanco escasamente para separar secciones lógicas.</li> <li>Utilizar la codificación <i>UTF-8</i>.</li> </ul>

- Codificaciones.
- Se pueden incluir cadenas que no correspondan a esta codificación utilizando “\x”, “\u” o “\U”.
- Importaciones.
- Las importaciones deben estar en líneas separadas.
  - Siempre deben colocarse al comienzo del archivo.
  - Deben quedar agrupadas de la siguiente forma:
  - Importaciones de la librería estándar.
  - Importaciones terceras relacionadas.
  - Importaciones locales de la aplicación / librerías.
  - Cada grupo de importaciones debe estar separado por una línea en blanco.
  - Evitar utilizar espacios en blanco en las siguientes situaciones:
    - Inmediatamente dentro de paréntesis, corchetes y llaves. Inmediatamente antes de una coma, un punto y coma o dos puntos.
    - Inmediatamente antes del paréntesis que comienza la lista de argumentos en la llamada a una función.
    - Inmediatamente antes de un corchete que empieza una indexación.
    - Más de un espacio alrededor de un operador de asignación (u otro) para alinearlo con otro.
- Espacios en blanco en expresiones y sentencias.
- Deben rodearse con exactamente un espacio los siguientes operadores binarios:
    - Asignación.
    - Asignación de aumentación.
    - Comparación.
    - Expresiones lógicas.
  - Si se utilizan operadores con prioridad diferente se aconseja rodear con espacios a los operadores de menor prioridad.
  - No utilizar espacios alrededor del igual (=) cuando es utilizado para indicar un argumento de una función o un parámetro con un valor por defecto.
  - Los comentarios deben ser oraciones completas.
- Comentarios.
- Si un comentario es una frase u oración su primera palabra debe comenzar con mayúscula a menos que sea un identificador que comience con minúscula.
  - Nunca cambiar las minúsculas y mayúsculas en los identificadores de clases, objetos, y funciones.
  - Si un comentario es corto el punto final puede omitirse.
  - Deben estar indentados al mismo nivel que el código a comentar.
- Comentarios en bloque.
- Cada línea de un comentario en bloque comienza con un numeral (#) en el caso de *Python* o un asterisco (\*) en el caso de *JavaScript*.
  - Se recomienda utilizarlos escasamente.
- Comentarios en la misma línea.
- Se debe definir comenzando por un numeral (#) en el caso de *Python* o dos slash (//) en el caso de *JavaScript* seguido de un espacio en blanco.
  - Deben ubicarse en la misma línea que se desea comentar.

Convenciones de nombramiento.

- Nunca se deben utilizar como simple caracteres para nombres de variables los caracteres ele minúscula "l", o mayúscula "O", ele mayúscula "L" ya que en algunas fuentes son indistinguibles de los números uno 1 y cero 0.
- Los módulos deben tener un nombre corto y en minúscula.
- Los nombres de clases deben utilizar la convención "CapWords" (palabras que comienzan con mayúsculas).
- Los nombres de las excepciones deben estar escrito también en la convención "CapWords" utilizando el sufijo "Error".
- Los nombres de las funciones deben estar escrito en minúscula separando las palabras con un guión bajo "\_".
- Las constantes deben quedar escritas con letras mayúsculas separando las palabras por un guión bajo ("\_").

### Conclusiones parciales del capítulo

- El análisis de los contenidos que formarán parte de cada uno de los módulos, así como su estructura permitió tener una representación esquemática de como estarían conformados cada uno de los módulos.
- La identificación de 37 requisitos funcionales 21 de ellos para el módulo de lógica proposicional y 16 para el módulo de circuitos lógicos, así como el levantamiento de 5 requisitos no funcionales constituyó un paso fundamental para adentrarse en el correcto funcionamiento de los módulos a implementar.
- El diseño de la interfaz y de la apariencia de cada uno de los módulos permitió tener una idea gráfica de cómo quedarían una vez implementados ambos módulos. Siempre teniendo cuenta que como la propuesta de solución de la presente investigación debe integrarse a una plataforma existente esta se debe acoplar a su imagen y diseño.
- La fase de desarrollo permitió sentar las bases necesarias para una correcta implementación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos. Desde la instalación de la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* a la cual serían integrados cada uno, hasta configuraciones que fueron necesarias hacerles para cumplir con los contenidos que debían contener cada uno de los módulos, especificados en el capítulo anterior. Además, fueron necesarias utilizar como dependencias *Jsep* para generar el árbol de resolución de fórmulas y *GoJS* para graficar circuitos lógicos.

## Capítulo 3: Implementación y evaluación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.

La implementación de la solución permite poner en práctica los resultados obtenidos de los módulos desarrollados, de tal manera que queden listos para las pruebas posteriores.

### 3.1 Fase de Implementación.

#### 3.1.1 Instalación de la asignatura de Matemáticas Discretas.

En caso de no estar instalada la asignatura se tiene que especificar en consola la siguiente línea de comando para su instalación.

- `python manage.py install_subject md1`

#### 3.1.2 Instalación del módulo de lógica proposicional.

Una vez instalada la asignatura de Matemáticas Discretas, se puede proceder a la instalación del módulo de lógica proposicional especificando en consola la siguiente línea de comandos.

- `python manage.py install_theme md1 md_Logic`

#### 3.1.3 Acceso al módulo de lógica proposicional.

Una vez autenticado en la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* se puede ingresar a los cursos disponibles en la misma. La (Figura 6) muestra la pantalla del menú de cursos una vez seleccionado el curso de Matemáticas Discretas.

Matemáticas Discretas 1 (MD1)



Figura 6. Pantalla referente al curso de Matemáticas Discretas

De cada uno de los cursos se presentan los temas disponibles. La (Figura 7) muestra uno de los temas del curso de Matemáticas Discretas: Lógica proposicional.

**Objetivo:**  
 Resolver problemas de pequeña y mediana complejidad a través de los elementos básicos de la lógica proposicional partiendo de la caracterización de sus lenguajes, así como de sus reglas y leyes para la interpretación de fórmulas y la realización de demostraciones.

Unidades Básicas

  
 Libro de la asignatura

  
 Conceptos fundamentales

  
 Bibliografía

  
 Experimentación

**Conocimientos básicos a adquirir:**

- Las proposiciones. Proposiciones simples y compuestas.
- Lenguaje y álgebra proposicional. Operaciones lógicas.
- Tablas de verdad. Interpretación de fórmulas. Tautologías, contradicciones y contingencias.
- Las leyes de la lógica proposicional. Equivalencias lógicas. Las formas normales.

**Habilidades básicas a dominar:**

1. Identificar cuándo una expresión es un enunciado válido en el lenguaje de la lógica proposicional, a partir de las reglas de formación de fórmulas.
2. Interpretar fórmulas del cálculo proposicional construyendo sus tablas de verdad. Tautología, contradicción o contingencia.
3. Identificar equivalencias lógicas a partir del concepto de tautología.
4. Determinar la forma normal conjuntiva o disyuntiva de una expresión lógica a partir de otras expresiones.
5. Determinar el recíproco y contrarrecíproco a partir de proposiciones dadas.

Figura 7. Pantalla del tema de lógica proposicional

De cada tema se puede acceder a los conceptos fundamentales donde se encuentra una lista de conceptos de manera interactiva y con ejemplos incluidos. La (figura 8) muestra la pantalla referente a la unidad básica de: conceptos fundamentales.





Proposición

Proposición simple

Proposición compuesta

Variable proposicional

Tabla de verdad

Operador de negación

Operador de conjunción

Operador de disyunción

Operador de condicional

Operador de bicondicional

Operador de disyunción exclusiva

Operador NAND

Operador NOR

Fórmula proposicional

Recíproco y Contrarrecíproco

Precedencia de los operadores

Clasificación de fórmulas

## Proposición

**Definición 1.1:** Una *proposición* es una oración enunciativa que es verdadera o falsa, pero no ambas a la vez. Cuando la proposición es verdadera se denota por 1, y cuando es falsa por 0.

**Ejemplo 1.1:**

**Las siguientes oraciones enunciativas son proposiciones:**

1. El 25 es divisible por 2.
2. José Martí es el Héroe Nacional de Cuba.
3.  $1 + 1 = 3$
4. 3 es un número primo, pero 4 no.

Las proposiciones 2 y 4 son verdaderas, pero 1 y 3 no.

Figura 8. Pantalla de conceptos fundamentales referente al módulo de lógica proposicional

De cada tema se puede acceder al menú de experimentación donde puede evaluar los contenidos adquiridos antes de enfrentarse a las evaluaciones. La (Figura 9) muestra una de las pantallas de la unidad básica: experimentación del módulo de lógica proposicional.

**Figura 9.** Pantalla de experimentación referente al módulo de lógica proposicional

### 3.1.4 Instalación del módulo de circuitos lógicos.

Una vez instalada la asignatura de Matemáticas Discretas, se puede proceder a la instalación del módulo de circuitos lógicos especificando en consola la siguiente línea de comandos.

- `python manage.py install_theme md1 md_circuit`

### 3.1.5 Acceso al módulo de circuitos lógicos.

Una vez autenticado en la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* el usuario tiene acceso a los conceptos fundamentales del tema de circuitos lógico. La (figura 10) muestra la pantalla de conceptos fundamentales.



Circuitos Lógicos

Circuitos lógicos

Compuerta NOT ( $\neg$ )

Compuerta AND ( $\wedge$ )

Compuerta OR ( $\vee$ )

Operador Condicional ( $\Rightarrow$ )

Operador Bicondicional ( $\Leftrightarrow$ )

Precedencia de los operadores

Leyes de la lógica proposicional

Una computadora es un sistema que recibe como información datos de una clase de problemas y un programa que representa un algoritmo o procedimiento para resolver dicha clase de problemas. La computadora emite como salida una solución del problema, como resultado de aplicar el programa a los datos.

El componente fundamental de una computadora lo es la Unidad de Procesamiento y Control (UPC), que realiza todos los procesos de transformación de la información que tienen lugar en una computadora. La UPC tiene dos subcomponentes funcionales muy importantes, la unidad lógico-aritmética (ULA) y la unidad de control (UC), siendo la ULA, el subcomponente que realiza los procesos de transformación de información.

La ULA y por ende toda la computadora procesa información en forma digital, específicamente, información que es representada en un lenguaje binario o de dos símbolos los que se denotarán por 0 y 1 y a los que se denomina bits. Un bit representa la unidad elemental de información en una computadora.

Se denomina carácter a todo símbolo que se introduce en una computadora, por ejemplo, presionando una tecla en su teclado. El alfabeto de caracteres de una computadora incluye esencialmente las letras del alfabeto latino, los dígitos del 0 al 9, signos de puntuación tales como  $\cdot$ ,  $\cdot$ ,  $\cdot$ ,  $\cdot$ ,  $\cdot$  y caracteres que tienen como nombres *espacio*, *return*, *fin de línea*, etc. Para representar cada uno de estos caracteres en la computadora, existen sistemas de representación binaria estandarizados siendo el más comúnmente utilizado el sistema ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Mediante el código ASCII se asigna a cada carácter una cadena o sucesión de 8 bits denominada byte. A continuación se dan ejemplos de caracteres y sus correspondientes

**Figura 10.** Pantalla de conceptos fundamentales del módulo de circuitos lógicos. Del tema de circuitos lógicos se tiene acceso al menú de experimentación donde evalúan los contenidos adquiridos antes de enfrentarse a las evaluaciones formales. La (figura 11) muestra una de las pantallas de la unidad básica: experimentación del módulo de circuitos lógicos.

Circuito

Exportar circuito

Nombre

📄 {..} 📁

Proposiciones: a, b

Fórmula:  $\neg(a \wedge b) \vee \neg(b \wedge a)$

Simulación automática cada

segundos.

▶

Tabla para la simulación de interpretaciones

a	b	
0	0	▶
0	1	▶
1	0	▶
1	1	▶

**Figura 11.** Pantalla de experimentación del módulo de circuitos lógicos

### 3.2 Fase de Evaluación.

#### 3.2.1 Estrategia de pruebas.

La metodología ISD-MeLO considera dos tipos de pruebas en la presente fase: evaluación formativa y evaluación sumativa. En la presente investigación se hará referencia a la evaluación formativa como evaluación por experto la cual tendrá igual objetivo. Para comprobar el funcionamiento de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos se realizarán las pruebas establecidas.

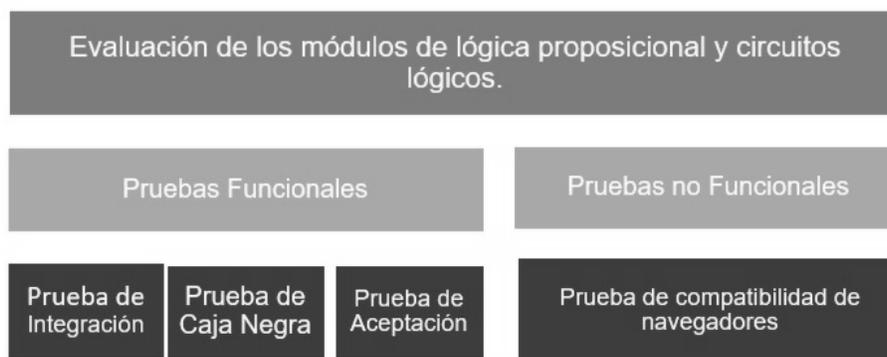
### 3.2.2 Evaluación formativa.

Se realiza antes de la instrucción y se evalúa el funcionamiento adecuado de los recursos y actividades implementadas. En la presente investigación se realizan pruebas al software para evaluar su correcto funcionamiento.

#### *Pruebas de software*

El proceso de pruebas se centra en los procesos lógicos internos del software, asegurando que todas las sentencias se han comprobado, y en los procesos externos funcionales, es decir, la realización de las pruebas para la detección de errores. Además, son utilizadas para identificar posibles fallos de implementación, calidad o usabilidad de un programa (Pressman, 2010).

Existen dos tipos de pruebas para aplicaciones *web*: pruebas funcionales y pruebas no funcionales. La (Figura 12) muestra las pruebas a realizar en los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.

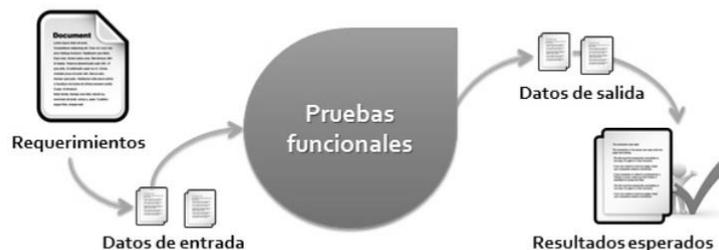


**Figura 12.** Pruebas a ejecutar en los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos

#### *Pruebas funcionales*

Se denominan pruebas funcionales o *Functional Testing*, a las pruebas de *software* que tienen por objetivo probar que los sistemas desarrollados, cumplen con las funciones específicas para los cuales han sido creados, es común que este tipo de pruebas sean desarrolladas por analistas de pruebas con apoyo de algunos usuarios finales (Guerrero, 2017).

La funcionalidad puede ser vinculada a los datos de entrada y de salida. Los datos de entrada serán ejecutados y mostrarán un resultado y dicho resultado será comparado con el resultado esperado (comportamiento), este proceso se muestra en la (Figura 13).



**Figura 13.** Pruebas funcionales

- Prueba de integración: Según Pressman (2010) las pruebas de integración son una técnica sistemática para construir la arquitectura del software mientras se llevan a cabo pruebas para descubrir errores asociados con la interfaz. El objetivo es tomar los componentes probados de manera individual y construir una estructura de programa que se haya dictado por diseño.
- Prueba de caja negra: La prueba de caja negra se refiere a las pruebas que se llevan a cabo en la interfaz del software. Una prueba de caja negra examina algunos aspectos fundamentales de un sistema con poca preocupación por la estructura lógica interna del software (Pressman, 2010).
- Prueba de aceptación: Cuando se construye software para un cliente, se llevan a cabo las pruebas de aceptación para permitir que el cliente valide todos los requisitos. Son ejecutadas antes de que la aplicación sea instalada dentro de un ambiente de producción. La prueba de aceptación es conducida a determinar como el sistema satisface sus criterios de aceptación a través de la validación de los requisitos que han sido levantados para el desarrollo, incluyendo la documentación y procesos de negocio.

En la presente investigación se emplean dos técnicas para las pruebas de aceptación:

- La prueba alfa: Según Pressman (2010) se lleva a cabo en el sitio del desarrollador por un grupo representativo de usuarios finales. El *software* se usa en un escenario natural con el desarrollador “mirando sobre el hombro” de los usuarios y registrando los errores y problemas de uso. Las pruebas alfa se realizan en un ambiente controlado.
- La prueba beta: La prueba beta se realiza en uno o más sitios del usuario final. A diferencia de la prueba alfa, por lo general el desarrollador no está presente. Por tanto, la prueba beta es una aplicación “en vivo” del *software* en un ambiente que no puede controlar el desarrollador. El cliente registra todos los problemas (reales o imaginarios) que se encuentran durante la prueba beta y los reporta al desarrollador periódicamente. Como resultado de los problemas reportados durante las pruebas beta, es posible hacer modificaciones y luego preparar la liberación del producto de *software* a toda la base de clientes (Pressman, 2010).

Para la ejecución de las pruebas de aceptación con el uso de la técnica alfa y beta se realizaron varias reuniones con el cliente Alién García Hernández. En la misma se le explicó ha dicho cliente el funcionamiento de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos. Por otra parte, también se observó su interacción con los componentes de cada módulo.

Fue creado un ambiente similar al que se encontrará en sus instalaciones, con un total de dos computadoras con sistema *Linux* y *Windows* instalado respectivamente con la función de evaluar el funcionamiento de los módulos y en presencia del desarrollador para que tome notas de las dificultades que se encuentren. De tal manera que fueron identificados errores de validación, de interfaz y de funciones incorrectas las cuales fueron tomadas en cuenta por el desarrollador presente y se especifican en la evaluación de cada uno de los módulos. Luego se realizaron pruebas por el cliente en su entorno de trabajo y sin observadores, permitiéndole iniciar el trabajo con los módulos en una situación real donde se identificaron un conjunto de no conformidades, las mismas fueron erradicándose a medida que fueron informadas.

#### *Pruebas no funcionales*

Hacen referencia a las pruebas necesarias "para medir las características de los sistemas y software que pueden cuantificarse según una escala variable". Se debe tener en cuenta que se orientan hacia el comportamiento externo del software y en la mayoría de los casos utilizan técnicas de diseño de pruebas de caja negra.

- Pruebas de compatibilidad de navegadores: Orientadas a detectar si las aplicaciones web funcionan en distintos navegadores.

Resultados de Prueba de integración.

La plataforma web interactiva y experimental *Sophia* para la cual fueron desarrollados los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos, permite instalar los paquetes (módulos) a través de códigos en la consola:

- `Install theme md logic:` para instalar el módulo de lógica proposicional.
- `Install theme md circuit:` para instalar el módulo de circuitos lógicos.

Al integrar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos a la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* se integraron correctamente sin presentar ninguna no conformidad y haciendo uso de los requisitos de seguridad definidos por *Sophia*, por tanto, se concluye que existe una correcta integración entre los componentes internos del sistema.

*Resultados de la evaluación del módulo de lógica proposicional.*

*Resultados de la prueba de aceptación con la técnica alfa y beta.*

Una vez realizadas las técnicas alfa y beta se pudo constatar las siguientes no conformidades encontradas por el cliente referentes al módulo de lógica proposicional, la (Tabla 11) muestra la información anterior:

**Tabla 11.** Registro de resultado de la aplicación de la prueba de aceptación con la técnica alfa y beta al módulo de lógica proposicional

Listado de defectos encontrados
Nombre de la persona responsable: Alién García Hernández
<p>Después de una minuciosa revisión realizada por el cliente, este encontró los siguientes errores:</p> <p>En los textos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato: uso de la negrita, justificar los textos.</li> <li>• Gramaticales: uso del guión, su respectiva localización y separación, uso de las comas, los puntos, su separación de las palabras, uso de las minúsculas por mayúsculas en las oraciones.</li> </ul> <p>En las pantallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregar a la pantalla de “Conceptos fundamentales” <i>link</i> que permitan redireccionar para las pantallas “Libro de la asignatura”, “Bibliografía”, “Experimentación”.</li> <li>• Agregar a la pantalla de “Experimentación” <i>link</i> que permitan redireccionar para las pantallas “Libro de la asignatura”, “Bibliografía”, “Conceptos fundamentales”.</li> <li>• Agregar la opción de editar proposiciones en la pantalla de experimentación “Tabla de verdad”.</li> <li>• Agregar la opción de editar fórmula en la pantalla de experimentación “Tabla de verdad”.</li> </ul> <p>Problemas detectados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se define las fórmulas para experimentación con implicación lógica ocurre un error y no permite definir las correctamente.</li> <li>• Cuando se definen las fórmulas en la experimentación con equivalencia lógica ocurre un error y no permite definir las correctamente.</li> <li>• Cuando se definen las fórmulas en la experimentación con tablas de verdad ocurre un error y no permite definir las correctamente.</li> </ul>

La realización de las pruebas de aceptación a la solución con las técnicas alfa y beta, permitió detectar no conformidades presentes en el módulo de lógica proposicional. De tal manera que se pudo modificar cada uno de los problemas encontrados para así garantizar que dicho módulo cumple satisfactoriamente con los requisitos del cliente.

#### *Resultados de la prueba de caja negra.*

La (Tabla 12) especifica la descripción de la variable a evaluar en el caso de prueba. La (Figura 13) muestra el caso de prueba realizado al módulo de lógica proposicional, los restantes casos de pruebas se encuentran en el documento “Pruebas\_cajaNegra.pdf” generado como artefacto para la presente investigación.

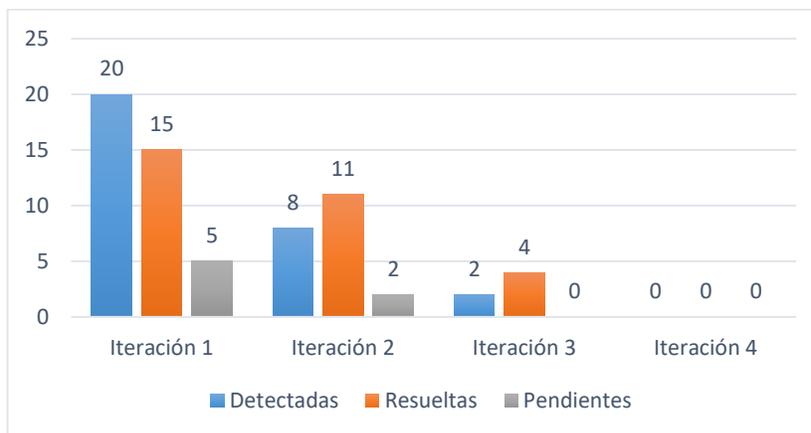
**Tabla 12.** Descripción de la variable "Clasificación"

No	Nombre del campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Clasificación	Campo de selección	No	Contiene sólo letras.

**Tabla 13.** Caso de prueba: Mostrar clasificación de los resultados introducido en la clasificación de interpretaciones en la tabla de verdad

Escenarios	Descripción	Variables	Respuesta	Flujo central
EC-1: Mostrar clasificación de los resultados introducidos en la clasificación de interpretaciones en la tabla de verdad con los datos correctos.	Se evalúa cada interpretación correctamente.	Resultado (Válida).	Muestra el mensaje: "Sus respuestas son correctas".	El usuario llena el campo correctamente y da <i>click</i> en el botón "Paso siguiente".
EC-2: Mostrar clasificación de los resultados introducidos en la clasificación de interpretaciones en la tabla de verdad con los datos incorrectos.	Existen datos inválidos.	Resultado (Inválida).	Señala en color rojo aquellas interpretaciones evaluadas incorrectamente y muestra el mensaje: "DEBES ESTUDIAR MÁS!!! Algunas de sus respuestas son incorrectas".	El usuario corrige los valores incorrectos y da <i>click</i> en el botón "Evaluar".
EC-3: Mostrar clasificación de los resultados introducido en la clasificación de interpretaciones en la tabla de verdad con campos vacíos.	Existen campos obligatorios vacíos.	Resultado (Vacío)	Muestra el mensaje: "Algunas de sus respuestas son incorrectas".	El usuario rellena los campos vacíos y da <i>click</i> en el botón "Evaluar".

Las pruebas de caja negra al módulo de lógica proposicional se realizaron en cuatro iteraciones donde se aplicaron los casos de prueba diseñados, la primera iteración arrojó 20 no conformidades, la segunda iteración arrojó 8 no conformidades y la tercera 2 no conformidades. La (Figura 14) muestran los resultados de las pruebas en cada iteración a través de un gráfico de barras.



**Figura 14.** Gráfico resumen de la prueba de caja negra aplicado al módulo de lógica proposicional

El gráfico de la ilustración anterior muestra el comportamiento de las no conformidades encontradas durante el proceso de prueba, donde se observa que en la primera iteración se detectaron 20 no conformidades, de ellas 9 errores de interfaz, 6 validaciones incorrectas y 5 errores de excepción, y pendientes para la siguiente iteración 5 errores de interfaz.

En la segunda iteración se detectaron 8 nuevas no conformidades, de las cuales se resolvieron 6 además de las dos 2 aplazadas de la iteración anterior y pendiente 2 no conformidades.

En la tercera iteración se detectaron 2 nuevas no conformidades, las cuales se resolvieron satisfactoriamente además de las 2 pendientes de la iteración anterior.

Luego de una cuarta iteración no se detectaron nuevas no conformidades, por lo que el módulo se encuentra listo para su funcionamiento.

Resultados de la prueba de compatibilidad de navegadores aplicada al módulo de lógica proposicional.

Las pruebas de compatibilidad de navegadores al módulo de lógica proposicional fueron llevadas a cabo en los navegadores *Google Chrome* y *Mozilla Firefox*. Para ambos casos se pudo constatar que el módulo trabaja en perfecto estado por lo que no se presentó ninguna no conformidad. En el (Anexo #5) se puede apreciar el funcionamiento del módulo en cada uno de los navegadores.

Resultados de la evaluación del módulo de circuitos lógicos.

Una vez realizadas las técnicas alfa y beta se pudo constatar las siguientes no conformidades encontradas por el cliente referentes al módulo de circuitos lógicos, la (Tabla 14) muestra la información anterior.

**Tabla 14.** Registro de resultado de la aplicación de la prueba de aceptación con la técnica alfa y beta al módulo de circuitos lógicos

Listado de defectos encontrados
Nombre de la persona responsable: Alién García Hernández
<p>Después de una minuciosa revisión realizada por el cliente, este encontró los siguientes errores:</p> <p>En los textos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato: uso de la negrita, justificar los textos.</li> <li>• Gramaticales: uso del guión, su respectiva localización y separación, uso de las comas, los puntos, su separación de las palabras, uso de las minúsculas por mayúsculas en las oraciones.</li> </ul> <p>En las pantallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregar a la pantalla de "Conceptos fundamentales" <i>link</i> que permitan redireccionar para las pantallas "Libro de la asignatura", "Bibliografía", "Experimentación", "Dibujar circuito".</li> <li>• Agregar a la pantalla de "Experimentación" <i>link</i> que permitan redireccionar para las pantallas "Libro de la asignatura", "Bibliografía", "Conceptos fundamentales", "Dibujar circuito".</li> <li>• Agregar a la pantalla de "Dibujar circuito" <i>link</i> que permitan redireccionar para las pantallas "Libro de la asignatura", "Bibliografía", "Conceptos fundamentales", "Experimentación".</li> <li>• Agregar la opción de editar proposiciones en la pantalla de experimentación con circuitos lógicos.</li> <li>• Agregar la opción de editar fórmula en la pantalla de experimentación con circuitos lógicos.</li> </ul> <p>Problemas detectados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se define las proposiciones para experimentación con circuitos lógicos ocurre un error y no permite definirlos correctamente.</li> <li>• Cuando se definen las fórmulas en la experimentación con circuitos lógicos ocurre un error y no permite definirlos correctamente.</li> <li>• Los circuitos generados duplican compuertas lógicas por lo que no se simplifica correctamente.</li> </ul>

La realización de las pruebas de aceptación a la solución con las técnicas alfa y beta, permitió detectar no conformidades presentes en el módulo de circuitos lógicos. De tal manera que se pudo modificar cada uno de los problemas encontrados para así garantizar que dicho módulo cumple satisfactoriamente con los requisitos del cliente.

#### *Resultado de las pruebas de caja Negra*

En la (Tabla 16) se especifica la descripción de la variable a evaluar en el caso de prueba. La (Tabla 16) muestra el caso de prueba realizados al módulo de lógica proposicional los restantes caso de pruebas se encuentran en el documento "Pruebas\_cajaNegra.pdf" generado como artefacto para la presente investigación.

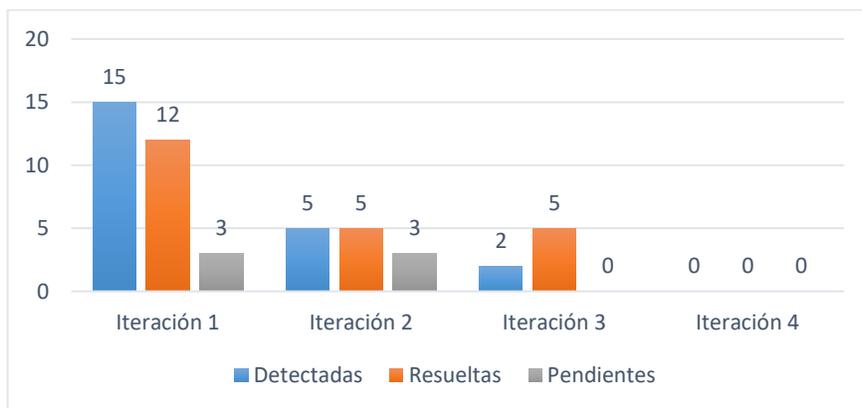
**Tabla 15.** Descripción de la variable "Proposiciones"

No	Nombre del campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Proposiciones	Campo de texto	No	Contiene solo letras separadas por coma y como mínimo 4

**Tabla 16.** Caso de pruebas: Definir las proposiciones a utilizar en el diseño del circuito lógico

Escenarios	Descripción	Variable 1	Respuesta	Flujo central
EC-1: Definir las proposiciones a utilizar en el diseño del circuito lógico con datos correctos	Se definen las proposiciones correctamente.	Proposiciones (Válidas)	Permite seguir al paso siguiente.	El usuario llena el campo correctamente y da clic en el botón "Paso siguiente".
EC-2: Definir incorrectamente las proposiciones a utilizar en el diseño del circuito lógico	Se rellenan los campos con datos inválidos	Proposiciones (Inválidas)	Muestra el mensaje: "Entradas no válidas. Debe introducir identificadores de un carácter separados por coma"	El usuario corrige los valores de entrada y da clic en el botón "Paso siguiente".
EC-2: Definir las proposiciones a utilizar en el diseño del circuito lógico con los campos vacíos.	Se presiona el botón "Paso siguiente" sin haber llenado los campos	Proposiciones (Vacío)	Muestra el mensaje: "Introduzca los valores de entrada"	El usuario rellena los campos vacíos y da clic en el botón "Paso siguiente".

Las pruebas de caja negra se realizaron a los requisitos funcionales del módulo de circuitos lógicos en 4 iteraciones donde se aplicaron los casos de prueba diseñados. La primera iteración arrojó 15 no conformidades, la segunda iteración arrojó 5 no conformidades y la tercera iteración 2 no conformidades. La (Figura 16) muestra los resultados de las pruebas en cada iteración a través de un gráfico de barras.



**Figura 15.** Gráfico resumen de la prueba de caja negra aplicado al módulo de circuitos lógicos (Elaboración propia)

El gráfico de la ilustración anterior muestra el comportamiento de las no conformidades encontradas durante el proceso de prueba, donde se observa que en la primera iteración se detectaron 15 no conformidades, de ellas 4 errores de interfaz, 9 validaciones incorrectas y 2 errores de excepción, y pendientes para la siguiente iteración 3 errores de interfaz.

En la segunda iteración se detectaron 5 nuevas no conformidades, de las cuales se resolvieron 2 además de las 3 aplazadas de la iteración anterior y pendiente 3 no conformidades.

En la tercera iteración se detectaron 2 nuevas no conformidades, las cuales se resolvieron satisfactoriamente además de las 3 pendientes de la iteración anterior.

Luego de una cuarta iteración no se detectaron nuevas no conformidades, por lo que el módulo se encuentra listo para su funcionamiento.

### **Resultados de la prueba de compatibilidad de navegadores aplicada al módulo de circuitos lógicos.**

Las pruebas de compatibilidad de navegadores al módulo de circuitos lógicos fueron llevadas a cabo en los navegadores *Google Chrome* y *Mozilla Firefox*. Para ambos casos se pudo constatar que el módulo trabaja en perfecto estado por lo que no se presentó ninguna no conformidad. En el Anexo #6 se puede apreciar el funcionamiento del módulo en cada uno de los navegadores.

#### **3.3.3 Evaluación por expertos.**

Se realiza con el objetivo de evaluar si el Objeto de Aprendizaje desarrollado cumple con los objetivos de aprendizajes planteados.

Debido a las características de los Objeto de Aprendizaje – Interactivo Experimental se pueden considerar desde el punto de vista metodológico como un producto de software que a su vez constituye un producto pedagógico, por lo que además de probar cada una de las funcionalidades del sistema debe ser evaluada también la calidad desde el punto de vista pedagógico. Para ello se decide utilizar como estrategia de evaluación de la calidad la Guía propuesta por Toll Palma en el año 2011 (Ver Anexo #7) para evaluar la calidad de los Objeto de Aprendizaje – Interactivo Experimental.

El primer apartado está conformado por los indicadores de evaluación agrupados en dos aspectos: formativo, de diseño y presentación y tecnológico; con un conjunto de 31 indicadores de evaluación de cumplimiento básico para cualquier Objeto de Aprendizaje. Cada uno de los indicadores estará evaluado por la escala de Excelente (3 puntos), Bien (2 puntos), Regular (1 punto) y Mal (0 puntos).

El objetivo principal de esta puntuación es emitir una evaluación final que permita evaluar el Objeto de Aprendizaje – Interactivo Experimental según los rangos de la escala definida en Muy Adecuado, Adecuado, Poco Adecuado y No Adecuado, de acuerdo al nivel de adecuación del Objeto de Aprendizaje – Interactivo Experimental será el nivel de calidad alcanzado por el sistema como recurso pedagógico. Para la evaluación del Objeto de Aprendizaje – Interactivo Experimental se entregaron los aspectos de la guía a 7 profesores, lo que representa el 33.33% del claustro de la asignatura, para que emitieran su criterio de forma anónima acerca de cada uno de los temas incluidos y las competencias en línea del Objeto de Aprendizaje – Interactivo Experimental. La (Tabla 17) muestra la categoría docente de cada uno de los expertos seleccionados:

**Tabla 17.** Categoría docente de cada experto seleccionado para la evaluación del Objeto de Aprendizaje – Interactivo Experimental como recurso pedagógico

Experto	Categoría docente
Experto 1	Auxiliar
Experto 2	Auxiliar
Experto 3	Asistente
Experto 4	Asistente
Experto 5	Asistente
Experto 6	Asistente
Experto 7	Instructor

Con la suma de los criterios se otorga una evaluación final de acuerdo a la escala representada en la (Tabla 18) definida por (García A. , 2014).

**Tabla 18:** Escala para medir la calidad del OA-IE (García A., 2014).

Rangos de escala	Nivel de calidad alcanzado por el OA-IE
$E \geq 85$	Muy Adecuado
$70 \leq E < 85$	Adecuado
$50 \leq E < 70$	Poco Adecuado
$E < 50$	No adecuado

La (Tabla 19) muestra los resultados de la evaluación obtenida atendiendo a los 3 aspectos que indica la guía de Toll Palma. Durante la evaluación se pudo constatar que los 7 profesores seleccionados coinciden en una calificación de Muy Adecuado para el OA-IE, lo que demuestra el cumplimiento de los objetivos planteados para la investigación y así validar la importancia y valor del OA-IE implementado.

**Tabla 19.** Resultados de la evaluación del OA-IE por los 7 expertos seleccionados atendiendo a la guía de Toll Palma

Aspectos	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Formativo	30	29	27	29	30	30	31
Diseño y presentación	29	28	28	29	28	28	28
Tecnológico	29	29	27	29	28	29	29
Resultado	Muy adecuado	Muy adecuado	Adecuado	Muy adecuado	Adecuado	Muy adecuado	Muy adecuado

### Conclusiones parciales del capítulo.

- La fase de implementación permitió la instalación de cada uno de los módulos y detallar a través de imágenes como se podía acceder a cada uno de ellos.
- Para evaluar el funcionamiento de la propuesta de solución fue seguida la propuesta de la metodología escogida *ISD-MeLO*, una evaluación formativa para demostrar que los módulos implementados funcionan correctamente con el uso de pruebas de software y una evaluación sumativa para demostrar que el OA-IE generado clasifica como muy adecuado de acuerdo a la guía de Toll Palma.

## CONCLUSIONES GENERALES

---

La presente investigación tuvo como base el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para la plataforma web interactiva y experimental *Sophia* en apoyo al Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA) de las Matemáticas Discretas (MD) en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI), para ello se cumplieron con una serie de tareas de investigación, las cuales fueron desarrolladas satisfactoriamente, por lo que se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- La profundización de los principales referentes teóricos que sustentan el desarrollo de recursos basados en TE para el PEA de las MD en la ICI permitió ratificar a la lógica proposicional y a los circuitos lógicos como temas esenciales en la formación de profesionales de la informática. Además, permitió corroborar lo importante que es la inclusión de los TE junto a los OA en el proceso educativo, pero siempre de manera consecuente para no afectar su eje principal que es apoyo al aprendizaje.
- El análisis de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos ofrecieron una panorámica de la situación existente alrededor del PEA de las MD en la ICI, con énfasis en los principales actores que intervienen y el entorno en que se desarrolla el acto. El diseño de los módulos se ajustó a los requisitos funcionales y no funcionales definidos avalados a través de pruebas de software.
- La implementación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos detalló cada uno de los pasos a seguir para la correcta instalación de dichos módulos. Así como la manera de proceder para acceder a cada uno de ellos.
- Las pruebas de software aplicadas a ambos módulos permitieron corregir a tiempo todas las no conformidades y garantizar su correcto funcionamiento. Mientras que La evaluación de los módulos como recurso pedagógico, permitió comprobar que el objetivo propuesto para la presente investigación finalmente fue cumplido.

## RECOMENDACIONES

---

Módulo de circuitos lógicos:

- Implementar mecanismos para simplificar los circuitos lógicos a su mínima expresión.
- Agregar funcionalidades que permitan el diseño de circuitos lógicos de más de una salida y con compuertas de más de dos entradas.
- Agregar las compuertas universales NAND y NOR al diseño de circuitos lógicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabero, J. (1999). *Tecnología Educativa*. Madrid, España: Sfntesis s.o.
- Sánchez, M. A. (2017). THE USE OF THE EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN THE TEACHING LEARNING PROCESS IN ECUADOR. 125-132.
- Akbar, F. A., Rochimah, S., & AKBAR, R. J. (2018). Investigation of SQL Clone on MVC-based Application. (1), 72-77. IPTEK Journal of Proceedings Series.
- Alonso, A. (s.f.). Responsive Web Design: Interfaces Web Adaptables al dispositivo empleando HTML5 y CSS3.
- Alvarez, J. A. (2016). *Sistema interactivo y experimental para el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática Discreta en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas*.
- Barroso, Y. (2014). Objetos de Aprendizaje para el cálculo integral en la Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Baruque, L., & Melo, R. (2004). Learning theory and instruction design using learning objects. 13(4), 343-370. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia.
- Becerra, Y. X. (2018). Sistema de información para el Aprendizaje de las partes del Cuerpo a Niños Menores de 5 años.
- Boduch, A., Chaffer, J., & Swedberg, K. (2017). Learning jQuery 3.
- Carballo, Y. A. (2014). Sistemas de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales para la Matemática.
- Carvajal, J. L., Suárez, F., & Quiñónez, X. (2018). LAS TIC EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA.
- Chandra, V. (2015). Comparison between Various Software Development Methodologies.
- Cózar, R. (julio de 2015). USOS Y COMPETENCIAS EN TIC EN LOS FUTUROS MAESTROS DE EDUCACIÓN. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*(47), 23-39.
- Díaz, F. (2018). Sistema web para la gestión de actividades extraescolares.
- Diccionario de la Real Academia de Lengua Española*. (10 de 10 de 2018). Obtenido de <http://dle.rae.es/>
- Echavarría, J. (2000). Edeucación y tecnología telemática. (24). *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Fernández, V. (2017). Desarrollo de una aplicación móvil con información sísmológica.
- Gallegos, M., Basantes, A., & Naranjo, M. (2018). TAC como eje de formación para docentes universitarios. *In Las TIC como plataforma de teleformación e innovación educativa en las aulas*, 59-74.
- García, A. (2014). Estrategia metodológica para la elaboración y utilización de objetos de aprendizaje interactivos y experimentales en el proceso de enseñanzaaprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.
- García, L. A. (2013). Tratamiento de competencias genéricas en las asignaturas de Matemáticas para Grados de Informática en las Universidades Españolas.
- Garriga, R. P. (2013). La informática en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista Conrado*, 43-47.

- González, D., & Marcos, M. C. (2013). Responsive web desing: diseño multidispositivos para mejorar la experiencia de los usuarios.
- Guashpa , M., Patricio, W., Lucas, C., & Kenny, J. (2017). Desarrollo de un sistema web de gestión financiera para la fundación "Jaspe" utilizando la tecnología de base de datos No-SQL Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Guerrero, C. A., Suárez, J. M., & Gutiérrez, L. E. (2013). Patrones de Diseño GOF (The Gang of Four) en el contexto de Procesos de Desarrollo de Aplicaciones Orientadas a la Web. Información tecnológica.
- Herrera, E. C. (Agosto de 2017 ). Sistemas Expertos. Representación del conocimiento .
- Herrera, M. E., Briscón, B. E., & Cáceres, S. G. (2019). Los servicios Como valor agregado en el sistema de enseñanza abierta: Caso universidad veracruzana. *7(1)*, 55-66. Revista Global de Negocios.
- Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (2000). El proceso unificado del software.
- LARMAN, C. (2003). UML Y PATRONES. Una introducción al análisis y diseño orientado. 2. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.
- Martínez, S., Bonet, P., Cáceres, P., Fargueta, F., & García, E. (Septiembre de 2007). . Los objetos de aprendizaje como recurso de calidad para la docencia: criterios de validación de objetos en la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Meneses, G. (2007). El proceso de enseñanza – aprendizaje: el acto didáctico.
- Mocha-Guacho, G., López, J. E., & Pacheco, J. C. (Julio de 2018). Gestión de eventos académicos universitarios: un servicio alojado en la nube. *II(2)*. In Conference Proceedings.
- Ospina, L. A. (2014). Propuesta de una estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la lógica en el grado sexto.
- Peralta, C., & Durán, D. (2014). Módulos de edición de plantillas y recepción de órdenes de impresión para el Sistema de Personalización de Documentos de Identidad basado en tecnologías libres. .
- Point, T. (2017). Unified Modeling Language tutorial point.
- Portal UCI*. (2018). Obtenido de [www.uci.cu](http://www.uci.cu)
- Portilla, Y., Granado, M., & López, R. (Enero-Junio de 2017). EXPERIENCIAS EN EL DESARROLLO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE. *II(1)*.
- Pressman, R. S. (2007). Ingeniería de Software: un enfoque práctico. 6. Nueva York, E.U.A: Editorial McGraw-Hill.
- Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del software. Un enfoque práctico. *Séptima*.
- Richard, O. D., & Nestor, O. D. (Abril de 2018). SOFTWARE INTERACTIVO EN EL APRENDIZAJE DEL MOVIMIENTO PARABÓLICO DE LA ASIGNATURA DE FÍSICA, DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO. DISEÑO DE UN SOFTWARE INTERACTIVO. Quito.
- Riesco, M. ( julio de 2014 ). La Informática como materia fundamental en un sistema educativo del siglo XXI. 27-32.

- Rodriguez, M. A. (2018). Sistema Información Web para la Gestión y Control de Citas en la Veterinaria Animal Country.
- Rosen, K. H. (2004). Matemática Discreta y sus aplicaciones. 5.
- Ruiz, A. (13 de Noviembre de 2018). *Google Play Proposiciones Lógicas*. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andrewruiz.expressoelogicas&hl=es>
- Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2017). *The unified modeling language reference manual*.
- services, C. f. (2017). Selecting a development approach.
- Sommerville, I. (2011). Ingeniería de software. 9.
- Soto, M. A. (2017). El uso de la tecnología educativa en el proceso de enseñanza - aprendizaje en Ecuador. *9(1)*, 125-132. Opuntia Brava.
- Suarez, H. (s.f.). Obtenido de <http://analogica.sourceforge.net/>
- Tamayo V, C. (2015). Sistema de gestión comercial para el Fondo Cubano de Bienes Culturales. *4(3)*, 210-221.
- Zarate, J. J. (2015). Aplicación para móviles con sistema operativo Android diseñada como herramienta de apoyo didáctico para la comprensión de circuitos lógicos fundamentales. Bogotá, Colombia.

## BIBLIOGRAFÍA

---

García, A. (s.f.). La disciplina Matemática en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI).

García, A. (2016). Matemáticas Discretas para Ingenieros en Ciencias Informáticas.

Normas APA. (s.f.). *6ta*. CentrodeEscritura Javeriano.

Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (s.f.). Metodología de la investigación. *6ta*.

superior, m. d. (2013). Plan de estudios "D" Ingeniería en ciencias informáticas. Cuba.

**ANEXO 1:** Visión horizontal del Trabajo de Diploma.

Pregunta científica 1: ¿Cuáles son los supuestos teóricos que sustentan el desarrollo y utilización de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> ?			
Tareas de investigación	Indagaciones		Resultados
	Teóricas	Empíricas	
1. Analizar los principales referentes teóricos que sustentan el desarrollo de recursos basados en Tecnologías Educativas para el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje que sirvan de soporte teórico para desarrollar la propuesta de solución.	Analítico – sintético		Fundamentación de la importancia del uso de las Tecnologías Educativas y los Objetos de aprendizaje como apoyo al Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de las Matemáticas Discretas.
2. Analizar el entorno que rodea al problema planteado para proponer un diseño acorde a las necesidades existentes.	Inductivo – deductivo	Observación	Fundamentación de la necesidad de la propuesta de solución.
3. Fundamentar las tecnologías, herramientas y metodologías a utilizar para el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.	Analítico - sintético		Fundamentación de las tecnologías, herramientas y metodologías a utilizar para el desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.
Pregunta científica 2: ¿Qué aspectos deben tenerse en cuenta para realizar el diseño y desarrollo de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> ?			
Tareas de investigación	Indagaciones		Resultados
	Teóricas	Empíricas	
4. Diseñar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógico para su implementación en la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> .		Entrevistas.	Diseño de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para su desarrollo.
Pregunta científica 3: ¿Qué aspectos deben tenerse en cuenta para la implementación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> a partir del análisis y diseño realizado?			
Tareas de investigación	Indagaciones		Resultados
	Teóricas	Empíricas	

5. Integrar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos a la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> .	Analítico – sintético.		Integración de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.
6. Implementar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos para su integración a la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> .	Analítico – sintético.		Implementación de los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos.
Pregunta científica 4: ¿Qué resultados se obtendrán al validar los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> ?			
Tareas de investigación	Indagaciones		Resultados
	Teóricas	Empíricas	
7. Realizar las pruebas de software a los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> para demostrar que la propuesta de solución contribuye a solucionar el problema planteado.	Analítico – sintético.		Validación de la propuesta a nivel de software.
8. Validar pedagógicamente los módulos de lógica proposicional y circuitos lógicos de la plataforma web interactiva y experimental <i>Sophia</i> para demostrar que la propuesta de solución es factible desde el punto de vista educativo.		Entrevistas. Encuestas.	Validación de la propuesta de solución desde el punto de vista pedagógico

---

**ANEXO 2:** Entrevista a estudiantes de primer año de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas

**Objetivo:** Analizar la utilización de recursos basados en Tecnologías Educativas en la asignatura de Matemáticas Discretas (MD) y su importancia para su aprendizaje desarrollador.

**CUESTIONARIO**

1. ¿Considera que la Matemáticas Discretas favorece su formación como Ingeniero en Ciencias Informáticas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. ¿Qué complejidad de aprendizaje le otorga a la asignatura?

Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Baja \_\_\_\_\_

3. ¿Qué complejidad de aprendizaje le otorga a los contenidos de lógica proposicional recibidos?

Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Baja \_\_\_\_\_

4. ¿Qué complejidad de aprendizaje le otorga a los contenidos de circuitos lógicos recibidos?

Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Baja \_\_\_\_\_

5. ¿Qué recursos basados en Tecnologías Educativas conocía usted antes de entrar a la UCI?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. ¿Qué recursos basados en Tecnologías Educativas conoce ahora?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. ¿Su profesor de Matemáticas Discretas ha utilizado recursos basados en Tecnologías Educativas en sus clases?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

a. Si la respuesta es SI, mencione cuáles:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b. ¿Qué características poseen los mismos?

- i. \_\_\_\_\_ Poseen interactividad usuario – máquina / usuario – usuario.
- ii. \_\_\_\_\_ Permiten la experimentación, variando parámetros y observando los efectos provocados por la variación.
- iii. \_\_\_\_\_ Solo poseen información estática e invariable.
- iv. \_\_\_\_\_ Permiten evaluar el aprendizaje de los contenidos.
- v. \_\_\_\_\_ Otras, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

8. ¿Se siente motivado por el estudio de la asignatura Matemáticas Discretas desde las actividades que realiza en la clase?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

9. ¿Cuentan ustedes con recursos basados en Tecnologías Educativas que apoyen el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de los contenidos de lógica proposicional y circuitos lógicos? ¿Cuáles?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. ¿Qué aspectos considera que debe mejorar su profesor o se deben mejorar de manera general en la impartición de la asignatura Matemáticas Discretas?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Anexo 3:** Encuesta a los profesores de la asignatura Matemáticas Discretas de la Universidad de Ciencias Informáticas.

**Objetivo:** Valorar la utilización de recursos basados en Tecnologías Educativas en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la asignatura Matemáticas Discretas en la Universidad de Ciencias Informáticas.

### CUESTIONARIO

11. ¿Considera usted que está preparado para impartir la asignatura Matemáticas Discretas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

a. En caso de responder Si. ¿Cómo ha logrado esta preparación?

- i. \_\_\_\_ En el pregrado.
- ii. \_\_\_\_ En el curso de postgrado.
- iii. \_\_\_\_ Por auto – superación.
- iv. \_\_\_\_ En las vías de trabajo metodológico.
- v. \_\_\_\_ Otras, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b. En caso de responder No. ¿Qué elementos considera necesario para lograr preparación en la asignatura?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. ¿Domina usted cómo aprovechar los beneficios de las Tecnologías Educativas en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de las Matemáticas Discretas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

13. ¿Cuáles herramientas basadas en Tecnologías Educativas utiliza comúnmente en su aula?

- a. \_\_\_\_\_ Ninguna.
- b. \_\_\_\_\_ Multimedia.
- c. \_\_\_\_\_ Objetos de Aprendizaje.
- d. \_\_\_\_\_ Televisión.
- e. \_\_\_\_\_ Softwares computacionales.
- f. \_\_\_\_\_ Entornos de enseñanza – aprendizaje.
- g. \_\_\_\_\_ Otras, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

14. De utilizar Objetos de Aprendizaje. ¿Qué características poseen los mismos?
- \_\_\_\_\_ Alto nivel de interacción del Objeto de Aprendizaje con el estudiante.
  - \_\_\_\_\_ El estudiante puede experimentar con el Objeto de Aprendizaje, variando parámetros y observando los efectos provocados por la variación.
  - \_\_\_\_\_ Información estática e invariable.
  - \_\_\_\_\_ Permiten evaluar el aprendizaje de los estudiantes.
  - \_\_\_\_\_ Otras, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
15. ¿Considera que el logro de la motivación de los estudiantes es fundamental para el cumplimiento de los objetivos instructivos de la asignatura?
- Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
16. ¿Considera que logra la motivación desde la actividad docente que realiza?
- Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
17. ¿Considera que los estudiantes asimilan mejor los contenidos utilizando recursos prácticos que a través de la lectura o materiales estáticos (¿imágenes, videos, audios, etcétera?)?
- Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
18. ¿Qué complejidad de aprendizaje le otorga a los contenidos de lógica proposicional?
- Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Baja \_\_\_\_\_
19. ¿Qué complejidad de aprendizaje le otorga a los contenidos de circuitos lógicos?
- Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Baja \_\_\_\_\_
20. ¿Cuentan los estudiantes con recursos basados en Tecnologías Educativas que apoyen el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de los contenidos de lógica proposicional y circuitos lógicos? ¿Cuáles?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
21. ¿Cómo considera que se pueden desarrollar las habilidades de pensamiento lógico desde la Matemáticas Discreta?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**ANEXO 4:** Entrevista a directivos de la asignatura Matemáticas Discretas en la Ingeniería en Ciencias Informáticas

**Objetivo:** Analizar el grado de utilización de recursos basados en Tecnologías Educativas en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la asignatura Matemáticas Discretas en la Ingeniería en Ciencias Informáticas.

### CUESTIONARIO

1. ¿Cómo usted valora la preparación de los docentes que imparten la asignatura Matemáticas Discretas en la Ingeniería en Ciencias Informáticas?

---



---



---

2. A su criterio: ¿Dominan los conocimientos de la asignatura?

Si \_\_\_\_\_ Si, con dificultades \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3. ¿En qué grado utilizan los docentes los recursos basados en Tecnologías Educativas en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la asignatura?

Alto \_\_\_\_\_ Medio \_\_\_\_\_ Bajo \_\_\_\_\_

4. ¿En qué grado se utilizan los objetos de aprendizaje en el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de la asignatura Matemáticas Discretas?

Alto \_\_\_\_\_ Medio \_\_\_\_\_ Bajo \_\_\_\_\_

- a. ¿Qué características tienen los objetos de aprendizaje utilizados en este proceso?

- i. \_\_\_\_\_ Alto nivel de interacción del Objeto de Aprendizaje con el estudiante.
- ii. \_\_\_\_\_ El estudiante puede experimentar con el Objeto de Aprendizaje, variando parámetros y observando los efectos provocados por la variación.
- iii. \_\_\_\_\_ Información estática e invariable.
- iv. \_\_\_\_\_ Permiten evaluar el aprendizaje de los estudiantes.
- v. \_\_\_\_\_ Otras, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

---

5. ¿Qué resultados se obtienen en la motivación que logra el profesor hacia la actividad docente?

Buenos \_\_\_\_\_ Regulares \_\_\_\_\_ Malos \_\_\_\_\_

6. ¿Qué complejidad de aprendizaje le otorga a los contenidos de lógica proposicional?

Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Baja \_\_\_\_\_

7. ¿Qué complejidad de aprendizaje le otorga a los contenidos de circuitos lógicos?

Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Baja \_\_\_\_\_

8. ¿Cuentan los estudiantes y profesores con recursos basados en Tecnologías Educativas que apoyen el Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de los contenidos de lógica proposicional y circuitos lógicos? ¿Cuáles?

---

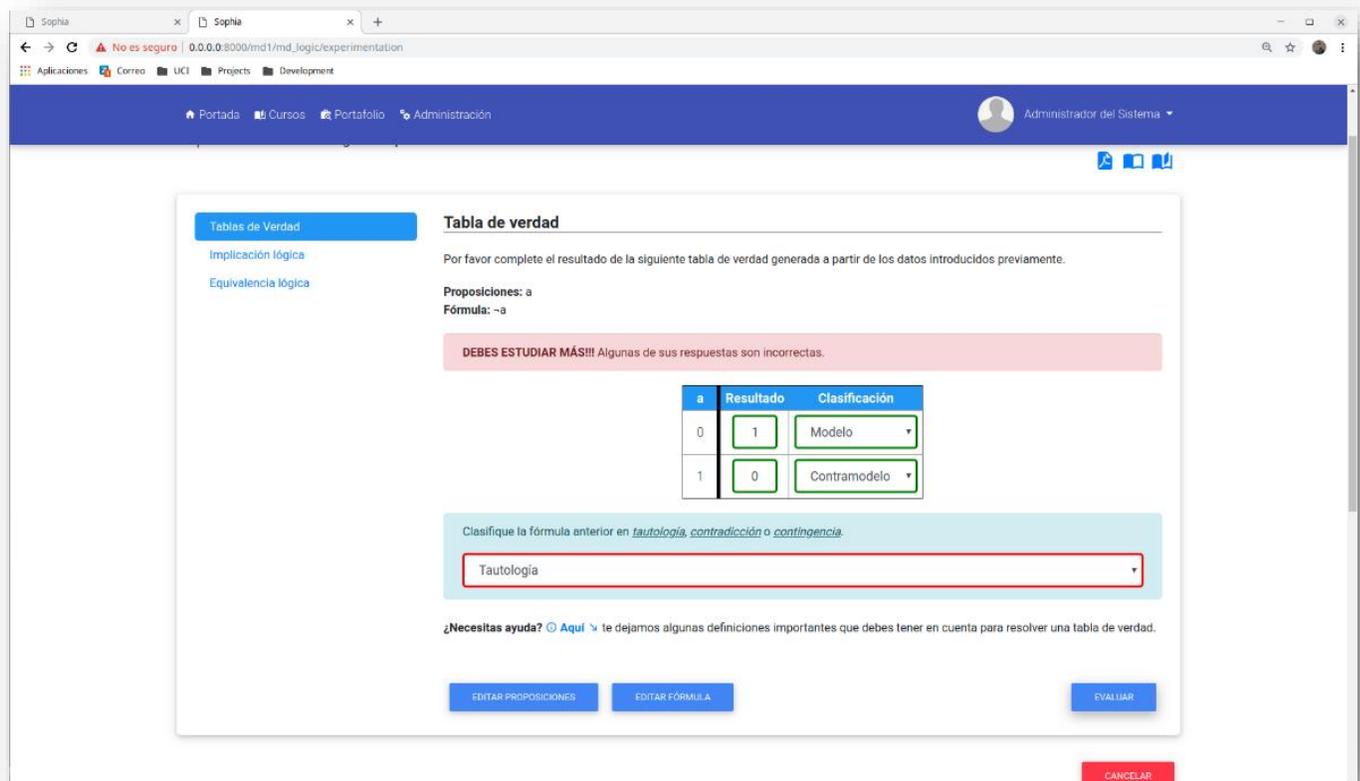
---

9. ¿Qué nivel de promoción obtienen los estudiantes en los contenidos de lógica proposicional y circuitos lógicos? \_\_\_\_\_

**ANEXO 5:** Compatibilidad de los navegadores *Mozilla Firefox* y *Google Chrome* con el módulo de lógica proposicional.

### **Google Chrome**

En la (Figura 17) se observa el correcto funcionamiento del navegador *Google Chrome* con el módulo de lógica proposicional en funcionamiento.



**Figura 16.** Compatibilidad con el navegador Chrome

### **Mozilla Firefox**

En la (Figura 18) se observa el correcto funcionamiento del navegador *Mozilla Firefox* con el módulo de lógica proposicional en funcionamiento.

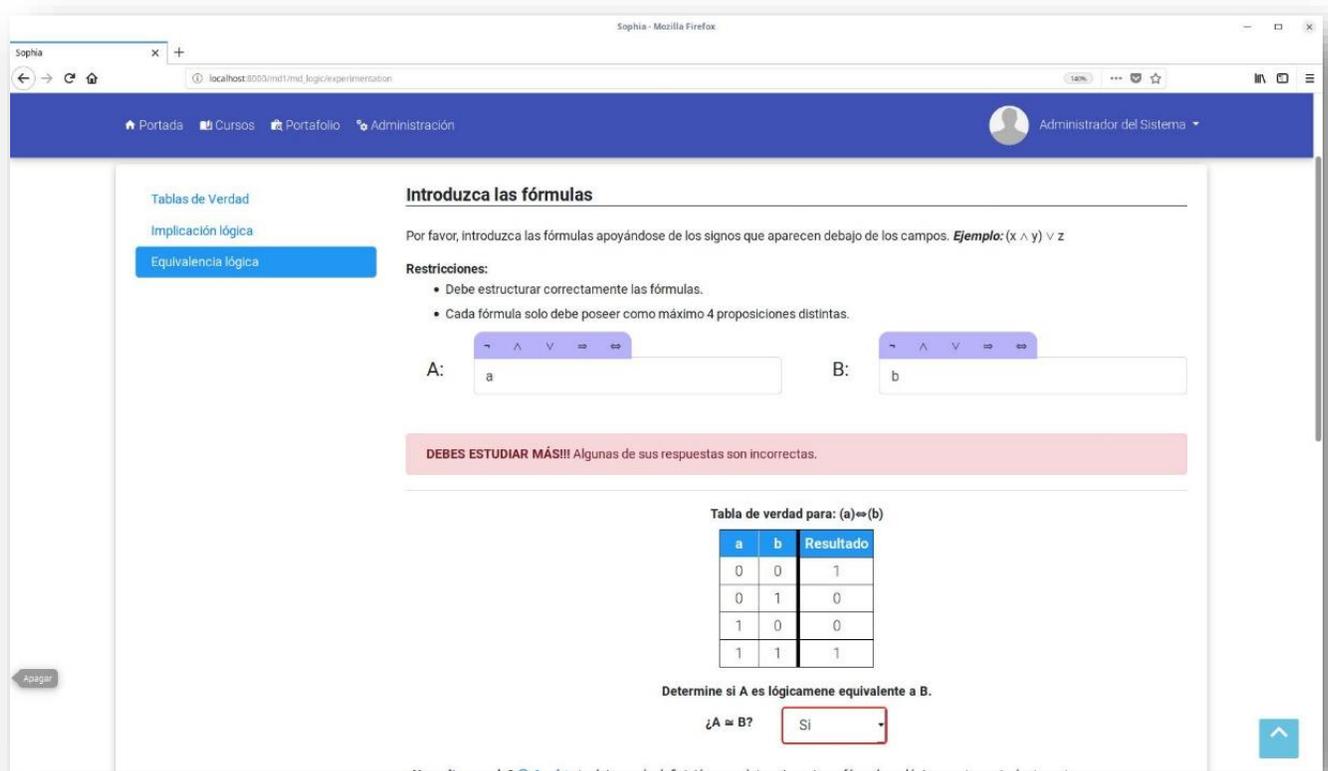
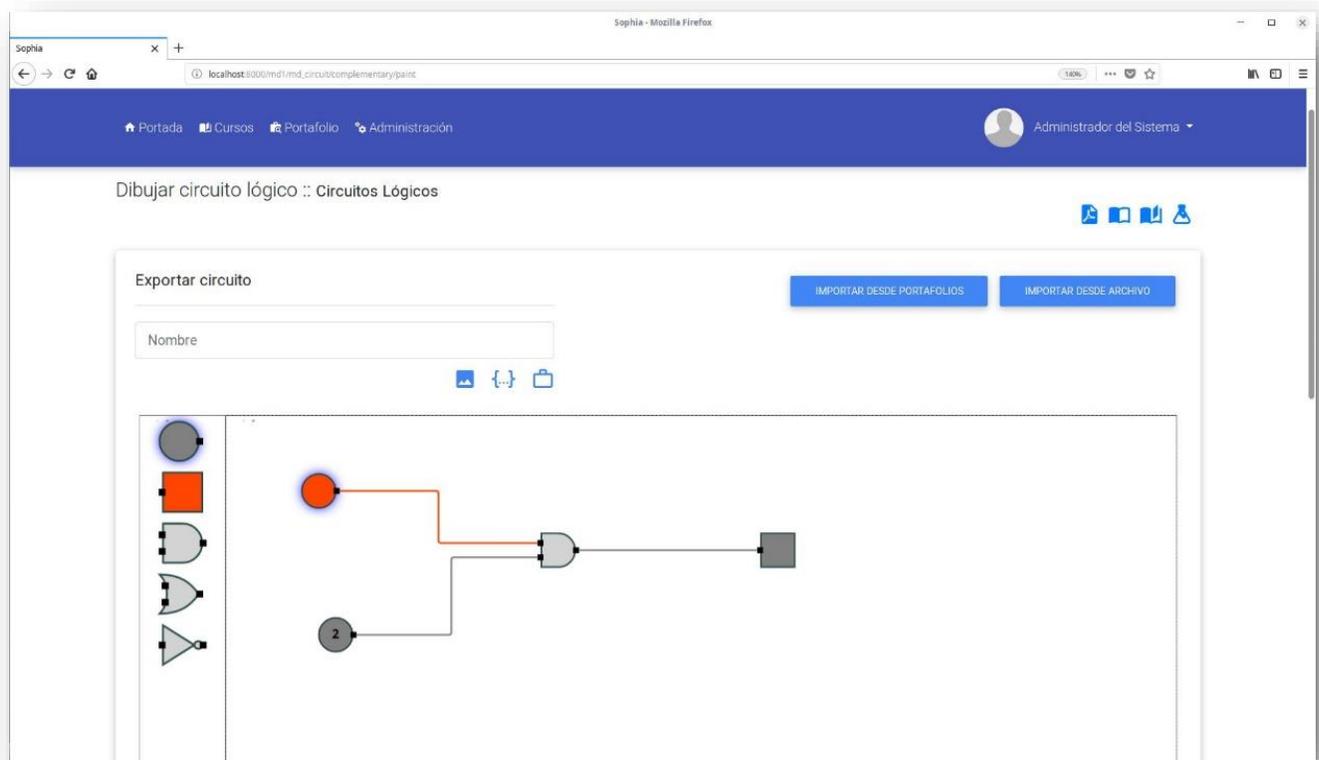


Figura 17. Compatibilidad con Mozilla Firefox

**ANEXO 6:** Compatibilidad de los navegadores *Mozilla Firefox* y *Google Chrome* con el módulo de circuitos lógicos.

### **Google Chrome**

En la (Figura 19) se observa el correcto funcionamiento del navegador *Google Chrome* con el módulo de circuitos lógicos en funcionamiento.



**Figura 18.** Compatibilidad del navegador Chrome

### **Mozilla Firefox**

En la (Figura20) se observa el correcto funcionamiento del navegador *Mozilla Firefox* con el módulo de circuitos lógicos en funcionamiento.

**Circuito**

Exportar circuito

Nombre

Simulación automática cada  segundos. ▶

Proposiciones: a, b

Fórmula:  $\neg(a \wedge b) \vee \neg(b \wedge a)$

Tabla para la simulación de interpretaciones

a	b	
0	0	▶
0	1	▶
1	0	▶
1	1	▶

The screenshot shows a web browser window with the URL localhost:8080/md1/md\_circulo/experimentacion. The interface is in Spanish and features a blue navigation bar with links for 'Portada', 'Cursos', 'Portafolio', and 'Administración'. The main content area is titled 'Circuito' and contains a form for naming and exporting the circuit, a simulation control with a 2-second interval and a play button, the logical formula  $\neg(a \wedge b) \vee \neg(b \wedge a)$ , a truth table with four rows of input combinations (0,0), (0,1), (1,0), and (1,1), each with a green play button, and a logic circuit diagram with two inputs 'a' and 'b', an AND gate, two NOT gates, and an OR gate.

Figura 19. Compatibilidad del navegador Mozilla Firefox

**ANEXO 7:** Indicadores definidos en la Guía de Toll Palma.

**Tabla 20.** Indicadores del aspecto formativo de la Guía de Toll Palma

No	Aspecto formativo	Evaluador					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
1	Presentación y explicación del tema a tratar.						
2	Estructuración lógica de los contenidos.						
3	Exhortación del desarrollo de habilidades y competencias al estudiante.						
4	Reflexión sobre lo aprendido.						
5	Autoevaluación sobre el contenido mostrado en el OA-IE.						
6	Calidad de los contenidos.						
7	Adecuación de los objetivos de aprendizaje.						
8	Retroalimentación que proporciona el contenido mostrado.						
9	Organización del trabajo individual y/o colaborativo de los estudiantes.						
10	Participación activa durante el aprendizaje mediante actividades interactivas.						
11	Aporte según el contenido de los recursos audiovisuales a los estudiantes.						
<b>TOTAL</b>							

**Tabla 21.** Indicadores del aspecto de diseño y presentación.

No	Aspecto de diseño y presentación	Evaluador					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
1	Correspondencia entre los recursos audiovisuales y el contenido mostrado.						
2	Visibilidad del texto.						
3	Rapidez para cargar recursos audiovisuales.						
4	Proporción del texto respecto a la distribución de los contenidos dentro del OA-IE.						
5	El uso de colores para los contenidos.						
6	Manejo de formatos uniformes dentro de los OA-IE.						

7	Diversidad en la representación del contenido mostrado.						
8	El diseño de la información audiovisual.						
9	Visibilidad de las imágenes.						
10	Evaluación del nivel de organización de las imágenes y texto.						
<b>TOTAL</b>							

**Tabla 22.** Indicadores del aspecto tecnológico.

No	Aspecto tecnológico	Evaluador					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
1	Usabilidad.						
2	Accesibilidad.						
3	Reusabilidad.						
4	Facilidad de indexado del OA dentro de un repositorio.						
5	Compatibilidad con distintos navegadores.						
6	Nivel de organización de la estructura de archivos.						
7	Calidad de las imágenes.						
8	Integridad de los enlaces de navegación por la estructura didáctica.						
9	Correspondencia con la estructura didáctica.						
10	Calidad de la redacción y ortografía en la exposición del contenido.						
<b>TOTAL</b>							

