

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA**



TESIS

**“LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO PARA REALIZAR PRÁCTICAS
DE ROBÓTICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE
MADRE DE DIOS, 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS
E INFORMÁTICA**

AUTOR(ES):

Bach. DELGADO MARCOS, Juan
Manuel

Bach. RONDAN CARPIO, Marilyn Pilar

ASESOR(A):

MSc. PRIETO LUNA, Jaime César

CO-ASESOR(A):

Mag. JARAMILLO PERALTA, Denys
Alberto

Puerto Maldonado, Julio 2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA**



TESIS

**“LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO PARA REALIZAR PRÁCTICAS
DE ROBÓTICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE
MADRE DE DIOS, 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS
E INFORMÁTICA**

AUTOR(ES):

Bach. DELGADO MARCOS, Juan
Manuel

Bach. RONDAN CARPIO, Marilyn Pilar

ASESOR(A):

MSc. PRIETO LUNA, Jaime César

CO-ASESOR(A):

Mag. JARAMILLO PERALTA, Denys
Alberto

Puerto Maldonado, Julio 2023

DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo incondicional y por depositar toda su confianza en mí para poder culminar mi carrera profesional.

A mi novia Vanessa por la paciencia y los desvelos.

DELGADO MARCOS, Juan M.

A mis padres, quienes han sido mi mayor ejemplo de perseverancia, esfuerzo y dedicación. Su amor incondicional y su constante apoyo han sido el motor que me impulsa a superar cualquier obstáculo en mi camino.

Asimismo, dedico este trabajo a mis amigos y seres queridos, quienes siempre han estado a mi lado, brindándome palabras de aliento.

RONDAN CARPIO, Marilyn P.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por el apoyo que siempre me dan para lograr mis objetivos. A mis docentes por el conocimiento transmitido durante mi formación profesional. Al Ing. Jaime Prieto y al Ing. Denys Jaramillo por el constante apoyo y predisposición para culminar con el desarrollo de esta tesis.

DELGADO MARCOS, Juan M.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han brindado su apoyo.

Quiero agradecer a mis asesores de tesis por su guía, orientación y dedicación a lo largo de todo el proceso. Su experiencia y conocimientos han sido invaluable para enriquecer mi trabajo y orientarme en la dirección correcta.

No puedo dejar de mencionar a mi familia y amigos, quienes me han brindado su amor, comprensión y paciencia durante esta etapa, gracias.

RONDAN CARPIO, Marilyn P.

TURNITIN_JUAN DELGADO Y MARYLIN RONDAN

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios Trabajo del estudiante	1 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
6	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	

PRESENTACIÓN

El trabajo de investigación titulado **“Laboratorio virtual y remoto para realizar prácticas de Robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2022”**, es presentado para obtener el título de Ingeniería de sistemas e informática. El objetivo de la tesis es implementar un laboratorio virtual y remoto para las prácticas de robótica, empleando los conocimientos adquiridos en el trayecto de formación académica, es por ello que se tomó en cuenta diversos artículos y otras investigaciones referentes al tema para determinar la influencia del laboratorio remoto y virtual, a continuación se procesó un conjunto de datos tanto para la variable independiente y dependiente, sometiéndose a pruebas de rendimiento y estadísticas respectivamente. El resultado obtenido de los datos fue favorable a la implementación, por tanto, la investigación fue ejecutada de manera correcta.

Bach. DELGADO MARCOS, Juan
Manuel

Bach. RONDAN CARPIO, Marilyn Pilar

RESUMEN

La problemática de las prácticas de laboratorio en la carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, los laboratorios tradicionales presentan limitaciones en cuanto al tiempo, equipamiento y espacio; además las instituciones educativas tienen dificultades para costear la compra y el mantenimiento de los equipos físicos. Un factor que generó desafíos adicionales en el desarrollo de las prácticas presenciales fue la pandemia del COVID-19, por lo que se buscaron alternativas para enfrentar esta situación, como los laboratorios virtuales y remotos. Esta investigación planteó como objetivo determinar de qué manera influye implementar un laboratorio virtual y remoto para las prácticas de robótica, así que se llevó a cabo una investigación de tipo pre experimental donde se evaluó en dos momentos específicos (pre test y post test) a los usuarios finales, estos resultados fueron favorables para la implementación del laboratorio virtual y remoto donde hubo una aceptación significativa y positiva por parte de los usuarios hacia la implementación del laboratorio virtual y remoto en comparación a la situación inicial del estudio, concluyendo que dicho estudio en efecto cumple con su objetivo.

Palabras claves: laboratorio, remoto, virtual, robótica.

ABSTRACT

The problem of laboratory practices in the Systems Engineering and Computer Science career of the National Amazon University of Madre de Dios, traditional laboratories present limitations in terms of time, equipment and space; In addition, educational institutions have difficulties in paying for the purchase and maintenance of physical equipment. A factor that generated additional challenges in the development of face-to-face practices was the COVID-19 pandemic, which is why alternatives were sought to deal with this situation, such as virtual and remote laboratories. The objective of this investigation was to determine how implementing a virtual and remote laboratory influences robotics practices, so a pre-experimental investigation was carried out where it was evaluated at two specific moments (pre-test and post-test) to the end users, these results were favorable for the implementation of the virtual and remote laboratory where there was a significant and positive acceptance by the users towards the implementation of the virtual and remote laboratory compared to the initial situation of the study, concluding that said study in effect meets its goal.

Keywords: laboratory, remote, virtual, robotics.

INTRODUCCIÓN

La experimentación ha sido una parte esencial en la formación de científicos e ingenieros a lo largo del tiempo. Históricamente, los experimentos se han llevado a cabo en laboratorios físicos. Sin embargo, con el avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, surgieron dos alternativas: los laboratorios virtuales y remotos, que se destacan por su accesibilidad en cualquier momento y lugar (Alves et al. 2018).

La aparición de la pandemia de COVID-19 impactó significativamente en el sistema educativo, con aproximadamente el 90% de los estudiantes participando en clases en línea. A pesar de los esfuerzos por incorporar este método de enseñanza, no resultó suficiente, ya que muchos estudiantes carecían de los recursos necesarios para completar las tareas asignadas por los docentes. La implementación de laboratorios remotos-virtuales se vuelve crucial para la educación, ya que permite a los estudiantes desarrollar y mejorar sus habilidades de manera similar a como lo harían en un laboratorio físico, además de mantener una comunicación constante con los profesores (Canaza Choque 2020).

El uso de laboratorios desempeña un papel fundamental en la educación superior, ya que proporciona a los alumnos un espacio para experimentar diferentes situaciones que podrían enfrentar en su vida profesional. El desarrollo de habilidades se beneficia enormemente de la práctica y la corrección de errores (Zapata Rivera, Aranzazu Suescun y Larrondo Petrie 2020).

En este contexto, la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios tuvo que adaptarse a un entorno virtual para continuar con el semestre académico. Sin embargo, se descuidó la parte de la experimentación, que es esencial para el desarrollo de los estudiantes. Por esta razón, el objetivo general de este proyecto de investigación fue determinar la influencia de un laboratorio virtual y remoto para las prácticas de Robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Los objetivos específicos buscaron determinar la influencia en el proceso de aprendizaje cognitivo y procedimental de los

alumnos durante las prácticas de robótica, a través de pruebas a las variables, con el fin de validar o refutar la hipótesis general de que el laboratorio mejorará significativamente las prácticas de robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Este trabajo de investigación consta de cuatro capítulos. El primero aborda el planteamiento del problema, que incluye la descripción y formulación del problema, los objetivos, variables, operacionalización de variables, hipótesis, justificación y consideraciones éticas. El segundo capítulo se centra en el marco teórico, que abarca los antecedentes, las bases teóricas y la definición de términos clave. El tercer capítulo se refiere a la metodología de investigación, que incluye el tipo y diseño del estudio, la población y muestra, métodos y técnicas, así como el tratamiento de los datos. El cuarto y último capítulo presenta los resultados de la investigación, seguidos de las conclusiones.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
PRESENTACIÓN	iii
RESUMEN ¡Error! Marcador no definido.	
ABSTRACT ¡Error! Marcador no definido.	
INTRODUCCIÓN	iv
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	xi
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Variables	3
1.5. Operacionalización de variables	3
1.6. Hipótesis	5
1.6.1. Hipótesis general	5
1.6.2. Hipótesis específicas	6
1.7. Justificación	6
1.8. Consideraciones éticas	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes de estudio	9
2.1.1. Antecedentes internacionales	9
2.1.2. Antecedentes nacionales	13
2.2. Marco teórico	15
2.2.1. Laboratorio remoto	15
2.2.2. Laboratorio virtual	16
2.2.3. Laboratorio remoto-virtual	17
2.2.4. Instrumentación virtual	18
2.2.5. Prácticas de laboratorio	18
2.2.6. Robótica	19

2.2.7.	Aplicación web.....	19
2.2.8.	Arquitectura cliente servidor	20
2.2.9.	Internet of Things (IoT).....	20
2.2.10.	Norma técnica ISO/IEC 9126:2001	21
2.2.11.	Angular	21
2.2.12.	Node.JS	22
2.2.13.	Ubuntu	22
2.2.14.	Guacamole	22
2.2.15.	Grafana.....	23
2.2.16.	Apache JMeter	23
2.2.17.	Prometheus.....	23
2.2.18.	SPSS.....	24
2.2.19.	Metodología de desarrollo	24
2.3.	Definición de términos.....	28
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN		31
3.1.	Tipo de estudio.....	31
3.2.	Diseño del estudio	31
3.3.	Población y muestra	32
3.4.	Métodos y técnicas	32
3.5.1.	Instrumentos.....	33
3.5.	Tratamiento de los datos	34
3.5.1.	Escala de medición:	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		36
4.1	Procesamiento, análisis e interpretación de resultados	36
4.2	Prueba de hipótesis general.....	45
4.3	Prueba de hipótesis específicas	49
4.4	Análisis de sistema	57
4.4.1	Especificación de requerimientos funcionales	57
4.4.2	Diagramas UML.....	57
4.4.3	Desarrollo de sistema con SCRUM	62
4.5.	Producción del software.....	106
DISCUSIONES 114		
CONCLUSIONES.....		116
SUGERENCIAS 117		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		118
ANEXOS 125		

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables	125
Anexo 2: Matriz de consistencia.	130
Anexo 3: Instrumento.	133
Anexo 4: Solicitud de autorización para realización de estudio.....	142
Anexo 5: Solicitud de validación de instrumento.	143
Anexo 6: Ficha de validación.	146
Anexo 8: Arquitectura del sistema.....	150
Anexo 9: Especificación de casos de uso.....	151
Anexo 10: Panel fotográfico.	157

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de Historia de usuario.....	27
Figura 2 Tiempo de actividad del servidor Ubuntu	42
Figura 3 Uso de ancho de banda durante el uso del servidor Ubuntu para la gestión de conexiones remotas con Guacamole.	43
Figura 4 Promedio de porcentaje de uso y carga del CPU en el servidor Ubuntu. .	44
Figura 5 Porcentaje de uso de la memoria y disponibilidad en el servidor Ubuntu .	45
Figura 6 Resultados obtenidos en el pre test para la variable dependiente “Prácticas de robótica”	47
Figura 7 Resultados obtenidos en el post test para la variable dependiente “Prácticas de robótica”	48
Figura 8 Resultados obtenidos en el pre test para la dimensión “Cognitivo (saber, conocer)”	52
Figura 9 Resultados obtenidos en el post test para la dimensión “Cognitivo (saber, conocer)”	52
Figura 10 Resultados obtenidos en el pre test para la dimensión “Procedimental (saber hacer)”	55
Figura 11 Resultados obtenidos en el post test para la dimensión “Procedimental (saber hacer)”	56
Figura 12 Diagrama de casos de uso – Acciones realizadas por el profesor.....	58
Figura 13 Diagrama de casos de uso – Acciones realizadas por el estudiante.....	59
Figura 14 Diagrama de componentes que interactúan en el sistema.....	59
Figura 15 Diagrama de clases	60
Figura 16 Diagrama de secuencia – Registrar usuario.....	61
Figura 17 Diagrama de secuencia – Crear programación.....	61
Figura 18 Diagrama de secuencia – Registrar reserva.....	62
Figura 19 Prototipo de interfaz de inicio de sesión.....	75
Figura 20 Prototipo de visualización y edición de datos de perfil de usuario.	75
Figura 21 Prototipo de interfaz de listado de usuarios.	76
Figura 22 Prototipo de formulario de registro de usuario.....	76
Figura 23 Prototipo de listado de programaciones.	77
Figura 24 Prototipo de formulario de registro de programaciones.	77
Figura 25 Prototipo de registro de reserva de cupos.	78
Figura 26 Prototipo de simulador del aula virtual.....	78
Figura 27 Prototipo de visualización de código fuente utilizando en el simulador... ..	79
Figura 28 Prototipo de visualización de listado de componentes utilizados en el simulador.	79
Figura 29 Prototipo de listado de reservas por usuario.	80
Figura 30 Prototipo de listado de conexiones remotas con guacamole.....	80
Figura 31 Prototipo de inicio de sesión al equipo remoto.....	81
Figura 32 Prototipo de conexión a equipo remoto.	81
Figura 33 Base de datos en MongoDB Atlas.....	82
Figura 34 Diseño de la base de datos en MongoDB.	83
Figura 35 Interfaz de inicio de sesión.	84
Figura 36 Interfaz de listado de usuarios.	92

Figura 37 Formulario de registro de usuarios.....	93
Figura 38 Interfaz de listado de programaciones creadas.	93
Figura 39 Formulario de registro de programaciones.	93
Figura 40 Listado de reservas y formulario de registro de reservas.	94
Figura 41 Simulador de componentes utilizando el microcontrolador Arduino UNO.	94
Figura 42 Visualización de código fuente utilizado en el simulador.....	94
Figura 43 Visualización de componentes utilizados en el simulador.....	95
Figura 44 Listado de reservas realizadas por el usuario.	101
Figura 45 Máquina virtual creada en Hiper-V de Windows Server.	101
Figura 46 Sistema operativo Ubuntu instalado en la máquina virtual.....	102
Figura 47 Servidor guacamole instalado y configurado en el puerto 8989 en protocolo http y 8443 en protocolo https.	102
Figura 48 Maquina configurada en guacamole para gestionarla como remota.	103
Figura 49 Servidor apache configurado en el puerto 8081 utilizando la herramienta XAMPP.	103
Figura 50 Servidor basado en el framework Express de NodeJS configurado en el puerto 3000.	103
Figura 51 Aplicación generada con angular haciendo el uso del comando “ng build” de “angular cli” para la puesta en producción del sistema.	104
Figura 52 Configuración del archivo .htaccess para el funcionamiento correcto de la SPA creada con el framework Angular 12+.	104
Figura 53 Código fuente para el inicio de sesión usando jsonwebtokens.	106
Figura 54 Código fuente para la creación de programación de reservas.	107
Figura 55 Código fuente para el registro de reservas de horarios.	108
Figura 56 Incrustación de un circuito diseñado en Tinkercad que se ajusta a los manuales diseñados para las prácticas de robótica de la universidad.	108
Figura 57 Guacamole implementado y funcionando un servidor Ubuntu.	109
Figura 58 Código fuente para controlar el tiempo de acceso de cada usuario según su reserva realizada.	110
Figura 59 Código fuente para la creación y modificación de usuarios.	110
Figura 60 Arquitectura del laboratorio virtual y remoto.	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	3
Tabla 2 Escala de Likert para la dimensión “cognitivo (saber, conocer)” de la variable dependiente.	34
Tabla 3 Escala de Likert para la dimensión “procedimental (saber hacer)” de la variable dependiente.	35
Tabla 4 Tabla resumen de prueba de carga considerando 21 muestras que corresponden a la población de estudiantes que harán uso del sistema.	36
Tabla 5 Tabla resumen de prueba de estrés simulando el acceso al sistema de 100 usuarios en simultaneo.	38
Tabla 6 Tabla resumen de prueba de estrés simulando el acceso al sistema de 300 usuarios en simultaneo.	39
Tabla 7 Tabla resumen de prueba de estrés simulando el acceso al sistema de 650 usuarios en simultaneo.	39
Tabla 8 Tabla resumen de prueba de estabilidad considerando 21 usuarios simulados de forma continua durante 15 minutos.	41
Tabla 9 Prueba de normalidad de la prueba de Hipótesis General.....	46
Tabla 10 Resultados de la prueba de T de Student para la prueba de Hipótesis General.	47
Tabla 11 Prueba de normalidad para la Dimensión “Cognitivo (saber, conocer)” ...	49
Tabla 12 Resultado de la prueba Wilcoxon para la dimensión “Cognitivo (saber, conocer)”.....	50
Tabla 13 Prueba de normalidad para la Dimensión “Procedimental (saber hacer)”	53
Tabla 14 Resultados de la prueba de T de Student para la Dimensión “Procedimental (saber hacer)”.....	55
Tabla 15 Requerimientos funcionales	57
Tabla 16 Asignación de roles para el desarrollo del sistema.	62
Tabla 17 Otros actores implicados.....	62
Tabla 18 Definición de proyecto.....	63
Tabla 19 Definición de horarios.....	63
Tabla 20 Historia de Usuario N°1 – Elaboración de maqueta y visión general	63
Tabla 21 Historia de usuario N°2 – Designación de herramientas.	64
Tabla 22 Historia de usuario N°3 – Creación de base de datos.	64
Tabla 23 Historia de usuario N°4 – Inicio de sesión.	64
Tabla 24 Historia de usuario N°5 – Registro y edición de usuarios.....	65
Tabla 25 Historia de usuario N°6 – Editar perfil de usuario.	65
Tabla 26 Historia de usuario N°7 – Crear programación de aulas remotas.....	65
Tabla 27 Historia de usuario N°8 – Reserva de cupos.....	66
Tabla 28 Historia de usuario N°9 – Interacción con el aula virtual.	66
Tabla 29 Historia de usuario N°10 – Visualizar listado de reservas.....	67
Tabla 30 Historia de usuario N°11 – Implementación del laboratorio remoto.....	67
Tabla 31 Historia de usuario N°12 – Interacción con el aula remota.	68
Tabla 32 Historia de usuario N°13 – Puesta en producción de la aplicación web. ...	68
Tabla 33 Product Backlog.	69
Tabla 34 Compilación de historias de usuario a realizar en el sprint N°1 (resaltadas en negrita).	70

Tabla 35 Tareas de historia de usuario N° 1.....	71
Tabla 36 Tareas de historia de usuario N° 2.....	71
Tabla 37 Tareas de historia de usuario N° 3.....	72
Tabla 38 Tareas de historia de usuario N° 4.....	72
Tabla 39 Listado de tareas terminadas para el sprint N°1.	72
Tabla 40 Esfuerzo acumulado por tareas de usuario en historias N° 1, 2, 3 y 4.....	74
Tabla 41 Comprobación de funcionalidad de las historias para el Sprint N°1.	74
Tabla 42 Compilación de historias de usuario completadas (tachadas) y las que se realizaran en el sprint N° 2 (en negrita).	84
Tabla 43 Tareas de historia de usuario N° 5.....	85
Tabla 44 Tareas de historia de usuario N° 6.....	86
Tabla 45 Tareas de historia de usuario N° 7.....	86
Tabla 46 Tareas de historia de usuario N° 8.....	87
Tabla 47 Tareas de historia de usuario N° 9.....	88
Tabla 48 Listado de tareas terminadas para el Sprint N°2.	88
Tabla 49 Esfuerzo acumulado por tareas de usuario en historias N° 5, 6, 7, 8 y 9.	91
Tabla 50 Comprobación de funcionalidad de las historias para el Sprint N°2.	92
Tabla 51 Compilación de historias de usuario realizadas (tachados) y pendientes (en negrita).	95
Tabla 52 Tareas de historia de usuario N°10.....	96
Tabla 53 Tareas de historia de usuario N°11.....	97
Tabla 54 Tareas de historia de usuario N°12.....	97
Tabla 55 Tareas de historia de usuario N°13.....	98
Tabla 56 Listado de tareas terminadas para el Sprint N°3.	98
Tabla 57 Esfuerzo acumulado por tareas de usuario en historias N° 10, 11, 12 y 13.	100
Tabla 58 Comprobación de funcionalidad de las historias para el Sprint N°3.	100

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Las prácticas de laboratorio en la ingeniería son esenciales para que los estudiantes refuercen los conocimientos teóricos obtenidos en clases. Los laboratorios para realizar dichas prácticas en el sistema educativo tradicional suelen satisfacer las necesidades de los estudiantes al utilizar los equipos y herramientas en un entorno de trabajo real, aunque se pueden presentar limitaciones de tiempo, cantidad de equipamiento y espacio de trabajo al atender a un número considerable de estudiantes (Asraf et al. 2018).

Por otro lado, no todas las instituciones educativas de nivel superior tienen la posibilidad de comprar equipos porque suelen ser onerosos, además que es difícil asumir costos adicionales por mantenimiento y reposición (Zapata Rivera et al., 2020; Jurc et al., 2020).

Por su parte, La pandemia mundial por coronavirus afectó la educación presencial, ante la necesidad de operar laboratorios de enseñanza presencial con medidas de distanciamiento social surgieron desafíos logísticos y de seguridad (Bhute et al. 2021).

Los estudiantes se vieron impedidos de asistir físicamente a los laboratorios debido a las restricciones sanitarias y la necesidad de distanciamiento social. Este contexto planteo un desafío para garantizar una educación efectiva y práctica en campos de la ingeniería y la tecnología, cuando el acceso a los laboratorios físicos se ve limitado (Alnagrat, Ismail y Idrus 2021; Kapilan, Vidhya y Gao 2021).

esto obligó a la búsqueda de alternativas para hacer frente a esta situación, como el laboratorio híbrido para promover mejoras en la pedagogía de la enseñanza a distancia, así pues, los modos alternativos se convirtieron en una forma realista de adaptar los planes de estudios de ingeniería al mundo posterior a COVID-19 (Wang y Ren, 2020).

En el contexto nacional la mayoría de las universidades implementan laboratorios tradicionales que requieren la presencia física tanto de estudiantes como de profesores. Esto conlleva dificultades en cuanto a la adaptabilidad de horarios y la disponibilidad de espacios de laboratorio, entre otros aspectos (Belupú-Amaya 2018).

La educación en carreras científicas valora la importancia de la participación activa del estudiante en prácticas que vinculen la teoría con la práctica, por lo que resulta importante realizar prácticas en laboratorios donde se simulan temas mediante el uso de equipamiento específico. Sin embargo, estas prácticas requieren tiempo y recursos, además de retos adicionales, como la gestión una cantidad considerable de estudiantes, la limitación de equipos y la falta de personal (Iquira Becerra 2018).

En el Perú, ante la aparición del COVID-19 el Ministerio de Salud declara la emergencia sanitaria en el territorio nacional y establece medidas preventivas como la suspensión obligatoria de las actividades en los centros educativos públicos y privados (Decreto Supremo N° 008-2020-SA 2020). Asimismo, el Ministerio de Educación dispone adoptar la modalidad de enseñanza no presencial para dar continuidad al servicio educativo y excluir los cursos prácticos en la programación académica, puesto que estos requieren la presencia física y no es posible ser simulados o llevados de forma remota. Además, se plantea que las universidades brinden capacitaciones y comprueben que se cuente con las herramientas tecnológicas y equipos para que los estudiantes y profesores puedan participar en las clases virtuales o remotas (Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU 2020).

En razón de lo anteriormente descrito el presente estudio busca mejorar la accesibilidad de los estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática para realizar sus prácticas de laboratorio desde el lugar donde se encuentren y sin límites de horarios, a través de la implementación de un laboratorio virtual y remoto para realizar prácticas de Robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en las prácticas de Robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios?

1.2.2. Problemas específicos

- 1) ¿De qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en el proceso de aprendizaje cognitivo durante las prácticas de robótica?
- 2) ¿De qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en el proceso de aprendizaje procedimental durante las prácticas de robótica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar de qué manera el laboratorio virtual y remoto influye las prácticas de Robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar de qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en el proceso de aprendizaje cognitivo durante las prácticas de robótica.
- 2) Determinar de qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en el proceso de aprendizaje procedimental durante las prácticas de robótica.

1.4. Variables

Variable independiente: Laboratorio virtual y remoto.

Variable dependiente: Prácticas de robótica.

1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
			- Prueba de carga

Independiente: Laboratorio virtual y remoto	Interface que combina el acceso para simular equipos virtuales y la manipulación remota de equipos físicos (Belupú-Amaya 2018).	Rendimiento de la aplicación web	- Prueba de estabilidad
		Las pruebas rendimiento en un producto de software tienen como finalidad monitorear la escalabilidad, fiabilidad y el uso de los recursos de hardware eficientemente, estas pruebas dan como resultado las medidas a tomar para mejorar la calidad del software (Marcos Verona et al. 2016) .	- Prueba de estrés
		Performance del laboratorio remoto	- Tiempo de actividad del servidor
		Un laboratorio remoto depende de una conexión TCP/IP por lo que evaluar la capacidad de respuesta del servidor hacia el cliente y el tiempo de actividad son indicadores críticos para garantizar un adecuado funcionamiento (Blas 2013).	- Latencia y tiempo de respuesta
Dependiente: Prácticas de robótica	Las prácticas de robótica son un enfoque altamente efectivo en la educación en ingeniería donde se adquieren una comprensión integral de los aspectos eléctricos, mecánicos e informáticos de la ingeniería, lo que fortalece	Cognitivo (saber, conocer)	- Nivel de experiencia de aprendizaje virtual
		Las prácticas de laboratorio promueven el aprendizaje de las ciencias debido a que le permite al estudiante confrontar la realidad con sus conocimientos. Las prácticas de laboratorio también son un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe	- Adaptabilidad

sus habilidades en estas áreas profesionales (Verner, Ahlgren y Pack D. 2004).	incluir cualquier dispositivo pedagógico (Milena et al. 2012).	- Satisfacción del estudiante con la interacción en el laboratorio - Valoración de los materiales y recursos disponibles
	Procedimental (saber hacer) Las prácticas son muy importantes en la formación de ingenieros. Las deficiencias en la formación de los estudiantes de ingeniería generan deficiencias en la calidad de los graduados debido a que las instituciones de educación presentan debilidades como: la falta de presupuesto para adquirir el equipo, la falta de espacio para desplegar el equipo, los altos costos asociados con el mantenimiento y la operación (Zapata Rivera, Aranzazu Suescun y Larrondo Petrie 2020).	
		- Tiempo dedicado a las prácticas de laboratorio

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Hipótesis Nula:

H0: El laboratorio virtual y remoto no mejorará significativamente las prácticas de robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Hipótesis Alternativa:

H1: El laboratorio virtual y remoto mejorará significativamente las prácticas de robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

1.6.2. Hipótesis específicas

He1: El laboratorio virtual y remoto mejorará significativamente el proceso de aprendizaje cognitivo durante las prácticas de robótica.

He2: El laboratorio virtual y remoto mejorará significativamente el proceso de aprendizaje procedimental durante las prácticas de robótica.

1.7. Justificación

Las prácticas de laboratorio son esenciales para que los estudiantes refuercen el aprendizaje teórico y adquieran habilidades que puedan aplicar en su vida profesional (Fernández Pacheco, Martin y Castro 2019).

La digitalización ha revolucionado la educación, introduciendo conceptos como la posibilidad de elegir dónde, cómo y cuándo aprender (Evstatiev et al. 2019).

En este contexto educativo, el laboratorio remoto brinda la oportunidad a los usuarios de llevar a cabo trabajos de laboratorio utilizando una computadora desde cualquier ubicación, lo que maximiza la disponibilidad de acceso para los estudiantes, ya que estos laboratorios están disponibles las 24 horas del día (Pratama y Kustija, 2020).

Por otro lado, el laboratorio virtual mejora las condiciones para llevar a cabo prácticas, ya que es una herramienta que puede utilizarse en cualquier momento y lugar (Morales Calero 2019).

Es por ello que en esta investigación se propone la implementación de un laboratorio virtual y remoto para la enseñanza de Robótica. Esta propuesta ofrece una mayor flexibilidad horaria y acceso desde cualquier ubicación a través de una computadora con conexión a Internet. Esto proporcionaría una mayor disponibilidad de los equipos de laboratorio, incluso fuera de los horarios establecidos por la universidad.

Esta plataforma beneficiaría a los estudiantes al ofrecerles un entorno de aprendizaje virtual donde pueden consolidar sus conocimientos teóricos de manera práctica, sin necesidad de estar presente físicamente. Esto es especialmente relevante en el contexto de la postpandemia, donde la salud debe ser una prioridad. Además, se evitaría la necesidad de adquirir

materiales costosos y a veces difíciles de conseguir, ya que las herramientas de la plataforma pueden sustituirlos.

1.7.1. Justificación Tecnológica

Con la implementación del laboratorio virtual y remoto se aprovecha las ventajas de la tecnología moderna para brindar a los estudiantes un entorno de aprendizaje más flexible, accesible y al tiempo que garantiza la mejora de la calidad educativa.

1.7.2. Justificación Social

La implementación de un laboratorio virtual y remoto para las prácticas de Robótica no solo beneficia a los estudiantes directamente, sino que también tiene un impacto positivo en la sociedad al promover la igualdad de acceso a la educación, la inclusión y la preparación para un mundo cada vez más digital y tecnológico.

1.7.3. Justificación Económica

La implementación de un laboratorio virtual y remoto para las prácticas de Robótica no solo ahorra costos significativos en infraestructura y mantenimiento, sino que también ofrece oportunidades para aumentar los ingresos y mejorar la eficiencia en el uso de recursos, lo que hace que sea una decisión económica sólida y estratégica.

1.7.4. Justificación Teórica

la implementación de un laboratorio virtual y remoto para las prácticas de robótica se basa en teorías educativas sólidas que respaldan la efectividad y la relevancia de esta modalidad de aprendizaje en la formación de estudiantes. Proporciona un entorno enriquecedor que promueve el aprendizaje activo, la aplicabilidad del conocimiento y la accesibilidad universal, lo que lo convierte en una decisión teóricamente fundamentada.

1.8. Consideraciones éticas

La implementación de este proyecto de investigación se realizará con el conocimiento y consentimiento de los actores involucrados para las pruebas

del laboratorio virtual y remoto, los que se llevarán a cabo en el curso de Robótica, que forma parte del plan de estudios de la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

El estudio de Parkhomenko et al. (2018) tuvo como objetivo el desarrollo e implementación de laboratorios remotos para la formación de ingenieros en áreas como sistemas electrónicos embebidos, sistemas ciber físicos y tecnologías de Internet de las Cosas (IoT). En el estudio se trabajó con las siguientes variables desarrollo de laboratorios remotos, escenarios de aprendizaje en sistemas eléctricos embebidos, sistemas cibernéticos, tecnologías IoT, experiencia prácticas de los estudiantes y acceso a oportunidades de aprendizaje para estudiantes con limitaciones físicas, dando como resultado que la incorporación de laboratorios remotos en la educación brinda a los estudiantes valiosas experiencias prácticas, acceso a equipos de última generación y la oportunidad de colaborar en entornos de aprendizaje en equipo. Además, destacó que esta modalidad de laboratorios remotos permite que estudiantes con limitaciones físicas también accedan a oportunidades de aprendizaje, contribuyendo así a una educación más inclusiva y accesible, en conclusión, se demostró que la implementación de laboratorios remotos en la formación de ingenieros es beneficioso en múltiples aspectos, desde la adquisición de experiencia práctica hasta la inclusión de estudiantes con discapacidades.

La investigación de Fernández Pacheco et al. (2019) propuso como objetivo principal la implementación de un laboratorio remoto basado en Arduino y Raspberry Pi para fines educativos. Se buscaba evaluar cómo esta tecnología podría ofrecer flexibilidad en el uso de laboratorios, optimización de recursos y reducción de costos de operación en

comparación con los laboratorios físicos tradicionales. dicha investigación trabajo con las siguientes variables optimización de recursos, flexibilidad de uso de laboratorios virtuales, utilización de Raspberry Pi como servidor de aplicaciones, uso de Arduino MKR1000 con Wi-Fi integrado e implementación de laboratorio remoto, los resultados de la investigación indicaron que la implementación de laboratorios remotos basados en Arduino y Raspberry Pi ofrece ventajas significativas en la educación. La flexibilidad de uso permite a los estudiantes acceder a los recursos de laboratorio desde cualquier lugar y en cualquier momento, en conclusión, la investigación subraya el potencial de los laboratorios remotos en la educación. Estos laboratorios virtuales pueden mejorar la accesibilidad de los recursos de laboratorio, reducir la carga financiera de mantener instalaciones físicas y ofrecer una experiencia de aprendizaje más flexible para los estudiantes.

El estudio de (Evstatiev et al. 2019) tenía como objetivo principal presentar el diseño e implementación del motor para Equipos Virtuales de Ingeniería Eléctrica (EVEEE), que permitiría la creación sencilla de laboratorios virtuales realistas. En la investigación se trabajó con las siguientes variables diseño e implementación del motor EVEEE, uso de tecnologías como PHP, Apache y MySQL, creación de una interfaz web para la gestión de laboratorios virtuales, ejecución y experiencia de los estudiantes, Los resultados de la investigación mostraron que la implementación del motor EVEEE y la creación de laboratorios virtuales realistas eran factibles utilizando tecnologías como PHP, Apache y MySQL. Siendo la conclusión que se resalta la importancia de la implementación de tecnologías como EVEEE para la educación en ingeniería eléctrica. Estos laboratorios virtuales realistas ofrecen una alternativa efectiva y segura a los laboratorios tradicionales, permitiendo a los estudiantes adquirir experiencia práctica sin riesgos.

En la investigación de Zabaljauregui et al. (2018) se propuso desarrollar un laboratorio virtual que simulase ambientes de trabajo reales,

permitiendo la realización de prácticas de forma remota. Se buscaba crear un sistema que facilitara la reserva de laboratorios y el acceso remoto a través de un navegador web utilizando el servicio de conexión remota de Guacamole. Las variables claves fueron el desarrollo del laboratorio virtual, implementación de máquinas conectadas a un servidor, sistema de gestión de reservas de laboratorios, acceso remoto a través de un navegador, conexión remota de guacamole y repetición de prácticas de laboratorio. Como resultado de la investigación, se logró desarrollar un laboratorio virtual que simulaba entornos de trabajo reales. Este sistema incluía máquinas conectadas a un servidor y un sistema de gestión de reservas que permitía el acceso remoto a través de un navegador web utilizando Guacamole. Se demostró que la implementación de un laboratorio virtual con acceso remoto puede ser altamente beneficioso para la educación. Este enfoque brinda flexibilidad a docentes y estudiantes al permitirles realizar prácticas de laboratorio de manera remota y en horarios convenientes. Además, el sistema de gestión de reservas simplifica la organización de prácticas.

El trabajo de investigación de Jimenez Melo (2020) busca mejorar la digitalización de los procesos de aprendizaje en la Universidad EIA y promoverlos como una alternativa de estudio. Esto se logró a través del diseño de una interfaz más completa y la implementación de la simulación cinemática de un robot tipo paletizador 4R. Además, se buscaba evaluar la satisfacción de los estudiantes con el laboratorio virtual e identificar áreas de mejora, las variables consideradas en el estudio incluyeron diseño de una interfaz completa, implementación de simulación cinemática y satisfacción de los estudiantes con el laboratorio virtual. Los resultados de la investigación indicaron que la mayoría de los estudiantes se mostraron satisfechos con el uso del laboratorio virtual. La implementación de una interfaz más completa y la simulación cinemática del robot tipo paletizador 4R contribuyeron a mejorar la experiencia de aprendizaje. Se demostró que la digitalización de los procesos de aprendizaje puede ser una alternativa efectiva en la

educación universitaria. Los estudiantes expresaron satisfacción con el laboratorio virtual, lo que sugiere que estas iniciativas pueden mejorar la experiencia de aprendizaje.

La investigación de Pratama y Kustija (2020) tuvo como objetivo diseñar una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) para un laboratorio remoto basado en Internet de las Cosas (IoT) que permitiera a los usuarios realizar prácticas relacionadas con PLC (Controladores Lógicos Programables) y simulación neumática. Las variables consideradas en el estudio incluyeron diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI), acceso remoto desde un navegador web, funcionamiento del software, gestión del tiempo por parte de los usuarios. Los resultados de la investigación indicaron que la GUI diseñada permitió a los usuarios acceder fácilmente al software y controlar los procesos del laboratorio remoto de manera efectiva. Se observó que los procesos funcionaron correctamente, lo que contribuyó a una experiencia de usuario satisfactoria. La investigación demostró que el diseño de una GUI para un laboratorio remoto basado en IoT puede facilitar el acceso y el control de procesos de laboratorio desde ubicaciones remotas. Esto ofrece a los usuarios la flexibilidad de realizar prácticas de PLC y simulación neumática de manera efectiva y conveniente.

El estudio de Mar Cornelio et al. (2021) tuvo como objetivo desarrollar un sistema de laboratorio remoto para la práctica de control en el campo de Ingeniería en Automática. La arquitectura propuesta consta de tres componentes fundamentales: clientes, administración de prácticas y estación de trabajo. Se emplearon tecnologías como PostgreSQL para la gestión de bases de datos, Hibernate como framework de desarrollo y Python como lenguaje de programación. Las variables consideradas en el estudio incluyeron diseño y desarrollo del sistema de laboratorio remoto, uso de tecnologías como PostgreSQL, Hibernate y Python y capacidad de los estudiantes para realizar prácticas de control de forma remota. Como resultado se logró desarrollar un laboratorio en línea que

permitió a los estudiantes trabajar de manera remota en prácticas de control. Esto simplificó significativamente su trabajo y les brindó la capacidad de analizar diversas variables en tiempo real. Como conclusión se demostró con éxito la viabilidad de desarrollar un sistema de laboratorio remoto para la práctica de control en Ingeniería en Automática. Esta plataforma en línea proporciona a los estudiantes la flexibilidad de realizar prácticas desde cualquier ubicación y simplifica el proceso de análisis de variables de control.

La investigación desarrollada por Calderón Ruiz e Inca Ortiz (2019) tenía como objetivo principal diseñar e implementar un entorno virtual y laboratorio remoto para facilitar el aprendizaje del curso de teoría electromagnética. Las variables consideradas en la investigación incluyeron diseño y desarrollo del entorno virtual y laboratorio remoto, implementación de una página web basada en PHP y acceso de estudiantes y docentes desde ubicaciones remotas. Los resultados de la investigación mostraron que el diseño e implementación del entorno virtual y laboratorio remoto fueron exitosos. Los estudiantes y docentes pudieron acceder a los laboratorios desde cualquier ubicación con acceso a Internet. En conclusión, lograron implementar con éxito un entorno virtual y laboratorio remoto para mejorar el proceso de aprendizaje en el curso de teoría electromagnética. Esta plataforma en línea permitió a estudiantes y docentes acceder a los recursos de laboratorio de manera conveniente y remota, lo que contribuyó a una experiencia de aprendizaje más flexible y accesible.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis desarrollada por Iquira Becerra (2018) El objetivo principal fue desarrollar un laboratorio virtual inmersivo que se centrara en el aprendizaje de conceptos de física utilizando técnicas de gamificación. Se buscaba crear una experiencia educativa interactiva y atractiva que facilitara la comprensión de los conceptos físicos. Las variables consideradas en la tesis incluyeron, desarrollo de un laboratorio virtual

inmersivo, uso del motor de videojuegos Unity3d, implementación en la plataforma Android, incorporación de giroscopio y acelerómetro, uso de lentes de realidad virtual, evaluación de la usabilidad pedagógica. evaluación del entorno virtual y evaluación de la usabilidad del entorno virtual. Los resultados de la tesis mostraron un alto nivel de aprobación en cuanto a la usabilidad pedagógica, con un 94% de aprobación. En cuanto al entorno virtual, se obtuvo un 71% de aprobación, y en la usabilidad del entorno virtual se alcanzó un 62% de aprobación. En conclusión, logró desarrollar con éxito un laboratorio virtual inmersivo que utilizó técnicas de gamificación para enseñar conceptos de física. Los altos niveles de aprobación en la usabilidad pedagógica sugieren que esta metodología puede ser efectiva para mejorar la comprensión y el compromiso de los estudiantes con la física. El uso de la tecnología de realidad virtual y los sensores agregó una dimensión adicional a la experiencia de aprendizaje.

En la tesis de (Belupú-Amaya 2018) el objetivo fue desarrollar una plataforma para la realización de laboratorios virtuales destinados a mejorar la enseñanza en ciencias de la ingeniería mediante métodos dinámicos. Se buscaba proporcionar a los estudiantes una herramienta interactiva y efectiva para comprender y aplicar conceptos de ingeniería de manera práctica. Las variables consideradas en la tesis incluyeron desarrollo de una plataforma de laboratorios virtuales, uso del framework Spring de Java, uso del toolbox de Matlab (Matlab Builder JA) para simulaciones y evaluación de la satisfacción de los alumnos en el uso de la plataforma. Los resultados de la tesis mostraron que el 65% de los alumnos expresaron satisfacción en el uso de la plataforma y su interfaz. Además, el 55% de los alumnos indicaron que los conocimientos impartidos en clase se aprovecharon mucho más a través de los laboratorios virtuales en comparación con los laboratorios tradicionales, en conclusión, se logró desarrollar una plataforma de laboratorios virtuales efectiva para la enseñanza en ciencias de la ingeniería. Los altos niveles de satisfacción de los alumnos en el uso de la plataforma

respaldan la idea de que las herramientas interactivas y dinámicas pueden mejorar significativamente la comprensión y aplicación de conceptos de ingeniería.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Laboratorio remoto

Según (Zamora Musa 2012), los laboratorios remotos se presentan como una fusión de hardware y software diseñados para facilitar a los estudiantes la realización de sus prácticas de manera remota, brindándoles la sensación de estar frente a un laboratorio tradicional. Esta conexión se establece principalmente a través de una conexión a Internet. Esta innovadora herramienta educativa permite a los estudiantes acceder y llevar a cabo experimentos e investigaciones de manera virtual, superando las barreras geográficas y promoviendo un aprendizaje interactivo e inclusivo.

En consonancia con la definición de (Grout 2017) los laboratorios remotos se presentan como instalaciones físicas que abren las puertas a experimentos llevados a cabo en un laboratorio, aunque los usuarios no se encuentren físicamente en el mismo lugar que el experimento en cuestión. Este enfoque permite que la educación y la investigación trasciendan las limitaciones geográficas.

Por otra parte, como señala (Belupú-Amaya 2018) el propósito principal de estos entornos radica en la gestión de sistemas reales, la realización de experimentos y el acceso a los datos a través de Internet para su posterior análisis. En esencia, estos laboratorios virtuales y remotos ofrecen una puerta abierta al aprendizaje y la experimentación, fomentando la colaboración y la accesibilidad en el ámbito educativo y científico.

De igual modo, (Pérez Waltero 2014) nos introduce al concepto de laboratorio remoto, una evolución natural de los laboratorios virtuales. Su principal propósito es brindar a los estudiantes de ingeniería una experiencia cercana a las prácticas esenciales para su formación,

eliminando la necesidad de desplazarse físicamente. Esto no solo ahorra tiempo para los usuarios, sino que también reduce los costos asociados a los desplazamientos y el mantenimiento de equipos físicos. En esencia, los laboratorios remotos abren las puertas a un aprendizaje más accesible y eficiente, al tiempo que preservan la calidad y la riqueza de la experiencia práctica.

Por último, (Fernández Pacheco, Martín y Castro 2019) subrayan las numerosas ventajas que aportan los laboratorios remotos. Entre estas destacan la ausencia de restricciones temporales, la capacidad de albergar a un mayor número de estudiantes simultáneamente, eliminando así las limitaciones de espacio físico. Asimismo, posibilitan el acceso a un mayor número de estudiantes a un mismo equipo, lo que se traduce en una reducción de los costos por alumno. Estos beneficios combinados hacen que los laboratorios remotos sean una herramienta educativa poderosa y eficiente en la formación de futuros profesionales.

2.2.2. Laboratorio virtual

Según las investigaciones de (Belupú-Amaya 2018), el concepto de laboratorio virtual se refiere a una plataforma integral que reúne todos los componentes esenciales para llevar a cabo experimentos en un entorno simulado. Este entorno se encuentra completamente integrado dentro de una aplicación informática diseñada para facilitar la realización de prácticas y experimentos en un contexto virtual. Esta herramienta educativa se presenta como una solución eficaz para promover un aprendizaje interactivo y práctico en el ámbito de la educación y la formación profesional.

Además, según las investigaciones de (Iquiria Becerra 2018), el concepto de laboratorio virtual se define como un software de simulación que incorpora un entorno virtual destinado a permitir que los docentes interactúen con los estudiantes a través de diversas situaciones predefinidas. Esta plataforma ofrece a los educadores la flexibilidad de diseñar escenarios de aprendizaje que imitan situaciones del mundo

real, lo que facilita la comprensión de conceptos y el desarrollo de habilidades prácticas por parte de los estudiantes.

Además, de acuerdo con las investigaciones de (Dormido et al. 2007) los laboratorios virtuales ofrecen la posibilidad de controlar y observar el comportamiento de entornos simulados desde cualquier ubicación y en cualquier momento. Estos laboratorios virtuales proporcionan una simulación que se asemeja con un alto grado de precisión a un entorno real. Esto significa que los estudiantes pueden experimentar y aprender en un ambiente controlado y seguro, independientemente de su ubicación geográfica o la hora del día.

En su trabajo, (Andújar Márquez y Mateo Sanguino, 2010) destacan que un laboratorio virtual está conformado por instrumentos simulados que pueden ser controlados y manipulados mediante un entorno virtual, generalmente alojados en un ordenador. Este enfoque permite a los estudiantes interactuar con instrumentos virtuales y llevar a cabo experimentos de manera similar a como lo harían en un laboratorio físico. La ventaja clave aquí es la flexibilidad y la accesibilidad que brinda, ya que los usuarios pueden realizar prácticas y experimentos desde cualquier lugar donde tengan acceso a un ordenador, eliminando así las restricciones geográficas y los costos asociados con los laboratorios tradicionales.

2.2.3. Laboratorio remoto-virtual

Tal como apuntan (Andújar Márquez y Mateo Sanguino, 2010), un laboratorio remoto-virtual representa una fusión entre un entorno real y uno simulado, ambos accesibles a través de Internet y gestionables en términos de sus recursos. Esta combinación ofrece a los usuarios la capacidad de interactuar con elementos reales y virtuales desde cualquier ubicación con conexión a Internet. Esta flexibilidad y accesibilidad son fundamentales para proporcionar a los estudiantes experiencias de aprendizaje ricas y prácticas, permitiendo la administración eficiente de los recursos disponibles.

Así mismo, (Belupú-Amaya 2018) destaca que un laboratorio remoto-virtual es una plataforma versátil que amalgama el control de sistemas reales con entornos simulados, garantizando un acceso constante a través de Internet. Esta plataforma no solo integra funciones de administración para el control eficiente de recursos, sino que también facilita el proceso de aprendizaje proporcionando acceso a contenidos relevantes. Además, brinda la posibilidad de reservar recursos compartidos, lo que optimiza aún más la experiencia de aprendizaje.

2.2.4. Instrumentación virtual

Siguiendo la definición proporcionada por (Andújar Márquez y Mateo Sanguino, 2010), la instrumentación virtual se refiere a un sistema altamente funcional que engloba la capacidad de procesamiento, detección y control, todo gestionado por una o más computadoras. Esta tecnología posibilita el acceso local a recursos tanto reales como simulados, proporcionando una plataforma versátil para la realización de experimentos y prácticas en diversos campos de estudio.

Según la explicación de (Chacón Rugeles 2002) , la instrumentación virtual se configura como un sistema integral que abarca la medición, análisis y control de señales físicas utilizando una computadora como plataforma central. Esto se logra mediante el empleo de instrumentos virtuales, lo que permite una versatilidad considerable en la realización de experimentos y tareas de análisis en distintos contextos y aplicaciones.

2.2.5. Prácticas de laboratorio

Tal como indica (Díaz Ruiz 2017) las prácticas de laboratorio desempeñan un papel fundamental en la educación científica al proporcionar a los estudiantes la oportunidad de participar en actividades que simulan el trabajo de los científicos en la resolución de problemas. Estas experiencias, como señalan (Castro Rojano y Guitierrez Ahumada, 2017) permiten a los estudiantes familiarizarse con los procedimientos de la investigación y la indagación científica. Además, estas prácticas

fomentan el razonamiento basado en la experiencia concreta y promueven el desarrollo de una serie de habilidades cognitivas, sociales, motoras y comunicativas, que son esenciales para alcanzar objetivos conceptuales, procedimentales y de investigación en el proceso educativo.

Como menciona (G. Zorrilla 2018), los trabajos prácticos de laboratorio son actividades en las que los estudiantes pueden estar involucrados en diferentes niveles, tanto en la planificación y concepción como en la implementación y ejecución. Estas prácticas varían en su grado de complejidad y permiten a los estudiantes desarrollar habilidades clave relacionadas con la observación, la experimentación y el análisis, lo que contribuye significativamente a su formación académica y desarrollo de competencias científicas y técnicas.

2.2.6. Robótica

La palabra "Robótica" tiene su origen en el término "robot". De este modo, la Robótica se define como la ciencia que se ocupa del análisis, desarrollo y aplicación de los robots en una amplia variedad de aplicaciones, según lo señalado por (Ortiz Beltrán 2006).

Esta disciplina se dedica a la creación y construcción de dispositivos y sistemas con la capacidad de realizar tareas características de los seres humanos. La Robótica es un campo interdisciplinario que abarca múltiples áreas de estudio, incluyendo la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial y la ingeniería de control, como destaca (Arias Giraldo 2011). La convergencia de estos campos permite el desarrollo y la utilización de robots en una amplia gama de aplicaciones, desde la automatización industrial hasta la exploración espacial y la asistencia médica, transformando la manera en que interactuamos con la tecnología y mejorando nuestra calidad de vida.

2.2.7. Aplicación web

Este concepto se refiere al software utilizado por los navegadores web para permitir a los usuarios interactuar de manera directa y

personalizada con los datos. Su objetivo principal es facilitar la ejecución de tareas específicas de acuerdo con las necesidades individuales del usuario. En otras palabras, esta herramienta informática actúa como una interfaz que conecta al usuario con la información en línea de una manera más práctica y adaptada a sus requerimientos particulares. Esta capacidad de personalización y acción directa hace que la experiencia en la web sea más eficiente y efectiva para llevar a cabo diversas actividades en línea (Arias Muñoz 2018).

2.2.8. Arquitectura cliente servidor

Este concepto se refiere a una arquitectura utilizada en redes informáticas donde varios clientes, que son procesadores remotos, solicitan y reciben servicios a través de un servidor centralizado, conocido como equipo anfitrión. Los clientes proporcionan una interfaz que permite a los usuarios solicitar servicios al servidor y mostrar los resultados que el servidor proporciona como respuesta. Los servidores, por otro lado, esperan las solicitudes de los clientes y luego responden a estas solicitudes de manera eficiente. En ideal, un servidor en esta arquitectura proporciona una interfaz que es transparente y estandarizada para los clientes. Esto significa que los usuarios pueden solicitar servicios sin necesidad de comprender los detalles técnicos del sistema, como el hardware o el software, que está detrás de la prestación de ese servicio. En resumen, esta arquitectura facilita la interacción entre múltiples usuarios y un servidor central, lo que simplifica la forma en que se accede y se brindan servicios en una red informática (Britannica 2021).

2.2.9. Internet of Things (IoT)

La red de objetos físicos, a menudo denominada "Internet de las cosas" o IoT, se compone de una amplia variedad de dispositivos cotidianos que están equipados con sensores, software y tecnología de comunicación. Su propósito es establecer conexiones y facilitar el intercambio de datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Dentro de esta red, nos encontramos con objetos que van desde los electrodomésticos más

comunes, como neveras y termostatos inteligentes que pueden ajustar automáticamente la temperatura, hasta herramientas industriales altamente sofisticadas. Esta interconexión permite una gestión más eficiente y una toma de decisiones más informada en una variedad de campos, desde el hogar hasta la industria (Oracle 2022b).

2.2.10. Norma técnica ISO/IEC 9126:2001

Este estándar internacional se utiliza en la industria del software para garantizar la calidad de los productos digitales en todas las etapas: desarrollo, producto en sí y uso. Introduce un modelo de calidad que establece métricas para diversas características esenciales en el software. Estas características se dividen en dos categorías principales: modelo de Calidad Interna y Externa, este aborda aspectos como funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad y por último el modelo para Calidad en Uso, aquí se evalúan aspectos relacionados con la efectividad, productividad, seguridad de acceso y satisfacción del usuario. En resumen, este estándar proporciona un enfoque estructurado para asegurar que los productos de software cumplan con estándares de calidad tanto en su desarrollo como en su uso posterior (Al-Kilidar, Cox y Kitchenham 2005).

2.2.11. Angular

Angular, en términos sencillos, es una herramienta que se utiliza para construir aplicaciones web que son tanto interactivas como dinámicas. Una de sus características más destacadas es su capacidad para dividir la aplicación en componentes reutilizables, lo que facilita en gran medida el proceso de desarrollo. Además, ofrece funcionalidades especiales diseñadas para gestionar datos, eventos y la comunicación con otros servicios. En resumen, Angular es una poderosa herramienta que permite a los desarrolladores crear aplicaciones web de manera más eficiente y efectiva (Angular 2022).

2.2.12. Node.JS

Node.js es una plataforma de programación bastante singular, ya que posibilita la ejecución de código JavaScript en el servidor. Es un entorno versátil que brinda la capacidad de crear aplicaciones web y llevar a cabo diversas tareas en el lado del servidor utilizando el lenguaje de programación JavaScript. Su característica distintiva radica en su modelo de programación no bloqueante, lo que significa que puede gestionar múltiples solicitudes de forma eficiente sin interrumpir otras operaciones en curso. Esta capacidad lo convierte en una herramienta poderosa para desarrolladores que desean construir aplicaciones web ágiles y altamente receptivas(OpenJS Foundation 2023).

2.2.13. Ubuntu

Ubuntu Linux, una distribución del sistema operativo Linux, se erige como una adaptación del sistema Debian, utilizando su núcleo como base. Este sistema operativo, Linux, es conocido por su versatilidad y potencia, aunque requiere de otros programas para funcionar como un sistema operativo completo. En particular, Ubuntu ha sobresalido por su papel fundamental en la promoción y adopción de Linux en el ámbito de las computadoras de escritorio(keir Thomas, Andy Channelle y Vugt Sander van 2010).

2.2.14. Guacamole

Apache Guacamole representa una pasarela de escritorio remoto excepcional, caracterizada por su modalidad "sin cliente". Esto significa que no precisa de complementos adicionales o software de cliente para funcionar de manera eficaz. Su versatilidad se refleja en su compatibilidad con protocolos estándar, tales como VNC, RDP y SS. Una particularidad de Guacamole es su aprovechamiento de la tecnología HTML5. Una vez que se encuentra instalado en un servidor, la única herramienta necesaria para acceder a tus escritorios remotos es un navegador web. Este enfoque sin complicaciones simplifica el acceso a

tus recursos de escritorio, eliminando la necesidad de configuraciones y software adicionales(The Apache Software Foundation 2023).

2.2.15. Grafana

Grafana Cloud se destaca como una plataforma de observabilidad completamente gestionada y hospedada en la nube, especialmente diseñada para entornos nativos de la nube. Su principal funcionalidad abarca la integración completa de métricas, registros y trazas, respaldada por una potente plataforma de paneles que permite visualizar los datos de forma eficaz. Esta plataforma se presenta como una solución completa, ya que integra herramientas cruciales como Prometheus para llevar a cabo pruebas de rendimiento(Grafana Labs 2023).

2.2.16. Apache JMeter

Apache JMeter es una destacada aplicación de código abierto basada en Java que se dedica por completo a realizar pruebas de carga. Su misión principal es evaluar el comportamiento funcional y medir el rendimiento de aplicaciones. Aunque en sus inicios se centraba principalmente en pruebas de aplicaciones web, ha experimentado una evolución notable que le ha permitido abordar una variedad de funciones de prueba. Esto lo convierte en una herramienta versátil y valiosa para evaluar el rendimiento y la funcionalidad de diversas aplicaciones(Apache Software Foundation 2023).

2.2.17. Prometheus

Prometheus, una herramienta de código abierto ampliamente reconocida en la industria, desempeña un papel esencial en el monitoreo y las alertas de sistemas. Su enfoque se basa en un modelo de datos robusto y un lenguaje de consulta altamente adaptable. Esto le permite recopilar y conservar métricas en forma de datos de series temporales, lo que a su vez facilita la comprensión del estado interno de los sistemas y la supervisión de su salud y rendimiento(Prometheus 2023).

2.2.18. SPSS

Esta plataforma se destaca por su interfaz de usuario intuitiva y una amplia gama de funciones sólidas, lo que facilita la extracción rápida de información valiosa de los datos. Lo que hace que esta plataforma sea excepcional es su capacidad para llevar a cabo procedimientos estadísticos avanzados, lo que garantiza resultados de alta precisión y decisiones basadas en datos de calidad. Además, ofrece una solución completa que abarca todas las etapas del ciclo de análisis, desde la preparación y gestión de datos hasta el análisis y la generación de informes(IBM 2023).

2.2.19. Metodología de desarrollo

En el desarrollo de esta tesis, se adoptó una aproximación metodológica híbrida, la cual combina dos enfoques bien conocidos: el Proceso Unificado de Rational (RUP) y la metodología ágil SCRUM. Según lo señalado por (Villegas Herrera 2019), se puede aprovechar la metodología RUP para establecer un prototipo preliminar con funcionalidades básica y la metodología SCRUM para ir desarrollando mejoras continuas.

Para este caso en particular, se ha decidido emplear la metodología RUP, destacada por su capacidad de documentación y planificación meticulosa. Esta elección se basa en la necesidad de establecer una base sólida para el proyecto, comenzando con la elaboración del listado de requerimientos funcionales. La primera etapa del proyecto se centrará en la creación del Producto Mínimo Viable (PMV), RUP facilitará este proceso al permitir la generación de diversos artefactos esenciales, como especificaciones de casos de uso, diagramas de clases, diagramas de componentes y diagramas de secuencia. Estos elementos serán cruciales para definir claramente el alcance del proyecto y establecer las bases sólidas necesarias para avanzar con confianza.

En el proceso de desarrollo del laboratorio virtual y remoto, se ha optado por la metodología SCRUM. La elección de esta metodología se basa en

la naturaleza de los objetivos del proyecto, que requieren una aproximación ágil y una retroalimentación constante para satisfacer las necesidades del cliente de manera efectiva. La metodología SCRUM se caracteriza por su enfoque en la colaboración y la flexibilidad. Como señala, (Trigas Gallego 2012) en el desarrollo ágil, todo el equipo de desarrollo participa activamente en todas las fases del proyecto. Además, el cliente también desempeña un papel fundamental, lo que permite una comunicación continua y una retroalimentación constante. Según (Trigas Gallego 2012), se definen los componentes y elementos de la metodología SCRUM.

Componentes de la metodología SCRUM

1. Las reuniones

- **Planificación de backlog:** En esta fase se deciden los objetivos y el trabajo a realizar, se define el Sprint 0.
- **Seguimiento del Sprint:** En esta fase se realizan reuniones diarias con el objetivo de responder 3 preguntas para evaluar el progreso de las tareas:
 - **¿Cuál fue el trabajo realizado desde la reunión anterior?**
 - **¿Qué trabajo se realizará hasta la próxima reunión?**
 - **Identificar los Inconvenientes y plantear su solución para continuar con el sprint.**
- **Revisión del Sprint:** En esta fase se revisa el incremento generado y se muestran los resultados finales para el feedback con cliente.

2. Los Roles

- **Product owner:** Es la persona que conoce el negocio, su labor es construir el Backlog con las ideas del cliente.
- **Scrum Master:** Se encarga de verificar que la metodología funcione correctamente eliminando inconvenientes que obstaculicen el proceso, también le corresponde interactuar con los clientes.

- **Equipo de desarrollo:** Es un grupo de personas encargadas de llevar a cabo las tareas del Backlog.
- **Usuarios:** El receptor final del producto.
- **Stakeholders:** Son personas que aprovecharán el proyecto, su participación es importante ya que aportan en las revisiones de los Sprint.
- **Managers:** Encargado de la toma de decisiones seleccionando los objetivos y requisitos.

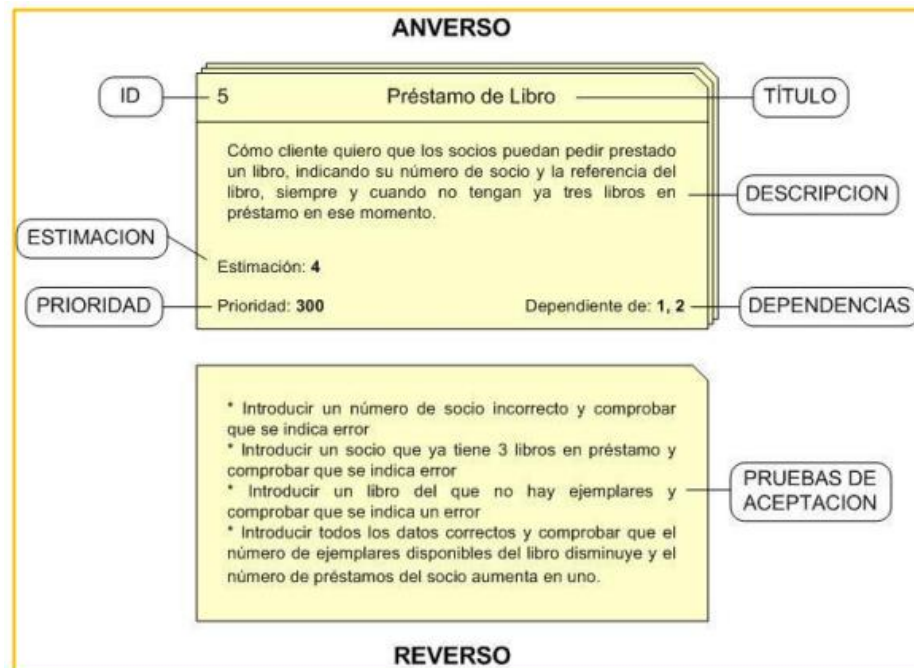
Elementos de la metodología SCRUM

1. Producto Backlog

Se trata del inventario donde se listan todos los requisitos del sistema indicando sus prioridades. Esta lista es generada por el cliente de la mano con el Scrum Master y contienen los objetivos del producto que son utilizados para realizar las historias de usuario.

Las historias de usuarios

Se trata de las funcionalidades que tendrá el software, son el resultado de la coordinación entre el cliente y el equipo de desarrollo.

Figura 1*Ejemplo de Historia de usuario**Fuente: (Trigas Gallego 2012)*

2. Sprint Backlog

Consiste en la lista de tareas elaboradas por el equipo de trabajo durante la planificación de un Sprint, esta lista se va actualizando conforme se va completando el trabajo.

3. Incremento

Son los requisitos completados correctamente en cada iteración, estos requisitos pueden ir cambiando si el cliente lo ve necesario.

2.3. Definición de términos

API

Es un conjunto específico de reglas que explican cómo las computadoras o las aplicaciones se comunican entre sí. Las API están ubicadas entre una aplicación y el servidor web, actúan como una capa intermediaria que maneja la transmisión de datos entre sistemas (IBM Cloud Education 2020).

Cámara web

Es una cámara de video simple que, cuando se conecta a una computadora, le permite capturar imágenes fijas y video. Se usa comúnmente para videoconferencias con software como Zoom, Google Meet, Skype y otras aplicaciones (Jhonson 2021).

Mongo DB

Es una base de datos no relacional que mantiene datos en documentos flexibles parecidos a JSON, por lo que los campos pueden cambiar de un documento a otro y las estructuras de datos pueden cambiar con el tiempo. MongoDB es una base de datos distribuida en esencia, por lo que es altamente disponible, escalable y de uso gratuito (MongoDB 2022).

Base de Datos

Es una colección organizada de datos o información estructurada, normalmente almacenada en formato electrónico dentro de un sistema informático. Las bases de datos por lo general están administradas a través de un sistema de gestión de bases de datos (DBMS) (Oracle 2022a).

JavaScript

JavaScript es un lenguaje de secuencias de comandos empleado tanto en el entorno del cliente como en el del servidor, que posibilita la creación de páginas web interactivas. Mientras que HTML y CSS son dos lenguajes que ofrecen estructura y estilo a las páginas web, JavaScript aporta elementos interactivos que captan la atención de los usuarios (Hack Reactor 2021).

Arduino UNO

Se trata de una placa con base en el microcontrolador ATmega328P que está compuesta por los componentes electrónicos necesarios para operar al conectarlo por el puerto USB de una computadora o con otra fuente de alimentación (Arduino UNO 2022).

Diode emitter light (Led)

Es un dispositivo que emite luz cuando es estimulado por una corriente eléctrica. Está compuesto por un ánodo y un cátodo que permiten el flujo de electricidad en una sola dirección (Stouch Lighting Staff 2017).

Brazo Robótico

Un brazo robótico puede ser cualquier dispositivo mecánico y programable que está diseñado para manipular objetos de una manera similar al brazo humano. Se puede utilizar para muchos trabajos y funciones diferentes que pueden ser demasiado tediosos, difíciles o peligrosos para un ser humano (Shepley 2022).

Servomotor

Es un dispositivo electromecánico que produce par y velocidad en función de la corriente y el voltaje suministrados. Un servomotor funciona como parte de un sistema de circuito cerrado que proporciona par y velocidad según lo ordenado desde un servo controlador que utiliza un dispositivo de retroalimentación para cerrar el bucle (Kollmorgen Experts 2020).

IDE (Entorno de Desarrollo Integrado)

Es un entorno que permite a los programadores unificar los distintos aspectos de escribir un programa informático. Los IDE aumentan la eficiencia del programador al acoplar actividades comunes de escritura de software en una sola aplicación: edición de código fuente, creación de ejecutables y depuración (Codecademy Team 2022).

Computadora de escritorio remoto o acceso remoto

Es la capacidad de acceder y controlar una computadora desde otra ubicación a través de una conexión de red. Esto quiere decir que se puede interactuar con computadoras que están ubicadas físicamente en otro lugar. Para conseguirlo se suelen utilizar programas o aplicaciones especiales que permiten conexiones remotas. Estos programas nos permiten ver y controlar la pantalla de la computadora remota, enviar y recibir archivos, ejecutar programas y realizar otras tareas como si estuviera usando esa computadora directamente (Splashtop Team 2023).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

De acuerdo con (Nicomedes Teodoro 2018), la investigación aplicada tiene como objetivo mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas; por tanto, este tipo de estudio se evalúa de acuerdo a su efectividad. Por otro lado, (Müggenburg Rodríguez y Pérez Cabrera, 2007) mencionan que se enfoca en la solución de problemas inmediatas, dando elementos para las aplicaciones tecnológicas o para la toma de decisiones.

Por lo antes señalado, se puede afirmar que este estudio corresponde a una investigación de tipo aplicada porque se propone una solución tecnológica para el problema identificado de manera concreta. Además, el enfoque es de tipo cuantitativo ya que se medirán las variables y analizarán los datos medidos para formular conclusiones sobre los objetivos e hipótesis planteados.

3.2. Diseño del estudio

De acuerdo con (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018), el diseño pre experimental se caracteriza por que tiene un grado de control mínimo y utiliza un grupo único. Existen dos tipos básicos: Estudio de caso con una sola medición y Diseño de preprueba/posprueba con un solo grupo.

Por ello el diseño que se usaremos será la pre experimental del tipo pre prueba y post prueba que consiste en aplicar una previa evaluación antes del estímulo al grupo y después se hará otra evaluación posterior al estímulo, este diseño será conveniente para establecer la causalidad.

El diseño de esquematización será el siguiente:

$O_1 \quad X \quad O_2$

Donde:

X= Manipulación variable independiente

O₁= Medición pre prueba

O₂= Medición post prueba

3.3. Población y muestra

Población

La población es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación, el universo o población puede estar conformado por seres vivos, registros médicos, las muestras de laboratorio, los accidentes de tránsito y más (López 2004). Para este estudio la población está conformada por 21 estudiantes del X semestre de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Facultad de Ingeniería de UNAMAD matriculados en el curso de Robótica.

Muestra

La muestra es una porción representativa de la población (López 2004). Para la presente investigación se trabajará con una muestra censal, puesto que es de interés la totalidad de la población. Siendo así, la muestra estará constituida por los 21 estudiantes matriculados en el curso de Robótica de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNAMAD, lo que garantiza el margen de confiabilidad.

3.4. Métodos y técnicas

Para esta tesis se utilizó la encuesta como técnica para conocer la percepción de los estudiantes sobre el laboratorio virtual y remoto.

La investigación mediante encuestas se utiliza para responder a las preguntas que se han planteado, resolver los problemas observados, para determinar si se han cumplido o no los objetivos específicos y, en general, para describir lo que existe, en qué cantidad y en qué contexto (Glasow 2005).

Se realizaron también pruebas de rendimiento realizando pruebas de carga, estrés y estabilidad para asegurarse que el laboratorio virtual y remoto pudiera manejar de manera óptima y confiable una carga de usuarios y datos esperada.

“El objetivo de las pruebas de rendimiento es determinar el rendimiento del sistema bajo una carga de trabajo definida utilizando diferentes tipos de pruebas de rendimiento tales como pruebas de carga, de estrés y de estabilidad.” (IBM Corporation 2021).

Así mismo se evaluó el performance del laboratorio remoto para asegurarse que el tiempo de respuesta sea óptimo y el tiempo de actividad sea constante para una mejor experiencia de los usuarios.

De acuerdo con (Lucas 1971), la evaluación del rendimiento informático es crucial para seleccionar sistemas, diseñar aplicaciones y analizar sistemas existentes. Los objetivos del evaluador determinan la estrategia y el esfuerzo dedicado a medir el rendimiento, como maximizar la eficiencia o minimizar costos.

3.5.1. Instrumentos

- Cuestionario
- Apache JMeter
- Herramienta de monitoreo Prometheus y Grafana

Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio 2014), el cuestionario es un grupo de preguntas con respecto de una o más variables a medir, debe ser conforme al planteamiento del problema e hipótesis.

Tal como señala (Halili 2008), JMeter evalúa el rendimiento en recursos estáticos y dinámicos, como archivos estáticos, Servlets, servidores FTP, objetos Java, bases de datos, scripts Perl/CGI, y más. Permite simular diversas cargas para probar y medir la robustez de servidores HTTP, FTP y redes. JMeter es útil para analizar el rendimiento bajo cargas pesadas y ofrece herramientas gráficas para un análisis detallado.

Conforme a (Holopainen 2021), Prometheus es el sistema líder de monitoreo de código abierto y una base de datos de series de tiempo capaz de obtener métricas de múltiples fuentes. Por otro lado, Grafana es una plataforma de código abierto que permite observar y monitorear métricas, permitiendo consultar, visualizar datos métricos y configurar alertas. Grafana es compatible con diversas fuentes de datos, incluyendo Prometheus. En este sentido Grafana utiliza Prometheus como una base de datos que recopila los datos del exportador y Grafana para la visualización. El exportador recolecta datos métricos que Prometheus puede exportar desde ellos.

3.5. Tratamiento de los datos

Los datos se recogerán mediante encuestas que serán aplicadas a los estudiantes antes y después de usar el laboratorio virtual y remoto, estos datos se exportarán a una hoja de cálculo para facilitar su manipulación y se procesarán con el software SPSS versión 26.0 para el análisis descriptivo e inferencial.

3.5.1. Escala de medición:

Medición ordinal – cuantitativa

Para la dimensión “cognitivo (saber, conocer)” de la variable dependiente se empleará la escala de Likert.

Tabla 2

Escala de Likert para la dimensión “cognitivo (saber, conocer)” de la variable dependiente.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia.

Para la dimensión “procedimental (saber hacer)” de la variable dependiente se empleará la escala de Likert.

Tabla 3

Escala de Likert para la dimensión “procedimental (saber hacer)” de la variable dependiente.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

Para la variable independiente: Laboratorio virtual y remoto.

Dimensión 1: Rendimiento de la aplicación web

Para la obtención de resultados de la aplicación web para el laboratorio virtual y remoto utilizaremos Apache JMeter para realizar las pruebas de rendimiento enfocándonos en las pruebas de carga, pruebas de estrés y pruebas de estabilidad.

a) Indicador 1. Pruebas de carga

Las pruebas de carga se realizan para observar el comportamiento de una aplicación considerando una cantidad de peticiones esperadas. Esta prueba nos permite identificar si se genera un cuello de botella en la aplicación.

Para esta prueba se han considerado los 21 usuarios que corresponden a la población que hará uso del laboratorio virtual y remoto para las prácticas de robótica.

Como se puede observar en la columna “%Error” de la

Tabla 4 todas las peticiones dieron como resultado 0% lo cual indica que el sistema está apto para la cantidad de usuarios esperada.

Tabla 4

Tabla resumen de prueba de carga considerando 21 muestras que corresponden a la población de estudiantes que harán uso del sistema.

Etiqueta	Muestras	Media	Mín	Máx	Desv. Estándar	% Error	Rendimiento	Kb/sec	Sent KB/sec	Media de Bytes
/api/laboratorioVirtual/auth/login	21	309	0	348	13,67	0%	8,32	3,70	3,85	456,00

/api/laboratorioVirtual/users/roles	21	271	0	278	4,34	0%	8,87	4,40	6,60	508,00
/api/laboratorioVirtual/users/getUserData	21	275	0	288	5,04	0%	8,88	4,41	5,07	508,00
/api/laboratorioVirtual/classroom/reservedClassroomByUser	21	279	0	293	7,49	0%	6,38	13,07	3,75	2098,00
	21	448	0	1189	356,61	0%	17,16	33,18	18,30	1979,90
/api/laboratorioVirtual/users/getAllUsers	21	163	0	177	7,12	0%	9,78	13,50	5,59	1413,00
/api/laboratorioVirtual/turn/getTurns	21	162	0	175	5,75	0%	9,86	4,91	5,60	510,00
/api/laboratorioVirtual/classroom/getProgrammingByDates	21	401	0	413	6,22	0%	8,09	35,63	6,01	4510,00
/api/laboratorioVirtual/turn/id/:id	21	164	0	188	10,17	0%	10,13	3,85	5,94	389,00
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClassByDate	21	274	0	288	5,64	0%	9,03	5,13	5,88	582,00
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClass/_id/:id	21	275	0	283	4,29	0%	9,02	3,72	5,47	423,00
/api/laboratorioVirtual/classroom/updateScheduledClass	21	280	0	291	6,67	0%	9,03	3,21	7,11	364,00

Fuente: Elaboración propia con la herramienta Apache JMeter.

b) Indicador 2. Pruebas de estrés

Las pruebas de estrés son utilizadas para llevar al límite la aplicación, consiste en ir doblando la cantidad de peticiones y se ejecutan pruebas de carga hasta conseguir un error, de esta manera se puede determinar la solidez de la aplicación cuando se aplica una carga extrema.

Esta prueba se realiza con el objetivo de medir la cantidad de usuarios que soporta la aplicación hasta que genere un error, el resultado obtenido es a partir de una prueba con 100, 300 y 650 usuarios conectados en un intervalo de 1 minuto.

- Prueba de estrés con 100 usuarios

Se somete el sistema a una simulación de 100 usuarios que interactúan con la plataforma de forma simultánea. En la Tabla 5 se observa que una conexión simultánea de 100 usuarios en la aplicación web dio un resultado óptimo que no genere errores.

Tabla 5

Tabla resumen de prueba de estrés simulando el acceso al sistema de 100 usuarios en simultaneo.

Etiqueta	Muestras	Media	Mín	Máx	Desv. Estándar	% Error	Rendimiento	Kb/sec	Sent KB/sec	Media de Bytes
/api/laboratorioVirtual/auth/login	100	3142	0	6052	1433,02	0%	15,47	6,89	7,16	456
/api/laboratorioVirtual/users/roles	100	901	0	1526	471,94	0%	17,01	5,05	12,66	304
/api/laboratorioVirtual/users/getUserData	100	778	0	1524	588,42	0%	18,94	5,62	10,82	304
/api/laboratorioVirtual/classroom/reservedClassroomByUser	200	261	0	1532	355,65	0%	34,38	10,21	20,18	304
	700	996	0	6264	1762,88	0%	81,48	46,50	86,90	584,4
/api/laboratorioVirtual/users/getAllUsers	100	301	0	1522	394,21	0%	33,42	9,92	19,09	304
/api/laboratorioVirtual/turn/getTurns	100	382	0	1617	232,05	0%	45,33	22,58	25,72	510
/api/laboratorioVirtual/classroom/getProgrammingByDates	100	128	0	211	35,66	0%	68,63	20,38	51,01	304
/api/laboratorioVirtual/turn/id/:id	100	512	0	1034	209,79	0%	53,05	20,15	31,08	389
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClassByDate	100	103	0	159	34,38	0%	54,08	16,06	35,23	304
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClass/_id/:id	100	108	0	182	40,41	0%	55,10	16,36	33,41	304
/api/laboratorioVirtual/classroom/updateScheduledClass	100	93	0	155	33,70	0%	56,53	16,78	44,55	304

Fuente: Elaboración propia con la herramienta Apache JMeter.

- Prueba de estrés con 300 usuarios

Se somete el sistema a una simulación de 300 usuarios que interactúan con la plataforma de forma simultánea. Como se puede observar en Tabla 6, después de llevar a cabo las pruebas con 300 usuarios, se observó un porcentaje de error en algunas solicitudes al servidor que no superó el 8%. Aunque esto indica que la aplicación aún es capaz de funcionar correctamente, se recomienda realizar optimizaciones para mejorar su rendimiento.

Tabla 6

Tabla resumen de prueba de estrés simulando el acceso al sistema de 300 usuarios en simultaneo.

Etiqueta	Muestras	Media	Mín	Máx	Desv. Estándar	% Error	Rendimiento	Kb/sec	Sent KB/sec	Media de Bytes
/api/laboratorioVirtual/auth/login	300	8908	0	16574	4743,79	0%	17,18	7,65	7,95	456
/api/laboratorioVirtual/users/roles	300	914	0	1319	341,75	0%	18,18	5,40	13,53	304
/api/laboratorioVirtual/users/getUserData	300	895	0	1351	367,84	2%	19,17	5,69	10,95	304
/api/laboratorioVirtual/classroom/reservedClassroomByUser	600	459	0	1349	452,95	1%	26,77	7,95	15,71	304
	2100	3265	0	16814	4261,65	8%	82,30	59,70	87,77	742,9
/api/laboratorioVirtual/users/getAllUsers	300	5541	0	12104	2624,48	4%	18,16	25,06	10,37	1413
/api/laboratorioVirtual/turn/getTurns	300	2812	0	6041	969,08	0%	24,90	12,40	14,13	510
/api/laboratorioVirtual/classroom/getProgrammingByDates	300	97	0	201	34,91	4%	48,78	14,48	36,25	304
/api/laboratorioVirtual/turn/id/:id	300	2403	0	3906	414,75	0%	40,57	15,41	23,77	389
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClassByDate	300	147	0	228	42,68	0%	58,23	17,29	37,93	304
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClass/_id/:id	300	111	0	276	48,34	0%	58,69	17,42	35,59	304
/api/laboratorioVirtual/classroom/updateScheduledClass	300	103	0	275	40,23	0%	58,43	17,35	46,05	304

Fuente: Elaboración propia con la herramienta Apache JMeter.

- Prueba de estrés con 650 usuarios

Se somete el sistema a una simulación de 650 usuarios que interactúan con la plataforma de forma simultánea. En la **Tabla 7**, una conexión simultanea de 650 usuarios en la aplicación web dio como resultado que algunos recursos fallen de forma significativo con un error sobre el 20%.

Tabla 7

Tabla resumen de prueba de estrés simulando el acceso al sistema de 650 usuarios en simultaneo.

Etiqueta	Muestras	Media	Mín	Máx	Desv. Estándar	% Error	Rendimiento	Kb/sec	Sent KB/sec	Media de Bytes
/api/laboratorioVirtual/auth/login	650	11089	0	21242	7510,63	50%	29,11	45,11	6,74	1586,5

/api/laboratorioVirtual/users/roles	650	13443	0	21896	6984,87	26%	16,05	16,92	8,86	1079,4
/api/laboratorioVirtual/users/getUserData	650	10315	0	21049	6264,98	25%	11,47	11,9	4,91	1062,5
/api/laboratorioVirtual/classroom/reservedClassroomByUser	1300	6182	0	21063	4489,28	1%	15,39	31,62	8,94	2104,2
	4550	11692	0	84178	15918,17	8%	46,63	105,29	45,75	2312,3
/api/laboratorioVirtual/users/getAllUsers	650	2971	0	4011	838,69	0%	9,69	13,37	5,54	1413
/api/laboratorioVirtual/turn/getTurns	650	2992	0	6585	875,82	0%	10	4,98	5,67	510
/api/laboratorioVirtual/classroom/getProgrammingByDates	650	8299	0	12842	2714,66	0%	9,99	44,01	7,43	4510
/api/laboratorioVirtual/turn/id/:id	650	3520	0	6729	1812,8	0%	11,59	4,4	6,79	389
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClassByDate	650	4758	0	9782	2280,16	0%	11,85	6,74	7,72	582
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClass/_id/:id	650	5862	0	20041	4183,03	0%	13,22	5,46	8,02	423
/api/laboratorioVirtual/classroom/updateScheduledClass	650	6226	0	21060	5099,52	2%	15,16	6,25	11,65	422

Fuente: Elaboración propia con la herramienta Apache JMeter.

c) Pruebas de estabilidad

Las pruebas de estabilidad son utilizadas para evaluar la capacidad de un sistema para mantener un rendimiento estable y confiable bajo cargas de trabajo sostenidas a largo plazo con la cantidad de usuarios esperada.

Esta prueba se realiza con el objetivo de evaluar durante cuánto tiempo la aplicación se encuentra estable generando una prueba de carga con 21 usuarios durante 15 minutos.

En la Tabla 8 se puede observar que como resultado la aplicación web no generó ningún error durante los 15 minutos que se ejecutó con 21 usuarios de manera continua y concurrente, por otro lado, también se puede ver que la desviación estándar no se alejó en gran medida de la media lo cual significa que el rendimiento fue óptimo durante la prueba.

La columna “Muestras” de la **Tabla 6** corresponde a la sumatoria de peticiones realizadas por 21 usuarios simulados durante 15 minutos de forma continua.

Tabla 8

Tabla resumen de prueba de estabilidad considerando 21 usuarios simulados de forma continua durante 15 minutos.

Etiqueta	Muestras	Media	Mín	Máx	Desv. Estándar	% Error	Rendimiento	Kb/sec	Sent KB/sec	Media de Bytes
/api/laboratorioVirtual/auth/login	4622	396	0	2249	144,34	0%	5,2	2,32	2,41	456,5
/api/laboratorioVirtual/users/roles	4621	391	0	2132	126,92	0%	5,2	2,59	3,87	509,3
/api/laboratorioVirtual/users/getUserData	4618	365	0	2157	117,17	0%	5,2	2,59	2,97	509,8
/api/laboratorioVirtual/classroom/reservedClassroomByUser	9214	415	0	2156	148,51	0%	10,38	21,26	6,09	2098,1
	32255	633	0	3792	521,74	0%	36,27	70,15	38,68	1980,3
/api/laboratorioVirtual/users/getAllUsers	4614	230	0	1274	101,96	0%	5,2	7,18	2,97	1414
/api/laboratorioVirtual/turn/getTurns	4610	229	0	2020	103,96	0%	5,2	2,59	2,95	510,4
/api/laboratorioVirtual/classroom/getProgrammingByDates	4609	565	0	2269	140,85	0%	5,2	22,88	3,86	4509,6
/api/laboratorioVirtual/turn/id/:id	4608	232	0	2130	108,96	0%	5,2	1,98	3,05	389
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClassByDate	4608	397	0	2155	136,83	0%	5,2	2,96	3,39	582,4
/api/laboratorioVirtual/classroom/scheduledClass/_id/:id	4607	389	0	1416	126,29	0%	5,2	2,16	3,15	426,2
/api/laboratorioVirtual/classroom/updateScheduledClass	4600	407	0	2156	135,44	0%	5,19	1,85	4,09	364

Fuente: Elaboración propia con la herramienta Apache JMeter.

Dimensión 2: Performance del laboratorio remoto

Para la obtención de resultados de la del laboratorio remoto se tomará en cuenta el servidor donde se encuentra la aplicación guacamole que se encarga de gestionar las conexiones a los equipos remotos, utilizaremos las herramientas Prometheus y Grafana que en forma conjunta nos permiten monitorear el servidor para obtener los resultados del Tiempo de actividad del servidor y la Latencia y tiempo de respuesta del servidor.

a) Indicador 1. Tiempo de actividad del servidor

Este indicador se refiere al período de tiempo durante el cual el servidor está activo y disponible para proporcionar servicios y recursos.

Como se puede ver en la Figura 2, el servidor muestra una buena disponibilidad, ya que estuvo en funcionamiento durante la mayoría del período registrado, con una interrupción inicial. Por lo tanto, el servidor se encuentra apto la aplicación web ya que esta requiere disponibilidad las 24h del día.

Figura 2

Tiempo de actividad del servidor Ubuntu



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Grafana.

b) Indicador 2. Latencia y tiempo de respuesta

La medición de la latencia y el tiempo de respuesta es esencial para evaluar el rendimiento y la capacidad de respuesta de un sistema. La latencia se refiere al tiempo de demora en la transmisión de datos, mientras que el tiempo de respuesta mide el tiempo que tarda un sistema en procesar una solicitud y proporcionar una respuesta.

Para estas pruebas vamos evaluar los siguientes indicadores:

Latencia

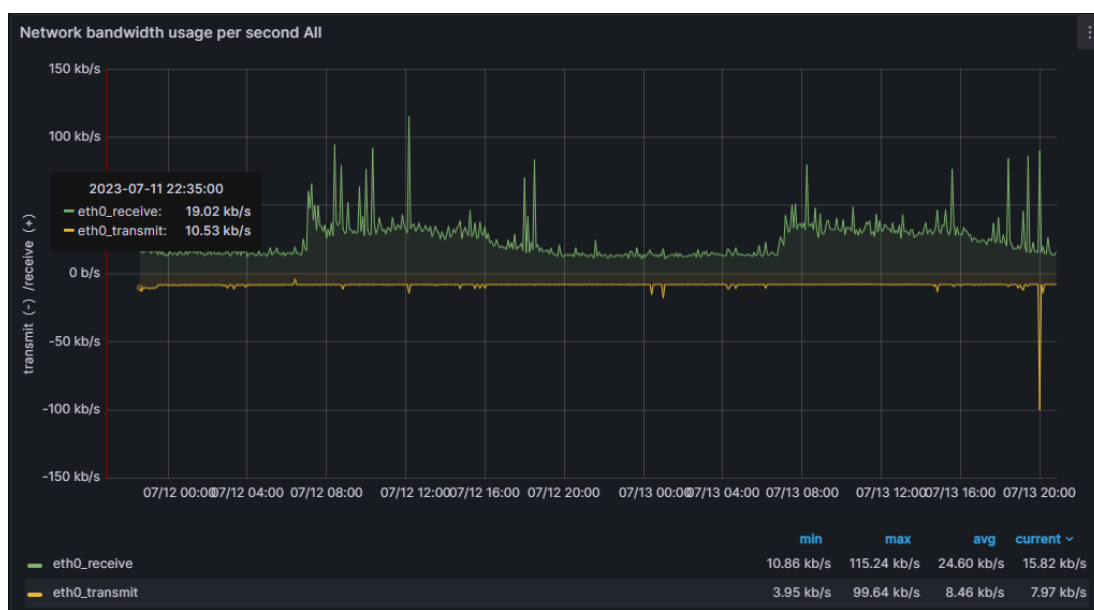
En la

Figura 3, se observó un consumo de ancho de banda relativamente moderado, con un promedio de 24.60 KB/segundo para los datos recibidos y 8.46 KB/segundo para los datos transmitidos. Estos valores indican que hubo un flujo constante de datos en la red, pero no se detectaron picos significativos de consumo. Por lo tanto, el consumo de ancho de banda se mantuvo dentro de rangos normales

durante ese período, lo que puede ser indicativo de un uso eficiente de los recursos de red.

Figura 3

Uso de ancho de banda durante el uso del servidor Ubuntu para la gestión de conexiones remotas con Guacamole.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Grafana.

Promedio de utilización y carga del CPU

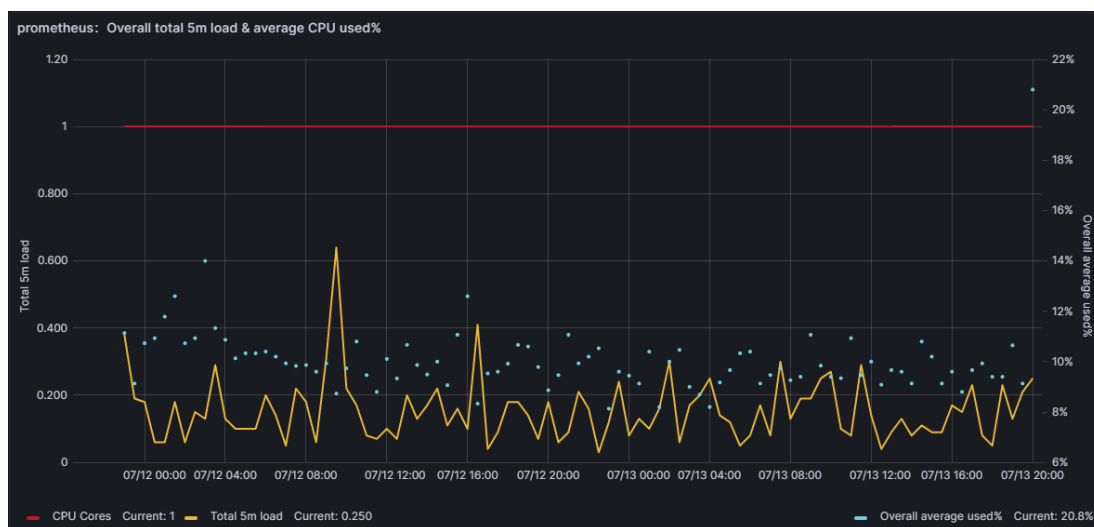
En la Figura 4 se puede observar que el servidor Ubuntu ha experimentado una carga promedio de CPU relativamente baja, alrededor del 10% en la mayoría de los casos. Hubo fluctuaciones en los valores, pero en general, el servidor no parece haber estado bajo una carga significativa. Sin embargo, se observa un pico de carga del 20.8% en un momento específico.

Así mismo, en la Figura 4 también se puede observar que la carga del sistema en el servidor se mantiene en niveles relativamente bajos, con fluctuaciones a lo largo del tiempo. Los valores de carga promedio oscilan entre 0.03 ms y 0.64 ms, lo que indica que el servidor tiene suficiente capacidad para manejar las cargas de trabajo actuales.

Estos análisis sugieren que el servidor tiene suficiente capacidad de CPU disponible para manejar las cargas de trabajo actuales, pero es importante monitorear y evaluar la carga de manera continua para detectar cambios significativos y asegurar un rendimiento óptimo del servidor.

Figura 4

Promedio de porcentaje de uso y carga del CPU en el servidor Ubuntu.



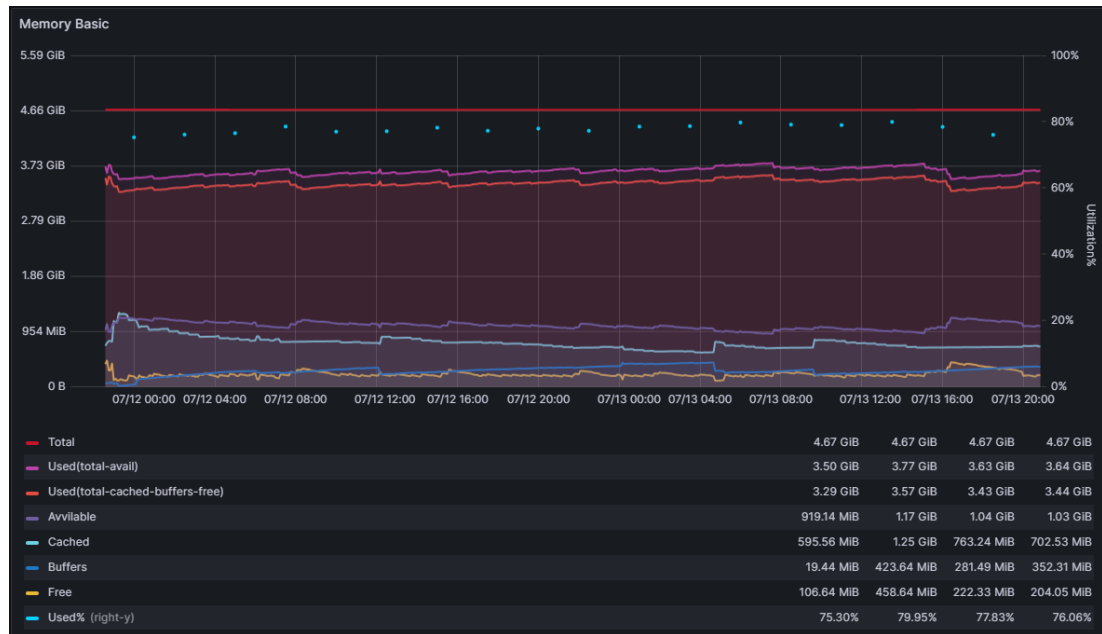
Fuente: Elaboración propia con la herramienta Grafana.

Disponibilidad de la memoria

En la Figura 5 se puede observar que la disponibilidad de memoria en el servidor utilizado para la gestión de máquinas remotas a través de Guacamole varía a lo largo del tiempo. Durante el período analizado, se observan fluctuaciones en los niveles de uso de memoria, que van desde el 75.3% hasta el 80.0%. Estos valores sugieren que el servidor experimenta una carga variable en términos de memoria debido a las operaciones de gestión de las máquinas remotas. Por lo tanto, es recomendable realizar un seguimiento continuo de la disponibilidad de memoria y considerar acciones como la optimización de recursos o la ampliación de la capacidad si es necesario para garantizar un rendimiento fluido y una experiencia de usuario satisfactoria en la plataforma Guacamole.

Figura 5

Porcentaje de uso de la memoria y disponibilidad en el servidor Ubuntu



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Grafana.

4.2 Prueba de hipótesis general

A) Prueba de normalidad

- **Planteamiento de hipótesis:**

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

- **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$ de nivel de significancia (95 % de nivel de confianza)

Dado que se tiene menos de 30 datos para la muestra, usamos el estadístico de prueba Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la variable “Practicas de Laboratorio”.

Se considera el promedio de las dimensiones de la variable dependiente para obtener una muestra de dicha variable,

posteriormente, se utilizará la diferencia de ambas muestras (pre y post) para determinar la normalidad, según el software SPSS:

- **Regla de decisión**

Si el p valor $\Rightarrow 0.05$: Aceptamos H_0 y rechazamos H_1 .

Si el p valor < 0.05 : Rechazamos H_0 y aceptamos H_1 .

- **Decisión**

Dado que los valores de significancia de la Tabla 9 para la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indican que el p valor son mayores a 0.05 se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 . Por lo tanto, podemos afirmar que se distribuye de manera normal, así pues, corresponde una prueba estadística paramétrica para realizar la comparación entre el pre y post test; usaremos la prueba T de Student para muestras relacionadas.

Tabla 9 Prueba de normalidad de la prueba de Hipótesis General.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VARpre	,141	21	,200*	,919	21	,083
VARpost	,169	21	,119	,935	21	,170

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

B) Prueba t de Student para muestras relacionadas

- **Formulación de Hipótesis**

$$H_0: \mu_A = \mu_D$$

H_0 : El laboratorio virtual y remoto no mejorará las prácticas de robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

$$H_1: \mu_A \neq \mu_D$$

H_1 : El laboratorio virtual y remoto mejorará las prácticas de robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

- **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$ de nivel de significancia (95 % de nivel de confianza)

- **Estadístico de prueba**

Hallamos el p valor con SPSS

Tabla 10

Resultados de la prueba de T de Student para la prueba de Hipótesis General.

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
VARpre - VARpost	-11,286	7,617	1,662	-14,753	-7,819	-6,790	20	,000

- **Regla de decisión**

Si $p \text{ valor} > 0.05$: Aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 .

Si $p \text{ valor} < 0.05$: Rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 .

- **Decisión**

Se obtiene que el p valor = 0.000 (aproximación) es menor al 5%.
Entonces:

Rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , esto significa que existe una diferencia significativa entre ambas mediciones (pre y post implementación), lo que significa que hubo un efecto positivo para un nivel de significancia de 0,05. Además, en la **Figura 6** se aprecia un comparativo significativo con respecto a la **Figura 7**, entonces es posible concluir que existe una diferencia significativa al desarrollar las prácticas de Laboratorio de manera física que al realizarlo con una plataforma virtual y remota.

Figura 6

Resultados obtenidos en el pre test para la variable dependiente “Prácticas de robótica”

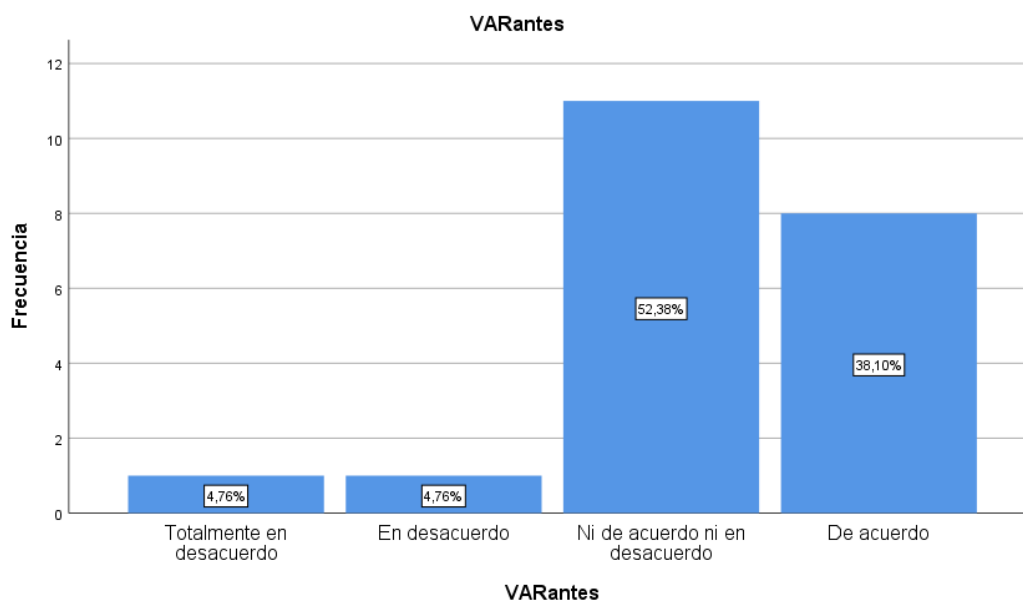
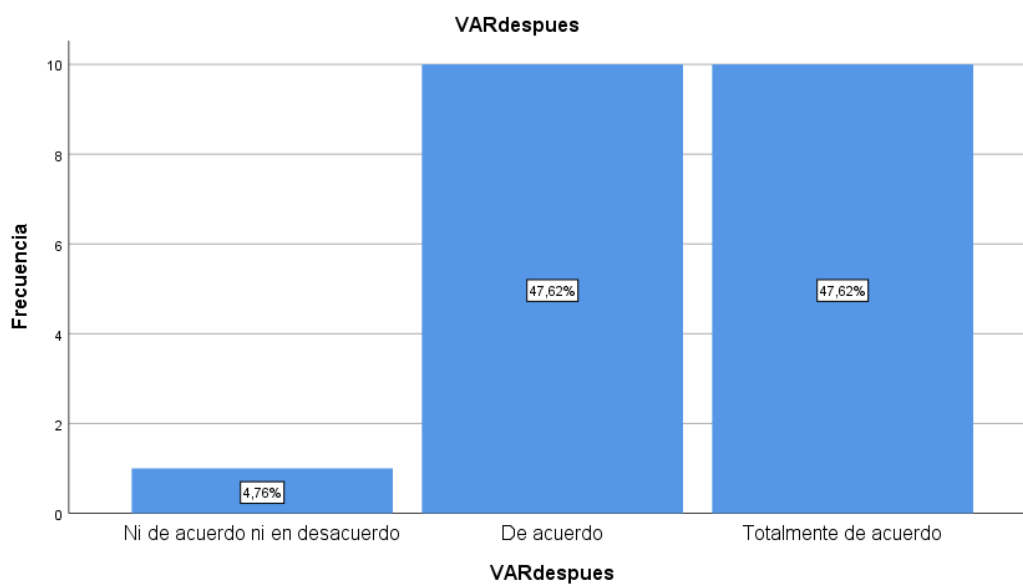


Figura 7

Resultados obtenidos en el post test para la variable dependiente "Prácticas de robótica"



Como se aprecia en la **Figura 6** el pre test realizado previo a la implementación de un laboratorio virtual y remoto para las prácticas de robótica, se observó que el 4.76% de los participantes se encontraba "Totalmente en desacuerdo," otro 4.76% estaba "En desacuerdo," mientras que la mayoría, un 52.38%, manifestó no tener una posición definida y se situó en la opción "Ni de acuerdo ni en desacuerdo." En

contraste, un 38.10% de los participantes estuvo "De acuerdo" con las prácticas de robótica. Sin embargo, en la **Figura 7** se aprecia el post test, después de la implementación del laboratorio virtual y remoto, el porcentaje de participantes que se ubicó en la categoría "De acuerdo" aumentó significativamente al 47.62%, y otro 47.62% se encontraba "Totalmente de acuerdo," indicando un cambio positivo en la percepción y aceptación de las prácticas de robótica después de la implementación del laboratorio virtual y remoto.

4.3 Prueba de hipótesis específicas

Hipótesis específica N° 1

Para el caso de la Dimensión "Cognitivo (saber, conocer)", usamos la prueba Shapiro-Wilk para determinar la normalidad.

A) Prueba de normalidad

- **Planteamiento de hipótesis**

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

- **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$ de nivel de significancia (95 % de nivel de confianza)

Dado que se tiene menos de 30 datos para la muestra, usamos el estadístico de prueba Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la Dimensión "Cognitivo (saber, conocer)".

Tabla 11

Prueba de normalidad para la Dimensión "Cognitivo (saber, conocer)"

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
D1pre	,209	21	,017	,929	21	,132
D1post	,148	21	,200*	,907	21	,048

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

- **Regla de decisión**

Si el p valor $\Rightarrow$ 0.05: Aceptamos H_0 y rechazamos H_1 .

Si el p valor $<$ 0.05: Rechazamos H_0 y aceptamos H_1 .

- **Decisión**

Dado que el valor de significancia en la post prueba (Shapiro-Wilk) es menor a 0.05, podemos afirmar que tiene una distribución no normal, por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 . Por ende, corresponde una prueba estadística no paramétrica para realizar la comparación entre el pre y post test; usaremos la prueba de Wilcoxon.

B) Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas

- **Formulación de Hipótesis**

$$H_0: \mu_A = \mu_D$$

H_{e0} : El laboratorio virtual y remoto no mejorará significativamente el proceso de aprendizaje cognitivo durante las prácticas de robótica.

$$H_1: \mu_A \neq \mu_D$$

H_{e1} : El laboratorio virtual y remoto mejorará significativamente el proceso de aprendizaje cognitivo durante las prácticas de robótica.

- **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$ de nivel de significancia (95 % de nivel de confianza).

Tabla 12

Resultado de la prueba Wilcoxon para la dimensión "Cognitivo (saber, conocer)"

Estadísticos de prueba	
	D1post - D1pre
Z	-3,838 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

- **Regla de decisión**

Si, p-valor (sig. p) > 0.05 se acepta la H_0 : No existe diferencia

Si, p-valor (sig. p) < 0.05 se acepta la H_1 : Existe diferencia

- **Decisión**

Se obtiene que el valor de significancia es menor al 5%, por ende, Rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 y se concluye que existe una diferencia significativa en la dimensión “Cognitivo (saber, conocer)” al desarrollar las prácticas de Laboratorio de manera física que al realizarlo con una plataforma virtual y remota.

Figura 8

Resultados obtenidos en el pre test para la dimensión "Cognitivo (saber, conocer)"

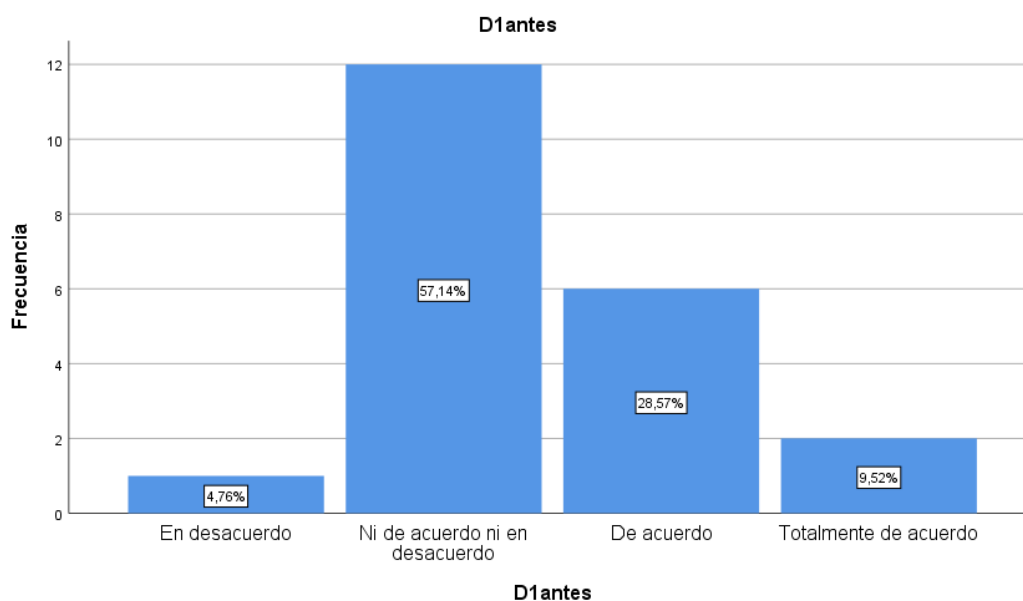
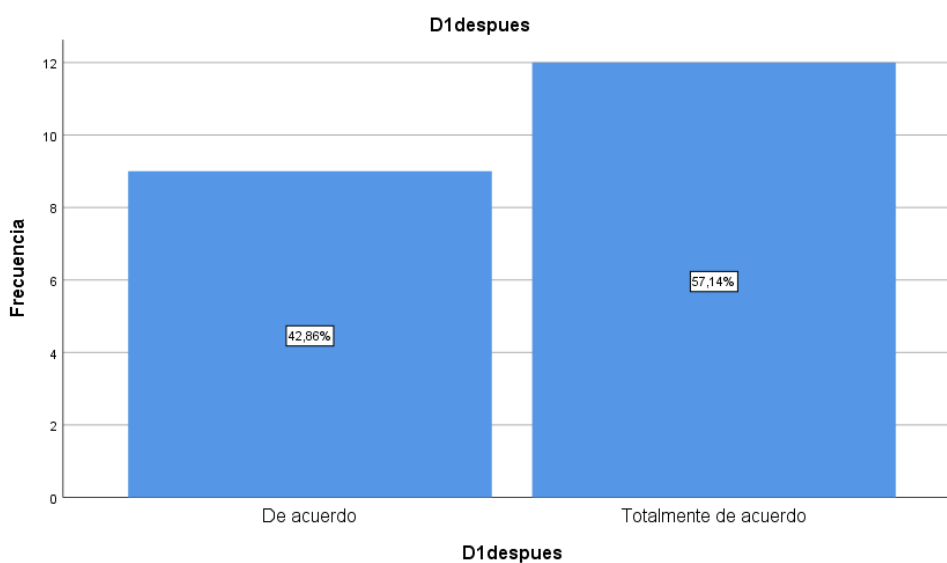


Figura 9 *Resultados obtenidos en el post test para la dimensión "Cognitivo (saber, conocer)"*



En la **Figura 8** se puede apreciar el pre test de la investigación centrada en la dimensión cognitiva (saber, conocer), se observó que el 4.76% de los participantes se encontraba "En desacuerdo," mientras que un 57.14% manifestó no tener una posición definida y se situó en la opción "Ni de acuerdo ni en desacuerdo." Por otro lado, un 28.57% estuvo "De

acuerdo," y un 9.52% se encontraba "Totalmente de acuerdo" con esta dimensión. Sin embargo, en el post test que se muestra en la **Figura 9**, tras la implementación del laboratorio virtual y remoto, se notó un cambio significativo, con un 42.86% de los participantes mostrando acuerdo y un 57.14% indicando estar "Totalmente de acuerdo" con la dimensión cognitiva del conocimiento, lo que sugiere un impacto positivo en la percepción y comprensión del conocimiento después de la implementación del laboratorio virtual y remoto.

Hipótesis específica N°2

Para el caso de la Dimensión "Procedimental (saber hacer)", usamos la prueba Shapiro-Wilk para determinar la normalidad.

A) Prueba de normalidad

- **Planteamiento de hipótesis**

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

- **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$ de nivel de significancia (95 % de nivel de confianza)

Dado que se tiene menos de 30 datos para la muestra, usamos el estadístico de prueba Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la Dimensión "Procedimental (saber hacer)" para determinar la normalidad.

Tabla 13

Prueba de normalidad para la Dimensión "Procedimental (saber hacer)"

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
D2pre	,173	21	,102	,940	21	,217
D2post	,097	21	,200*	,963	21	,574

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

- **Regla de decisión**

Si el p valor $\Rightarrow$ 0.05: Aceptamos H_0 y rechazamos H_1 .

Si el p valor $<$ 0.05: Rechazamos H_0 y aceptamos H_1 .

- **Decisión**

Dado que los valores (Shapiro-Wilk) de significancia de la Figura **11** indican que el p valor para esta prueba de normalidad son mayores a 0.05, podemos afirmar que tiene una distribución normal, por ende, corresponde una prueba estadística paramétrica para realizar la comparación entre el pre y post test; usaremos la prueba T de Student para muestras relacionadas.

B) Prueba t de Student para muestras relacionadas

- **Formulación de Hipótesis**

$$H_0: \mu_A = \mu_D$$

H_{e0} : El laboratorio virtual y remoto no mejorará significativamente el proceso de aprendizaje procedimental durante las prácticas de robótica.

$$H_1: \mu_A \neq \mu_D$$

H_{e1} : El laboratorio virtual y remoto mejorará significativamente el proceso de aprendizaje procedimental durante las prácticas de robótica.

- **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$ de nivel de significancia (95 % de nivel de confianza).

Tabla 14

Resultados de la prueba de T de Student para la Dimensión “Procedimental (saber hacer)”

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
D2pre - D2post	-7,714	5,283	1,153	-10,119	-5,309	-6,691	20	,000

- **Regla de decisión**

Si $p\text{ valor} > 0.05$: Aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 .

Si $p\text{ valor} < 0.05$: Rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 .

- **Decisión**

Se obtiene que el $p\text{ valor} = 0.000$ (aproximación) es menor al 5%.

Entonces:

Rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , y se concluye que existe una diferencia significativa en la dimensión “Procedimental (saber hacer)” al desarrollar las prácticas de Laboratorio de manera física que al realizarlo con una plataforma virtual y remota.

Figura 10

Resultados obtenidos en el pre test para la dimensión “Procedimental (saber hacer)”

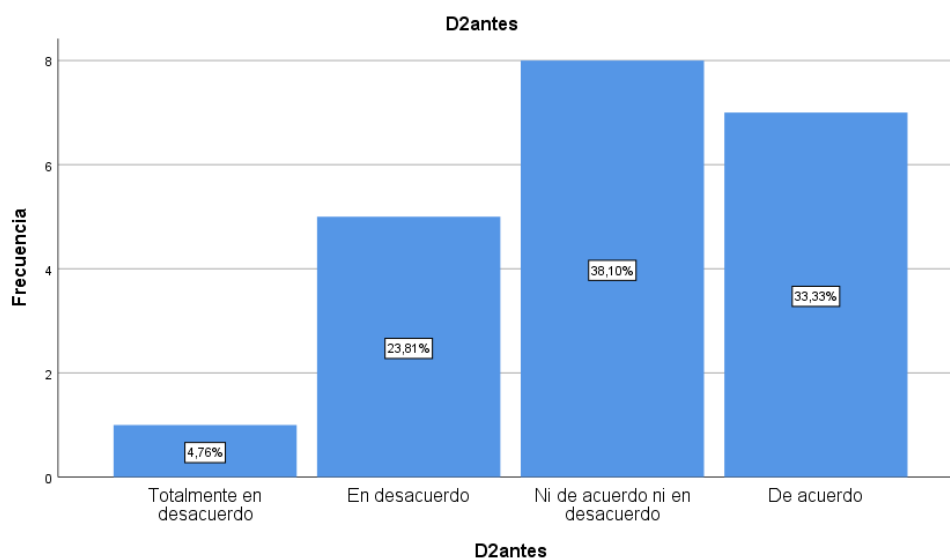
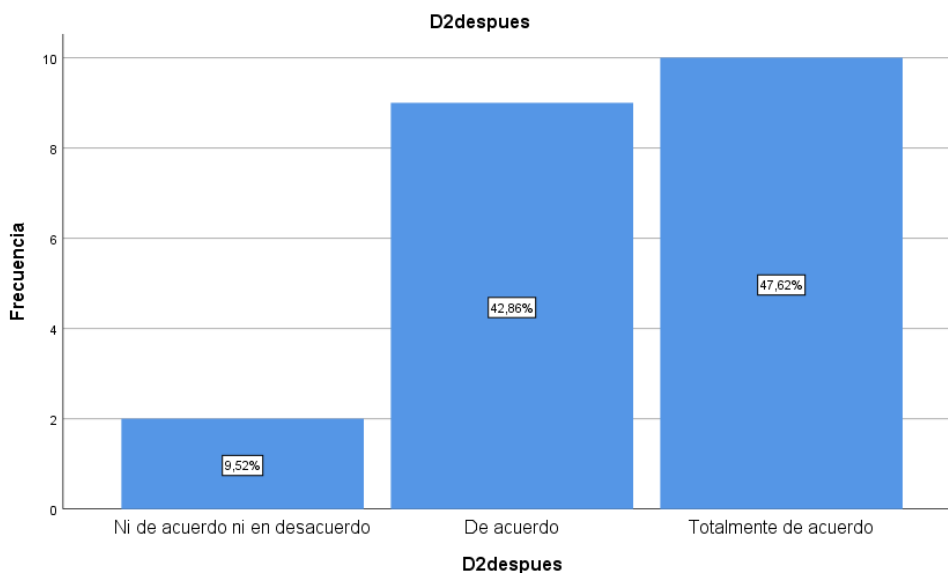


Figura 11

Resultados obtenidos en el post test para la dimensión "Procedimental (saber hacer)"



En la **Figura 10** se muestra el pre test de la investigación enfocada en la dimensión procedimental del conocimiento ("saber hacer"), se observó que el 4.76% de los participantes se encontraba "Totalmente en desacuerdo," mientras que un 23.81% estaba "En desacuerdo," y un 38.10% no tenía una posición definida, optando por la respuesta "Ni de acuerdo ni en desacuerdo." Por otro lado, un 33.33% estuvo "De acuerdo" con esta dimensión. Sin embargo, en el post test que se puede apreciar en la **Figura 11**, después de la implementación del laboratorio virtual y remoto, se notó un cambio notable, con un 42.86% de los participantes mostrando acuerdo y un 47.62% indicando estar "Totalmente de acuerdo" con la dimensión procedimental del conocimiento, lo que sugiere una mejora sustancial en la capacidad de "saber hacer" después de la implementación del laboratorio virtual y remoto.

4.4 Análisis de sistema

4.4.1 Especificación de requerimientos funcionales

Tabla 15

Requerimientos funcionales

ID	Nombre	Alcance	Objetivo
RF-01	Inicio de sesión	profesor y estudiante	Los usuarios acceden al sistema ingresando su código y contraseña.
RF-02	Administración de usuarios	profesor	Debe poder crear, modificar y anular usuarios.
RF-03	Edición de perfil	profesor y estudiante	Deben poder editar la información de su perfil.
RF-04	Creación de programación	profesor	Debe poder crear programaciones especificando el turno. Cada programación debe incluir una lista de cupos disponibles para que los estudiantes puedan reservar un cupo posteriormente.
RF-05	Reservas de horarios	profesor y estudiante	Deben poder seleccionar un cupo disponible y reservar un horario con la restricción de que solo permita una reserva por día.
RF-06	Acceso al aula virtual	profesor y estudiante	Deben poder interactuar con un entorno virtual y acceder a simulaciones u otros recursos didácticos.
RF-07	Acceso al aula remota	profesor y estudiante	Los usuarios verán una lista de sus reservas. Si existe una reserva disponible, se mostrará un botón para ingresar a un servidor remoto Guacamole donde deben ingresar un usuario y contraseña para acceder utilizar los recursos remotos.
RF-08	Temporizador de acceso al aula remota	profesor y estudiante	Al ingresar al aula remota se activa un temporizador que comenzará desde la hora de inicio hasta la hora de finalización de la reserva. Si el tiempo asignado se agota, el sistema automáticamente sacará al usuario del aula remota.

4.4.2 Diagramas UML

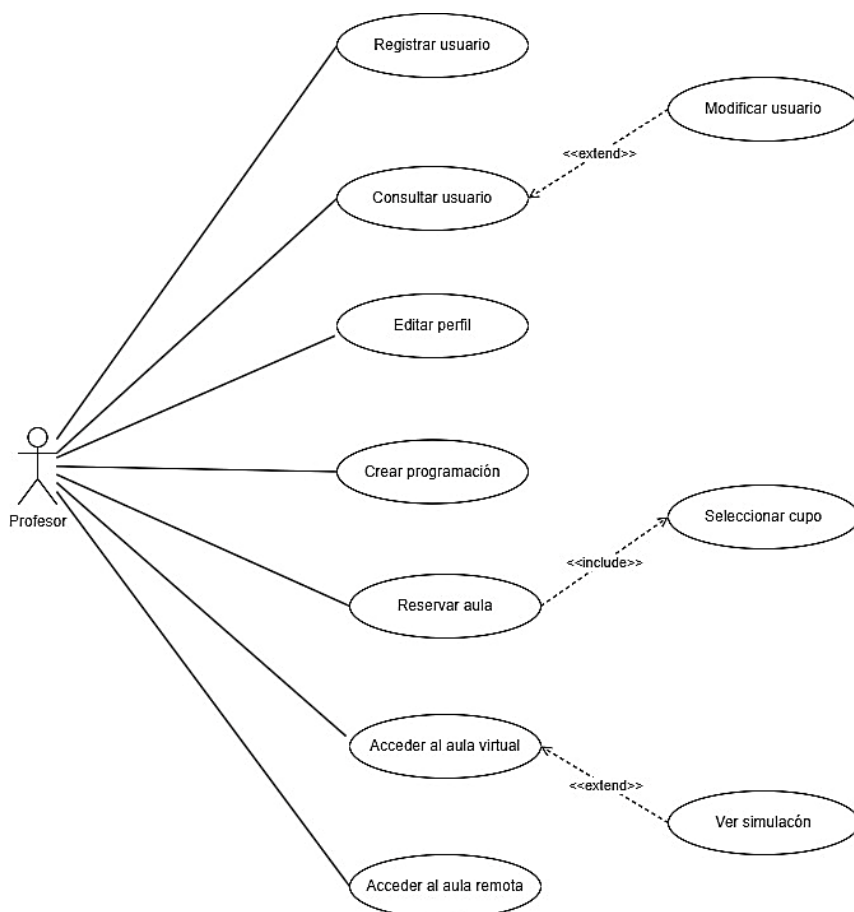
a) Diagrama de casos de uso

A continuación, se puede los diagramas de caso de uso para el profesor y estudiante en las Figura 12 y Figura 13

respectivamente. En el Anexo 9 se puede encontrar las especificaciones de casos de uso.

Figura 12

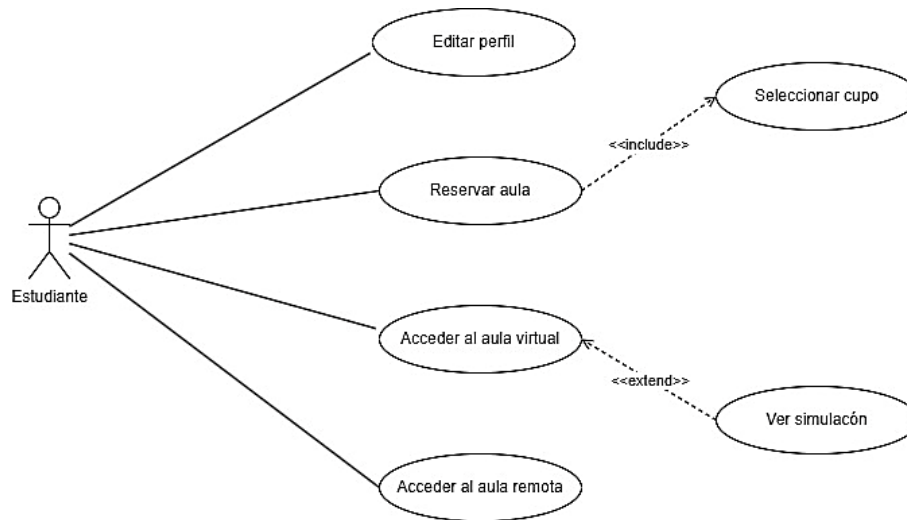
Diagrama de casos de uso – Acciones realizadas por el profesor



Fuente: Elaboración propia

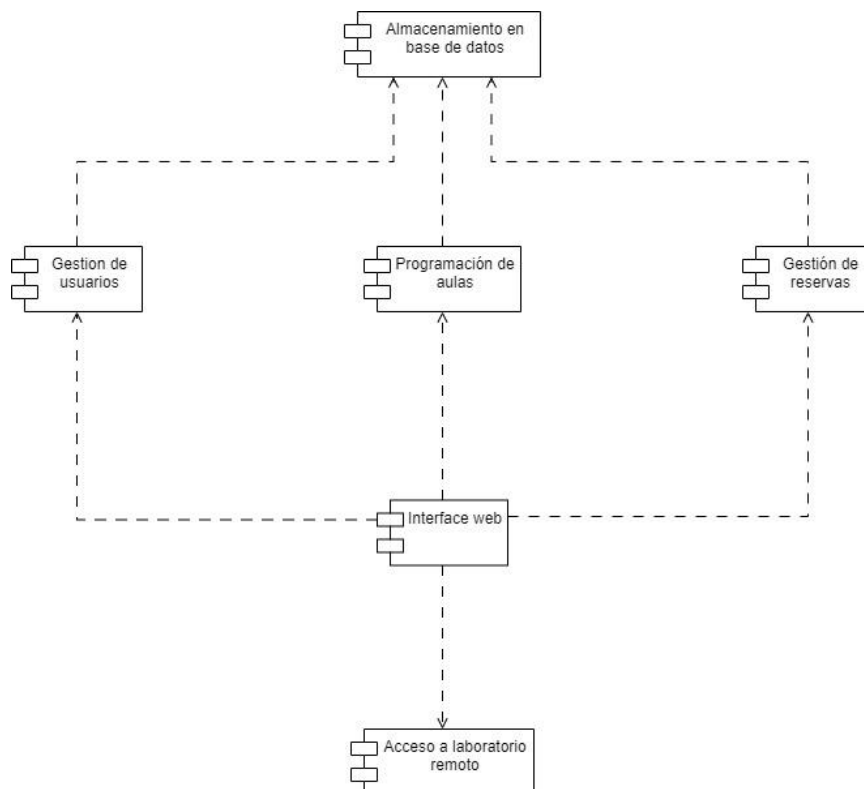
Figura 13

Diagrama de casos de uso – Acciones realizadas por el estudiante.



Fuente: Elaboración propia

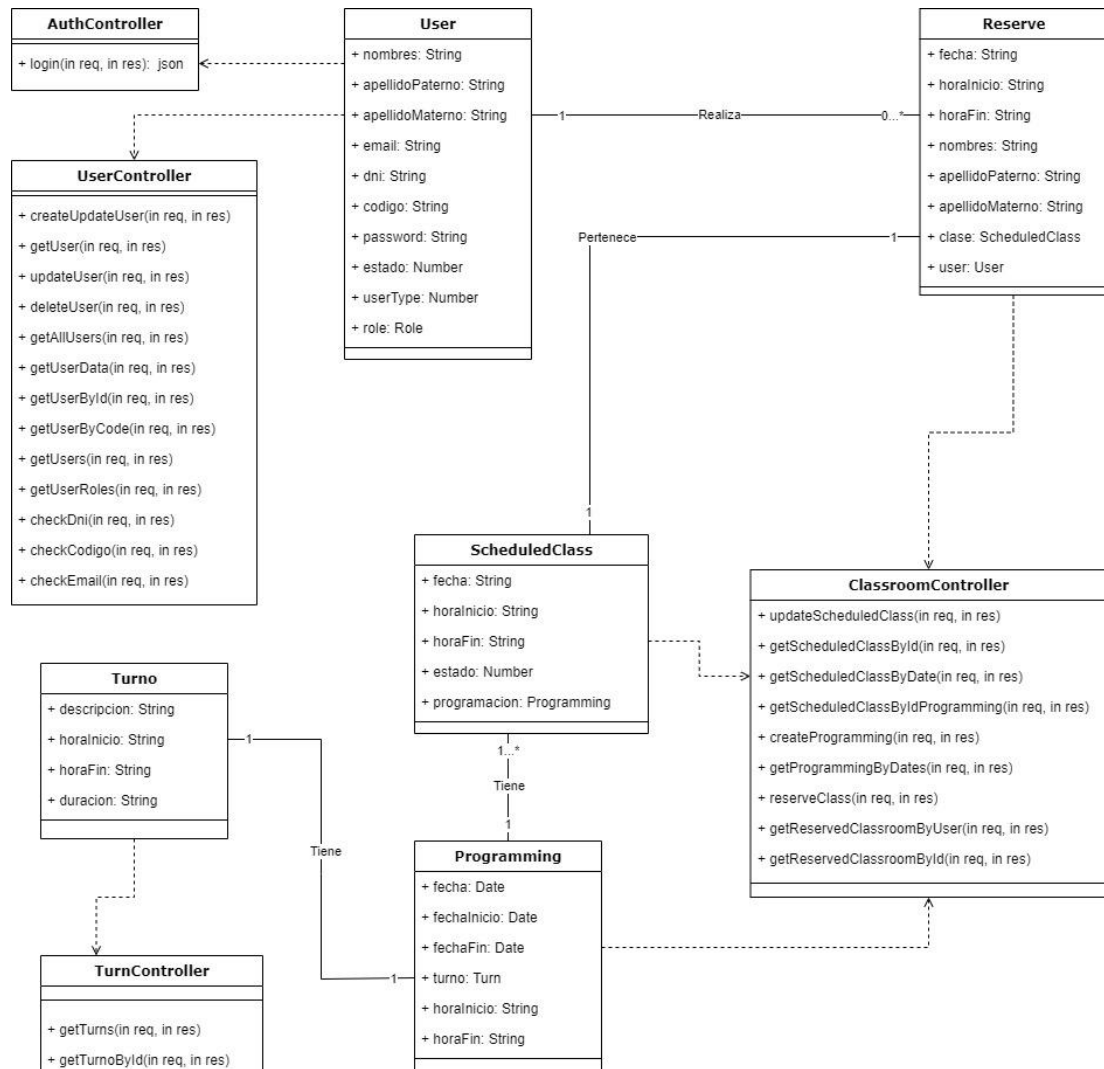
b) Diagrama de componentes

Figura 14 *Diagrama de componentes que interactúan en el sistema*

Fuente: Elaboración propia

c) Diagrama de clases

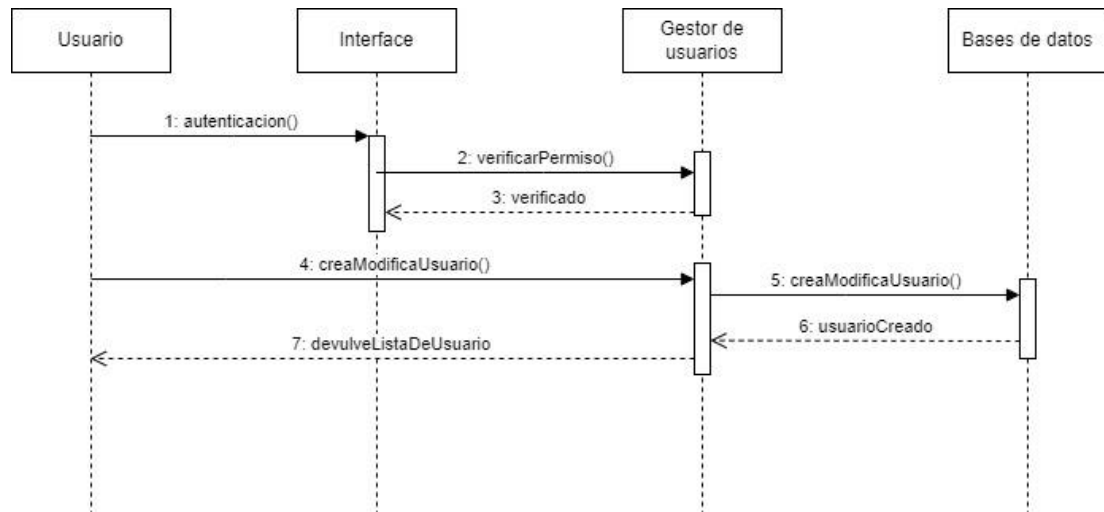
Figura 15 Diagrama de clases



Fuente: Elaboración propia

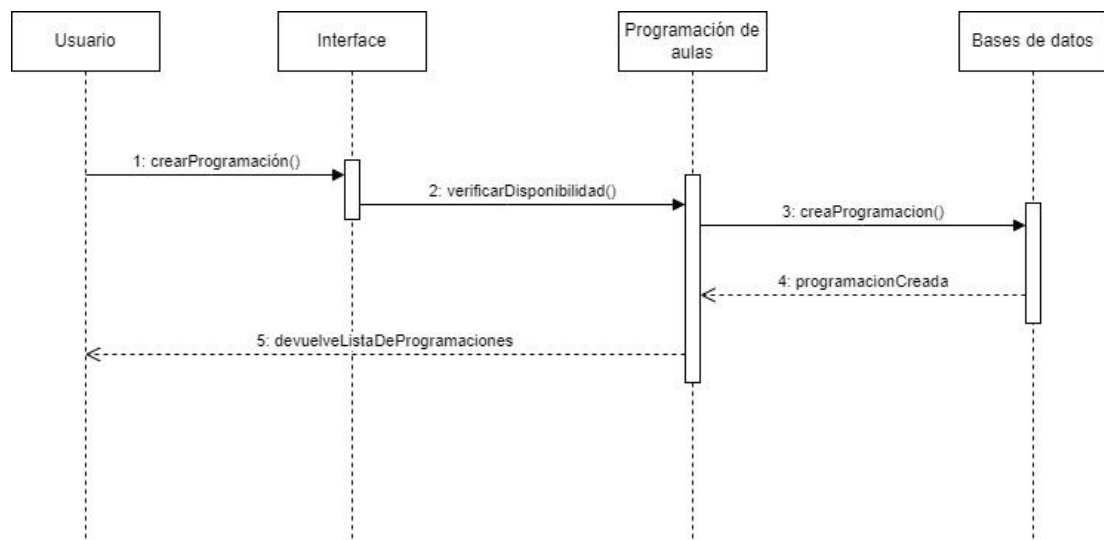
d) Diagramas de secuencia

Figura 16 Diagrama de secuencia – Registrar usuario.

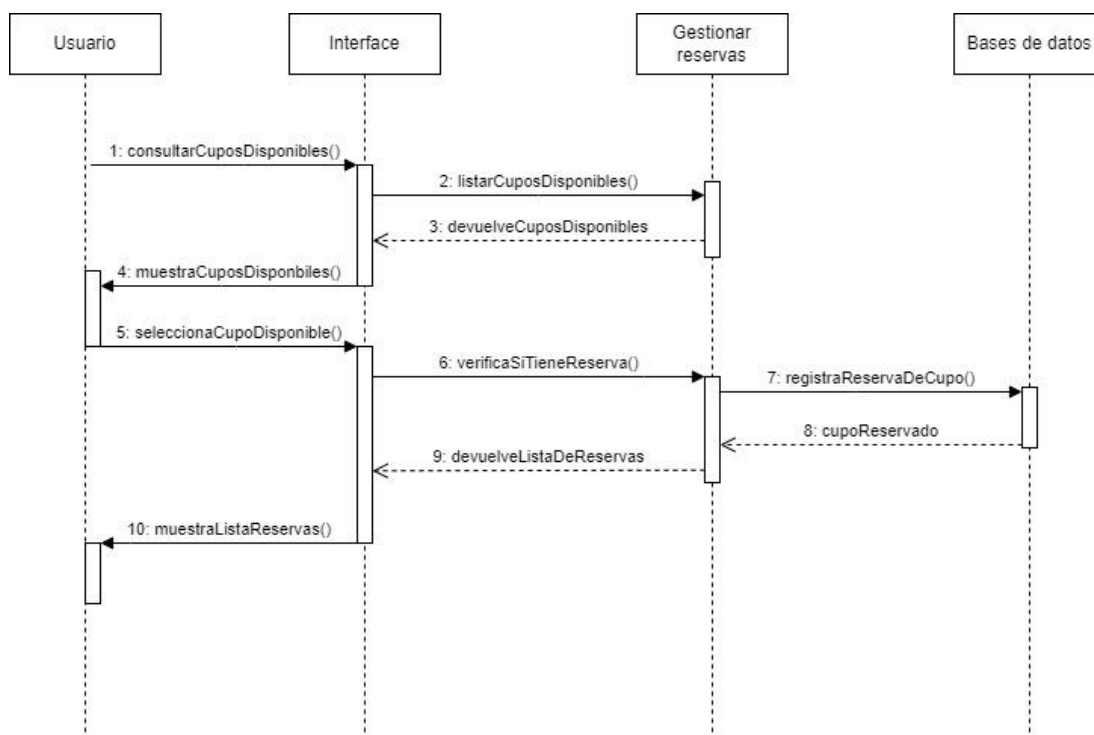


Fuente: Elaboración propia

Figura 17 Diagrama de secuencia – Crear programación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Diagrama de secuencia – Registrar reserva.

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Desarrollo de sistema con SCRUM

1. Asignación de roles

Tabla 16

Asignación de roles para el desarrollo del sistema.

Rol	Nombre	Cargo
Product owner	Juan y Marilyn	Encargados de proyecto
Scrum master	Juan y Marilyn	Encargados de proyecto
Development team	Juan y Marilyn	Desarrollador y Analista

Fuente: Elaboración propia

Otros implicados:

Tabla 17 iOtros actores implicados

Usuarios finales:	
Usuario 1	Profesor.
Usuario 2	Estudiante.

Fuente: Elaboración propia

2. Preparación de proyecto o “SPRINT 0”:

Tabla 18

Definición de proyecto

Definición de proyecto:	El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un software web y la elaboración de un laboratorio remoto de robótica para que los estudiantes puedan realizar las prácticas correspondientes del curso de robótica.
Definición de “terminado”	Una tarea se considerará como terminada siempre y cuando cumpla con los requerimientos solicitados y se demuestre el funcionamiento correcto.

Fuente: Elaboración propia

Los entregables serán completados en un plazo de tiempo preestablecido, el cual se definirá especificando los días y las horas de trabajo asignadas para su desarrollo.

Tabla 19

Definición de horarios

	Descripción	Tiempo	Cantidad
Días de trabajo	Lun – Sáb	días	6
Horas de trabajo al día	Lun – Sáb	Horas/día	5
Tiempo de descanso total semanal	Lun – Sáb	Horas	3
Tiempo estimado de un Sprint	4 semanas	días	24
Total de horas a trabajar en un Sprint			108 horas

3. Historias de usuarios

Lista de historias de usuario recopiladas:

Tabla 20

Historia de Usuario N°1 – Elaboración de maqueta y visión general

Nombre de historia: Elaboración de maqueteas de prototipo y visión general de sistema.		
Número:	01	Como: Equipo de desarrollo.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Baja
Descripción: Elaborar la arquitectura del sistema.		
Prueba de aceptación: - Desarrollar la arquitectura del sistema. - Crear diagrama para entender el funcionamiento general. - Presentación amigable de interfaces del sistema.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Historia de usuario N°2 – Designación de herramientas.

Nombre de historia: Designación de herramientas a usar.		
Número:	02	Como: Equipo de desarrollo.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Baja
Descripción: Escoger las herramientas a utilizar para el desarrollo.		
Prueba de aceptación: - Escoger las herramientas para el desarrollo del sistema web. - Escoger las herramientas para el desarrollo del laboratorio remoto.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Historia de usuario N°3 – Creación de base de datos.

Nombre de historia: Creación de base de datos.		
Número:	03	Como: Equipo de desarrollo.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Alta
Descripción: Elaborar la base de datos en MongoDB Atlas.		
Prueba de aceptación: - Desarrollar la base de datos en MongoDB Atlas.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Historia de usuario N°4 – Inicio de sesión.

Nombre de historia: Creación de interfaz de inicio de sesión.		
Número:	04	Como: Usuario.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Media
Descripción: Como usuario quiero iniciar sesión de manera amigable en el sistema web.		
Prueba de aceptación: - Desarrollar interfaz de inicio de sesión.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Historia de usuario N°5 – Registro y edición de usuarios.

Nombre de historia: Realizar el registro y edición de usuarios.		
Número:	05	Como: Profesor.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Alta
Descripción: Como profesor quiero registrar nuevos usuarios y modificar la información de los usuarios existentes.		
Prueba de aceptación: - Elaborar la interfaz para el registro de usuarios. - Elaborar un formulario para el registro de usuarios. - Capturar los datos del usuario al consultar cada registro. - Editar los datos de del usuario seleccionado.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Historia de usuario N°6 – Editar perfil de usuario.

Nombre de historia: Editar perfil de usuario.		
Número:	06	Como: Usuario.
Prioridad: Baja		Riesgo en desarrollo: Baja
Descripción: Como usuario quiero editar la información de mi perfil.		
Prueba de aceptación: - Elaborar la interfaz para la edición de perfil de usuario. - Elaborar un formulario para la editar información del perfil. - Editar los datos del perfil de usuario.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Historia de usuario N°7 – Crear programación de aulas remotas.

Nombre de historia: Crear programación de aulas remotas.		
Número:	07	Como: Profesor.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Alta
Descripción: Como profesor quiero registrar nuevas programaciones de aulas remotas para que posteriormente los alumnos puedan reservar un horario para realizar las prácticas en el laboratorio remoto.		
Prueba de aceptación: - Elaborar la interfaz para el registro de programaciones. - Elaborar el formulario para la búsqueda de programaciones según el rango de fechas y el turno indicado. - Elaborar el formulario para el registro de programaciones. - Ingresar las fechas de inicio y fin requeridas y seleccionar el turno para crear la programación en la base de datos.		

- Colocar una validación para que solo se pueda crear una programación si es que no existe otra programación creada previamente en el rango de fechas indicado.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Historia de usuario N°8 – Reserva de cupos.

Nombre de historia: Reservar cupo para realizar prácticas en el laboratorio remoto.		
Número:	08	Como: Usuario.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Alta
Descripción: Como usuario quiero reservar cupos para poder ingresar al laboratorio remoto.		
Prueba de aceptación: - Elaborar la interfaz para el registro de reservas. - Elaborar el formulario para la búsqueda cupos disponibles por fecha. - Realizar la búsqueda ingresando una fecha con la restricción de que no se pueden listar cupos con fechas anteriores a la actual. - Elaborar un formulario para la reserva que contenga los datos del usuario y los datos de la reserva. - Elaborar una lista con un botón “reservar” que captura los datos del cupo que se quiere registrar, al seleccionar el botón los datos del cupo se completan en el formulario para registrar la reserva. - Registrar la reserva con la restricción de que un usuario solo puede realizar una reserva por día.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Historia de usuario N°9 – Interacción con el aula virtual.

Nombre de historia: Interacción con el aula virtual.		
Número:	09	Como: Usuario.
Prioridad: Media		Riesgo en desarrollo: Media
Descripción: Como usuario quiero ingresar al aula virtual para poder realizar la simulación de distintos circuitos utilizando el microcontrolador Arduino UNO.		
Prueba de aceptación: - Desarrollar la interfaz para la visualización de los ejercicios en el aula virtual. - Elaborar un menú que contiene el listado de los ejercicios disponibles en una escala de aprendizaje. - Agregar contenido teórico para introducir al estudiante en el uso de los componentes del Arduino UNO. - Agregar simuladores en cada ejercicio que permitan ver el funcionamiento del circuito, así como el código fuente y el listado de los componentes utilizados en cada simulación.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Historia de usuario N°10 – Visualizar listado de reservas.

Nombre de historia: Visualizar el listado de reservas realizadas por usuario.		
Número:	10	Como: Usuario.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Alta
Descripción: Como usuario quiero visualizar mis reservas registradas para ingresar al laboratorio remoto.		
Prueba de aceptación: - Elaborar la interfaz para el visualizar el listado de reservar realizadas por usuario. - Agregar un estado en cada reserva indicando la disponibilidad de acuerdo a la fecha y hora actual. - Colocar un botón que se encargue de dirigir al laboratorio, este botón aparecerá cuando la reserva se encuentre disponible.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Historia de usuario N°11 – Implementación del laboratorio remoto.

Nombre de historia: Implementación del laboratorio remoto con guacamole.		
Número:	11	Como: Equipo de desarrollo.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Alta
Descripción: Realizar las configuraciones necesarias para levantar el administrador de conexiones remotas “Guacamole” en un servidor Tomcat sobre el sistema operativo Ubuntu 18.04.6.		
Prueba de aceptación: - Crear una máquina virtual en Hiper-V de Windows server. - Instalar el sistema operativo Ubuntu 18.04.6 en la máquina virtual. - Descargar e instalar los componentes necesarios para la puesta en marcha de guacamole. - Configurar los puertos y la IP para guacamole. - Configurar las maquinas remotas en la interface de guacamole con el usuario de administrador.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Historia de usuario N°12 – Interacción con el aula remota.

Nombre de historia: Interacción con el aula remota.		
Número:	12	Como: Usuario.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Alta
Descripción: Como usuario quiero ingresar al aula remota para interactuar con el laboratorio remoto de robótica.		
Prueba de aceptación: - Elaborar la interfaz para acceder al laboratorio remoto. - Enlazar la ruta de acceso del servidor guacamole en un iframe para integrarlo a la aplicación web. - Asignarle al usuario un usuario y contraseña para acceder al equipo remoto. - Colocar un temporizador que calcule el tiempo restante que expulsara al usuario en cuanto el tiempo se agote.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Historia de usuario N°13 – Puesta en producción de la aplicación web.

Nombre de historia: Puesta en producción de la aplicación web.		
Número:	13	Como: Equipo de desarrollo.
Prioridad: Alta		Riesgo en desarrollo: Alta
Descripción: Configurar un servidor apache para publicar la aplicación web y sea accesible para los usuarios.		
Prueba de aceptación: - Configurar un servidor apache utilizando la herramienta XAMPP. - Crear los archivos de configuración para publicar la aplicación web.		

Fuente: Elaboración propia

4. Tabla Product Backlog:

Tabla 33

Product Backlog.

RECOPILACIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO			
N.º	CARGO	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
01	Equipo	Elaboración de maqueteas de prototipo y visión general de sistema.	Alta
02	Equipo	Designación de herramientas a usar.	Alta
03	Equipo	Creación de base de datos.	Alta
04	Usuario	Creación de interfaz de inicio de sesión.	Alta
05	Profesor	Realizar el registro y edición de usuarios.	Alta
06	Usuario	Editar perfil de usuario.	Baja
07	Profesor	Crear programación de aulas remotas.	Alta
08	Usuario	Reservar cupo para realizar prácticas en el laboratorio remoto.	Alta
09	Usuario	Interacción con el aula virtual.	Media
10	Usuario	Visualizar el listado de reservas realizadas por usuario.	Alta
11	Equipo	Implementación del laboratorio remoto con guacamole.	Alta
12	Usuario	Interacción con el aula remota	Alta
13	Equipo	Puesta en producción de la aplicación web.	Alta

Fuente: Elaboración propia

SPRINT N°1:

a. Sprint Planning meeting:

Se aplicará la técnica Planning Poker para asignar un numero entre: 0, 1, 3, 5, 8, 13, 20, 40 y 100 para estimar el esfuerzo que se empleará en las tareas de desarrollo de software.

Tabla 34

Compilación de historias de usuario a realizar en el sprint N°1 (resaltadas en negrita).

RECOPIACIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO				
N.º	CARGO	DESCRIPCIÓN	COMP LEJ.	PRIORI DAD
01	Equipo	Elaboración de maquetas de prototipo y visión general de sistema.	13	Alta
02	Equipo	Designación de herramientas a usar.	3	Alta
03	Equipo	Creación de base de datos.	13	Alta
04	Usuario	Creación de interfaz de inicio de sesión.	8	Alta
05	Profesor	Realizar el registro y edición de usuarios.	8	Alta
06	Usuario	Editar perfil de usuario.	5	Baja
07	Profesor	Crear programación de aulas remotas.	13	Alta
08	Usuario	Reservar cupo para realizar prácticas en el laboratorio remoto.	8	Alta
09	Usuario	Interacción con el aula virtual.	20	Media
10	Usuario	Visualizar el listado de reservas realizadas por usuario.	8	Alta
11	Equipo	Implementación del laboratorio remoto con guacamole.	40	Alta
12	Usuario	Interacción con el aula remota	13	Alta
13	Equipo	Puesta en producción de la aplicación web.	13	Alta

Fuente: Elaboración propia

Cada Sprint tiene una duración de 4 semanas donde contamos con 108 horas, las tareas serán seleccionadas de acuerdo a la dificultad sin un orden en específico.

b. Sprint Backlog:

A continuación, se detallan las tareas consideradas de cada historia de usuario.

Tabla 35

Tareas de historia de usuario N° 1.

H-N°01	Elaboración de maquetas de prototipo y visión general de sistema.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Maqueta de interfaz de inicio de sesión en el sistema.	2
T-N°2	Maqueta de interfaz de edición perfil de usuario.	3
T-N°3	Maqueta de interfaz de registro de usuarios.	4
T-N°4	Maqueta de interfaz de programación de aulas.	5
T-N°5	Maqueta de interfaz de registro de reservas.	4
T-N°6	Maqueta de interfaz de aula virtual.	4
T-N°7	Maqueta de interfaz de listado de aulas remotas por usuario.	4
T-N°8	Maqueta de interfaz de laboratorio remoto.	3
T-N°9	Crear diagrama para entender el funcionamiento general.	6
TOTAL		35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Tareas de historia de usuario N° 2.

H-N°02	Designación de herramientas a usar.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Definir lenguajes de programación.	3
T-N°2	Definir IDE de desarrollo.	3
T-N°3	Definir tipo de base de datos.	5
T-N°4	Definir otras herramientas o librerías.	6
TOTAL		17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37*Tareas de historia de usuario N° 3.*

H-N°03	Creación de base de datos.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Identificación de las entidades.	5
T-N°2	Definir atributos y métodos.	6
T-N°3	Crear diagrama de entidad relación.	6
T-N°4	Configuración de base de datos en MongoDB Atlas.	3
T-N°5	Crear schemas en MongoDB	6
T-N°6	Hacer pruebas de funcionamiento.	8
TOTAL		34

Fuente: Elaboración propia**Tabla 38***Tareas de historia de usuario N° 4.*

H-N°04	Creación de base de datos.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Interfaz de inicio de sesión.	6
T-N°2	Definir tipo y tamaño de letra.	2
T-N°3	Definir colores de interfaz	2
TOTAL		10

Fuente: Elaboración propia**c. Sprint Review:****Tabla 39***Listado de tareas terminadas para el sprint N°1.*

ID	Historia	Descripción	Estado	Tiempo (h)
T-N°1	H-N°01	Maqueta de interfaz de inicio de sesión en el sistema.	Terminado	2
T-N°2	H-N°01	Maqueta de interfaz de edición perfil de usuario.	Terminado	3
T-N°3	H-N°01	Maqueta de interfaz de registro de usuarios.	Terminado	4

T-N°4	H-N°01	Maqueta de interfaz de programación de aulas.	Terminado	5
T-N°5	H-N°01	Maqueta de interfaz de registro de reservas.	Terminado	4
T-N°6	H-N°01	Maqueta de interfaz de aula virtual.	Terminado	4
T-N°7	H-N°01	Maqueta de interfaz de listado de aulas remotas por usuario.	Terminado	4
T-N°8	H-N°01	Maqueta de interfaz de laboratorio remoto.	Terminado	3
T-N°9	H-N°01	Crear diagrama para entender el funcionamiento general.	Terminado	6
T-N°1	H-N°02	Definir lenguajes de programación.	Terminado	3
T-N°2	H-N°02	Definir IDE de desarrollo.	Terminado	3
T-N°3	H-N°02	Definir tipo de base de datos.	Terminado	5
T-N°4	H-N°02	Definir otras herramientas o librerías.	Terminado	6
T-N°1	H-N°03	Identificación de las entidades.	Terminado	5
T-N°2	H-N°03	Definir atributos y métodos.	Terminado	6
T-N°3	H-N°03	Crear diagrama de entidad relación.	Terminado	6
T-N°4	H-N°03	Configuración de base de datos en MongoDB Atlas.	Terminado	3
T-N°5	H-N°03	Crear schemas en MongoDB	Terminado	6
T-N°6	H-N°03	Hacer pruebas de funcionamiento.	Terminado	8
T-N°1	H-N°04	Interfaz de inicio de sesión.	Terminado	6

T-N°2	H-N°04	Definir tipo y tamaño de letra.	Terminado	2
T-N°3	H-N°04	Definir colores de interfaz	Terminado	2

Fuente: Elaboración propia

Resumen de esfuerzo por tareas de usuario

Tabla 40

Esfuerzo acumulado por tareas de usuario en historias N° 1, 2, 3 y 4.

Historia de usuario	Estado	Complejidad	Tiempo estimado(h)	Tiempo final(h)
H-N°01	Terminado	13	35	35
H-N°02	Terminado	3	17	17
H-N°03	Terminado	13	34	34
H-N°04	Terminado	8	10	10
TOTAL		37	96	96

Fuente: Elaboración propia

d. Pruebas de funcionalidad

Tabla 41

Comprobación de funcionalidad de las historias para el Sprint N°1.

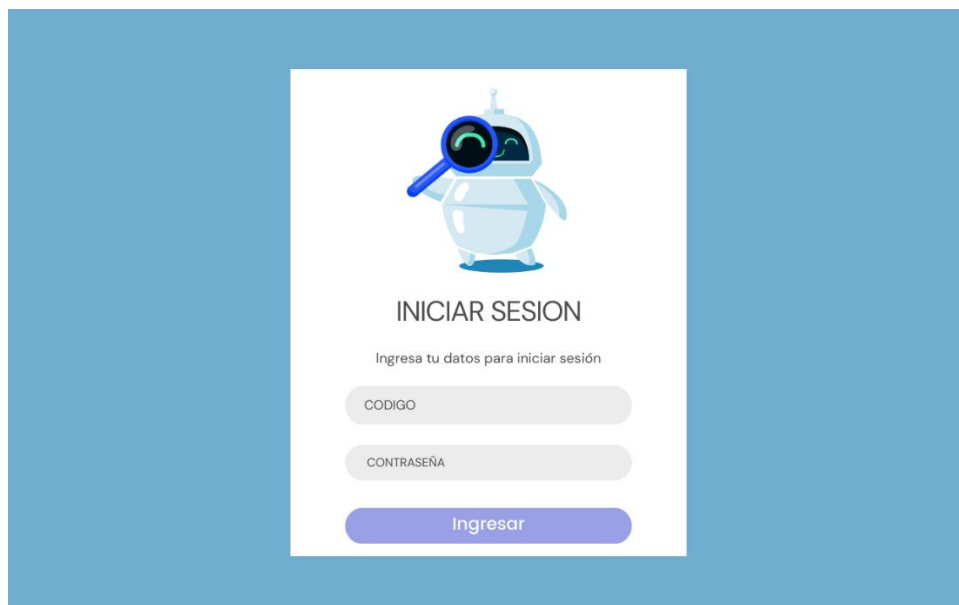
Historia de usuario	Definición	Resultado	Prioridad
H-N°01	Elaboración de maqueteadas de prototipo y visión general de sistema.	Válido	Alta
H-N°02	Designación de herramientas a usar.	Válido	Alta
H-N°03	Creación de base de datos.	Válido	Alta
H-N°04	Creación de interfaz de inicio de sesión.	Válido	Alta

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se mostrarán el conjunto de maquetas elaboradas en el programa Canva donde se realizó el diseño de interfaces del sistema.

Figura 19

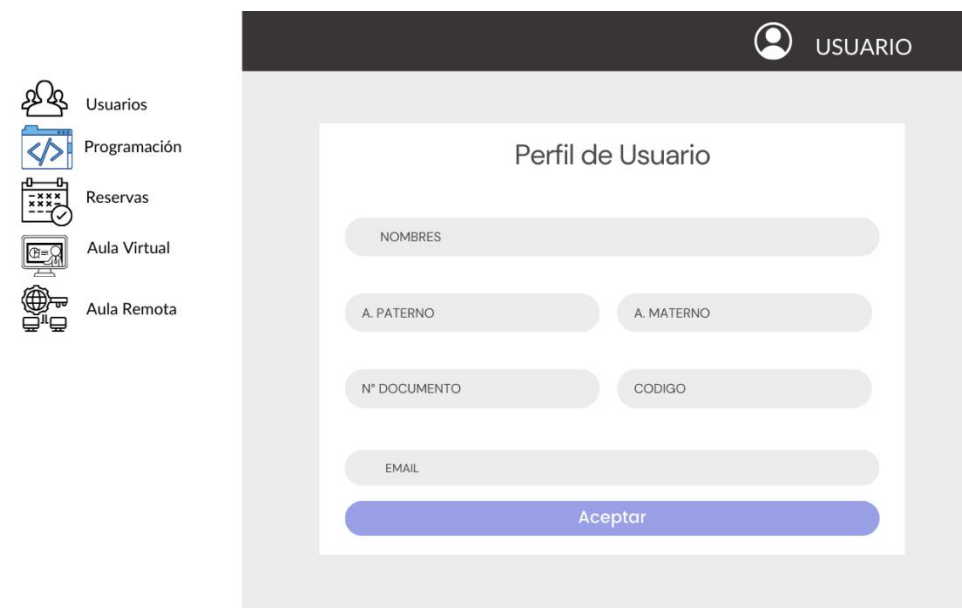
Prototipo de interfaz de inicio de sesión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Prototipo de visualización y edición de datos de perfil de usuario.



Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Prototipo de interfaz de listado de usuarios.

USUARIO

Administración de Usuarios

A. PATERNO A. MATERNO NOMBRES CODIGO N° DOCUMENTO

N° DOCUMENTO	COD. ESTUDIANTE	NOMBRES Y APELLIDOS	EMAIL	OPCIONES

Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Prototipo de formulario de registro de usuario.

USUARIO

Registrar Usuario

NOMBRES CODIGO

A. PATERNO A. PATERNO CONTRASEÑA

N° DOCUMENTO CONFIRMAR CONTRASEÑA

EMAIL ESTADO

Fuente: Elaboración propia

Figura 23

Prototipo de listado de programaciones.

USUARIO

Buscar

Fecha Inicio: xx/xx/xxxx

Fecha Fin: xx/xx/xxxx

Turno: turno mañana

buscar

Agregar

FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	TURNO	OPCIONES

Fuente: Elaboración propia

Figura 24

Prototipo de formulario de registro de programaciones.

Clases Programadas

Fecha Inicio: xx/xx/xxxx

Fecha Fin: xx/xx/xxxx

Turno: turno mañana

Hora Inicio

Hora Fin

Duración

buscar

Cancelar

Aceptar

FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	TURNO	OPCIONES

Fuente: Elaboración propia

Figura 25*Prototipo de registro de reserva de cupos.*

USUARIO

Fecha
xx/xx/xxxx

BUSCAR

Reservar Clase

Datos Personales

Nombres
xxxxxxxxxxxx

A. paterno
xxxxxxx

Reservar Clase

Fecha
xx/xx/xxxx

Fecha inicio
Hora inicio

Fecha fin
Hora fin

buscar

CUPOS

*Fuente: Elaboración propia***Figura 26***Prototipo de simulador del aula virtual.*

USUARIO

Ejercicio 1
Encender 3 leds al mismo tiempo y luego apagarlos individualmente de derecha a izquierda.

Simulador

star Code

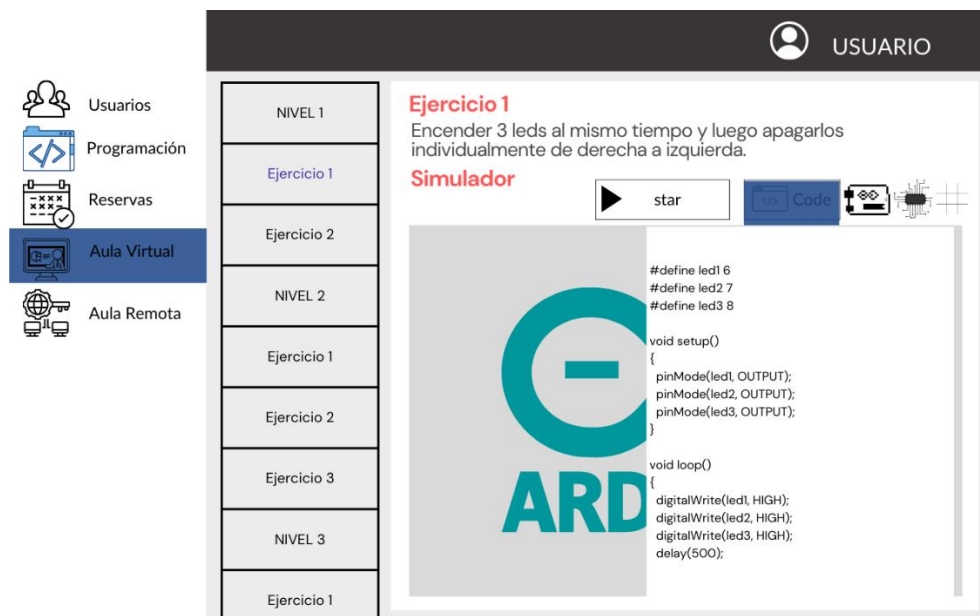
ARDUINO

NIVEL 1
Ejercicio 1
Ejercicio 2
NIVEL 2
Ejercicio 1
Ejercicio 2
Ejercicio 3
NIVEL 3
Ejercicio 1

Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Prototipo de visualización de código fuente utilizando en el simulador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 28

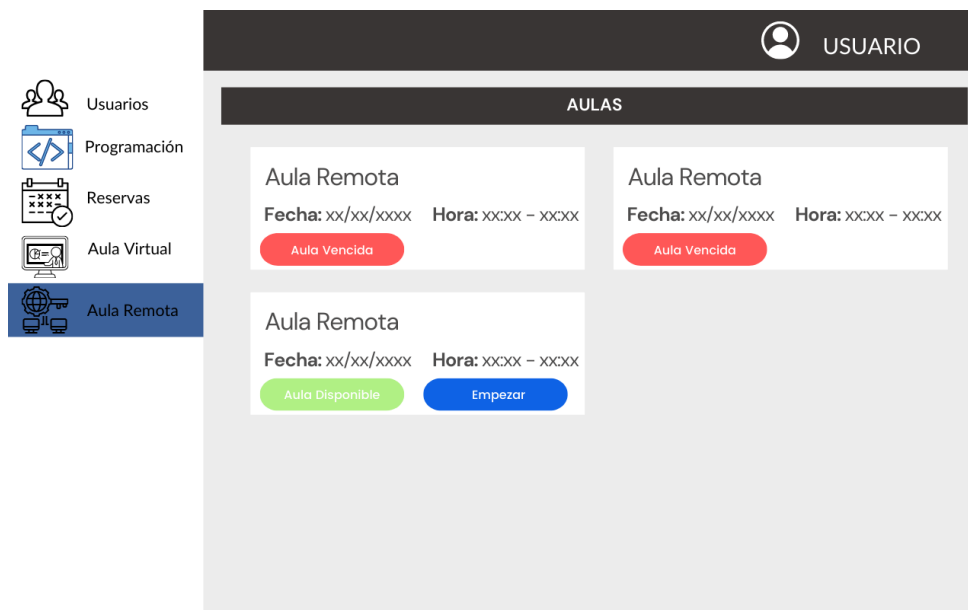
Prototipo de visualización de listado de componentes utilizados en el simulador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Prototipo de listado de reservas por usuario.



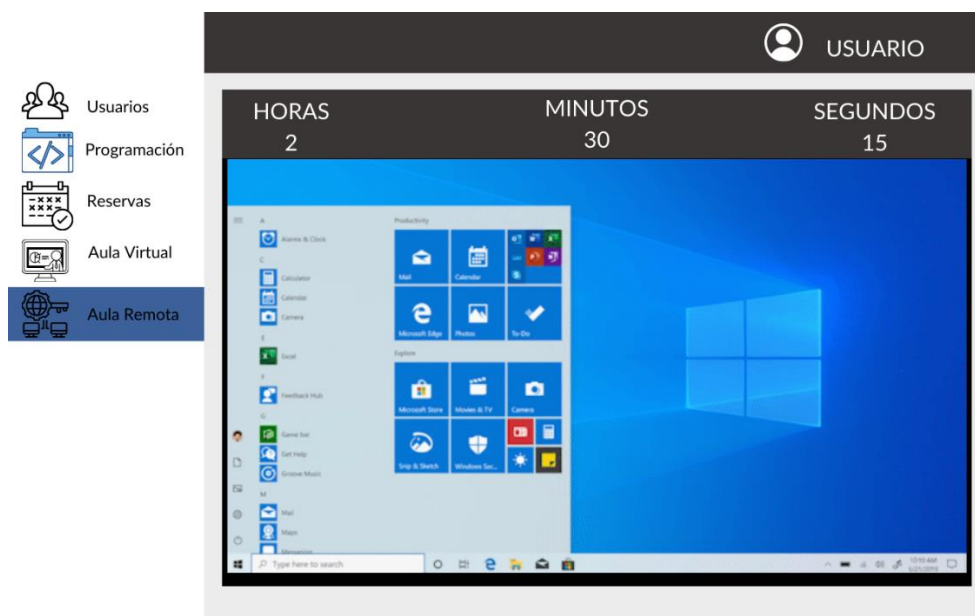
Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Prototipo de listado de conexiones remotas con guacamole.



Fuente: Elaboración propia

Figura 31*Prototipo de inicio de sesión al equipo remoto.**Fuente: Elaboración propia***Figura 32***Prototipo de conexión a equipo remoto.**Fuente: Elaboración propia*

Resultados obtenidos de la creación de la base de datos.

Figura 33

Base de datos en MongoDB Atlas.

The screenshot displays the MongoDB Atlas web interface. On the left, a sidebar contains navigation options under 'DEPLOYMENT' (Database, Data Lake, SERVICES, Triggers, Data API, Data Federation, Search, Stream Processing) and 'SECURITY' (Backup, Database Access, Network Access, Advanced, Goto). The main panel is titled 'Project 0' and 'Data Services'. It shows 'DATABASES: 1' and 'COLLECTIONS: 5'. A search bar for namespaces is present. Under the 'Laboratorio_virtual' namespace, the 'reservations' collection is highlighted. The right-hand pane shows the details for 'Laboratorio_virtual.reservations', including storage and index sizes. Below this, a 'Find' tab is active, showing a query filter and the results of a query. The query results are displayed in a JSON format, showing two documents with fields like '_id', 'fecha', 'horaInicio', 'horaFin', 'nombres', 'apellidoPaterno', 'apellidoMaterno', 'clase', 'user', and '__v'.

Atlas juan-20man... Access Manager Billing

Project 0 Data Services App Services Charts

Overview Real Time Metrics **Collections** Search Profiler Performance Advisor Online Archive

DEPLOYMENT

Database

Data Lake

SERVICES

Triggers

Data API

Data Federation

Search

Stream Processing

SECURITY

Backup

Database Access

Network Access

Advanced

Goto

+ Create Database

Search Namespaces

Laboratorio_virtual

programmings

reservations

scheduledclasses

turns

users

Laboratorio_virtual.reservations

STORAGE SIZE: 36KB LOGICAL DATA SIZE: 1.31KB TOTAL DOCUMENTS: 6 INDEXES TOTAL SIZE: 36KB

Find Indexes Schema Anti-Patterns Aggregation Search Indexes

Filter Filter Type a query: { field: 'value' }

QUERY RESULTS: 1-6 OF 6

```
{
  "_id": ObjectId("648e6e9c052f36658c17ad10"),
  "fecha": "2023-06-18",
  "horaInicio": "07:00",
  "horaFin": "09:30",
  "nombres": "Juan Manuel",
  "apellidoPaterno": "delgado",
  "apellidoMaterno": "marcos",
  "clase": ObjectId("648e6dc0852f36658c17acd7"),
  "user": ObjectId("645313234e5f9a60489db7f8"),
  "__v": 0
}
```

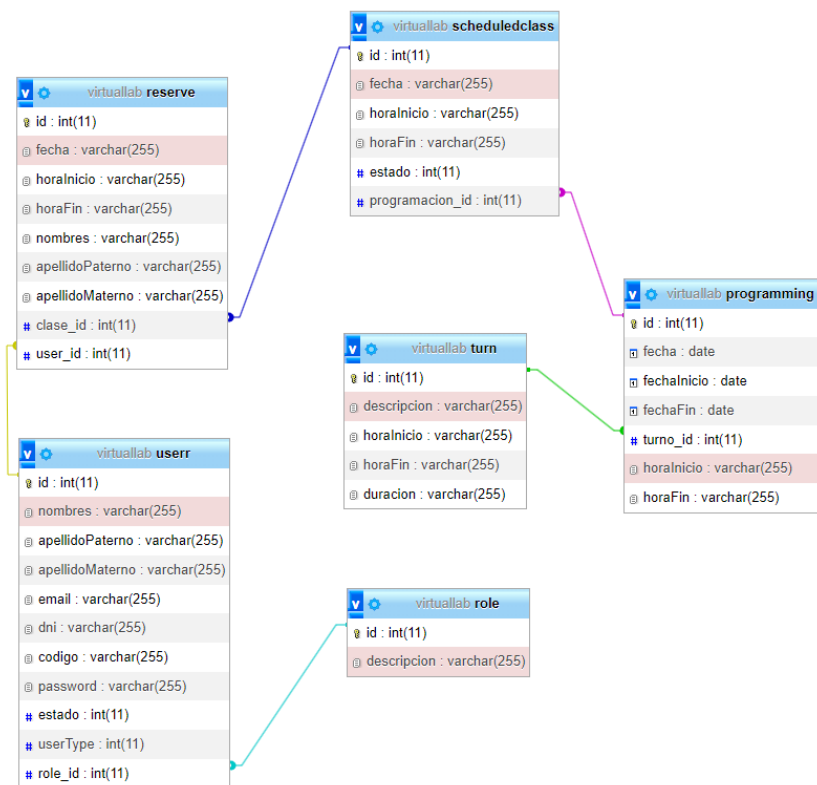
```
{
  "_id": ObjectId("6491135c7acalc74e5f84a20"),
  "fecha": "2023-06-20",
  "horaInicio": "19:00",
  "horaFin": "23:30",
  "nombres": "Juan Manuel",
  "apellidoPaterno": "delgado",
  "apellidoMaterno": "marcos",
  "clase": ObjectId("6490f2da54b320dc5e829f72"),
  "user": ObjectId("645313234e5f9a60489db7f8"),
  "__v": 0
}
```

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

Figura 34

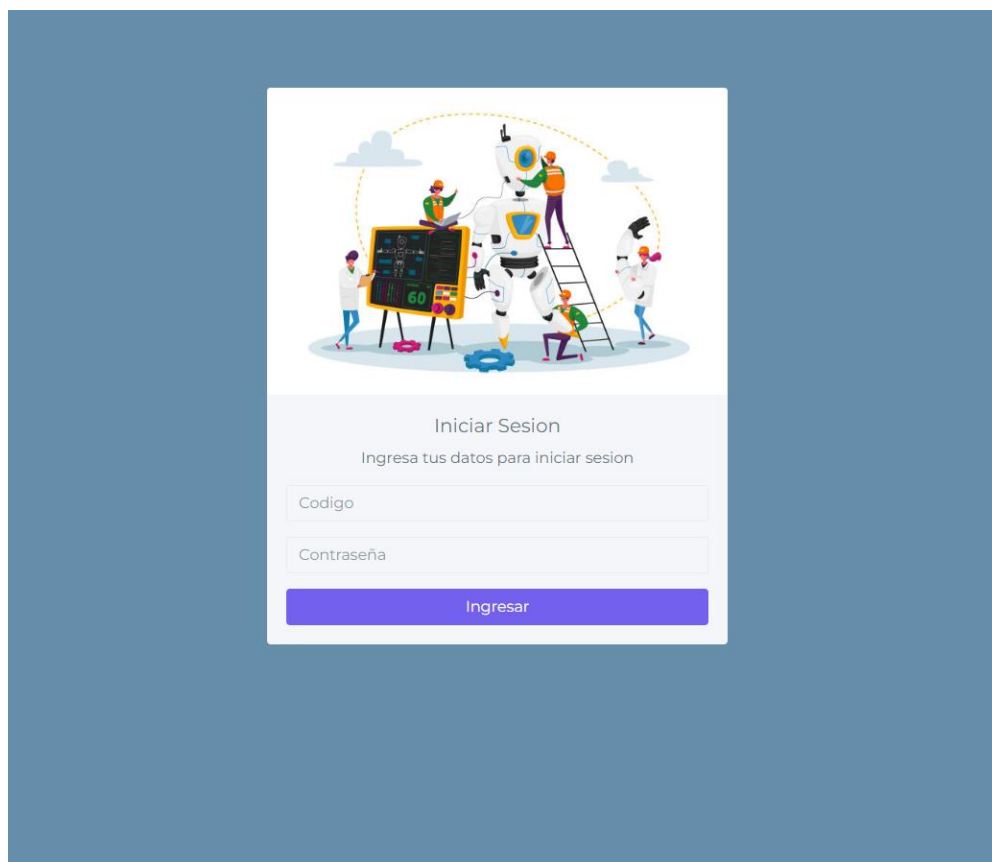
Diseño de la base de datos en MongoDB.



A

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se puede observar la interfaz de inicio de sesión del sistema web, el cual será utilizado por los estudiantes y profesores.

Figura 35*Interfaz de inicio de sesión.**Fuente: Elaboración propia***SPRINT N°2:****a. Sprint Planning meeting**

Tachamos las historias que ya se realizaron en el sprint anterior y consideraremos solo las restantes:

Tabla 42

Compilación de historias de usuario completadas (tachadas) y las que se realizaran en el sprint N° 2 (en negrita).

RECOPIACIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO				
N°	CARGO	DESCRIPCIÓN	COMPL EJ.	PRIORIDAD
01	Equipo	~~Elaboración de maquetas de prototipo y visión general de sistema.~~	13	Alta

02	Equipo	Designación de herramientas a usar.	3	Alta
03	Equipo	Creación de base de datos.	13	Alta
04	Usuario	Creación de interfaz de inicio de sesión.	8	Alta
05	Profesor	Realizar el registro y edición de usuarios.	8	Alta
06	Usuario	Editar perfil de usuario.	5	Baja
07	Profesor	Crear programación de aulas remotas.	13	Alta
08	Usuario	Reservar cupo para realizar prácticas en el laboratorio remoto.	8	Alta
09	Usuario	Interacción con el aula virtual.	20	Media
10	Usuario	Visualizar el listado de reservas realizadas por usuario.	8	Alta
11	Equipo	Implementación del laboratorio remoto con guacamole.	40	Alta
12	Usuario	Interacción con el aula remota	13	Alta
13	Equipo	Puesta en producción de la aplicación web.	13	Alta

Fuente: Elaboración propia

b. Sprint Backlog

A continuación, se detallan las tareas consideradas de cada historia de usuario.

Tabla 43

Tareas de historia de usuario N° 5.

H-N°05	Realizar el registro y edición de usuarios.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Crear las pantallas y formularios necesarios para el registro y edición de usuarios.	9
T-N°2	Validar los datos ingresados para garantizar que cumplan con los requisitos establecidos.	4
T-N°3	Crear una lista donde se mostrarán los usuarios registrados.	4
T-N°4	Agregar un botón para visualizar el detalle de un usuario seleccionado.	4

T-N°5	Permitir la modificación de los campos del usuario, como nombre, apellido, dirección de correo electrónico, contraseña, etc.	5
T-N°6	Cambiar el estado de un usuario de activo a inactivo.	3
T-N°7	Mostrar de color rojo el usuario en la lista si este se encuentra inactivo.	1
TOTAL		30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Tareas de historia de usuario N° 6.

H-N°06	Editar perfil de usuario.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Crear las pantallas y formularios necesarios para editar el perfil de usuario.	5
T-N°2	Obtener los datos actuales del perfil del usuario desde la base de datos.	2
T-N°3	Implementar la validación de los datos ingresados para garantizar que cumplan con los requisitos establecidos.	3
TOTAL		10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Tareas de historia de usuario N° 7.

H-N°07	Crear programación de aulas remotas.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Crear las pantallas y formularios necesarios para crear la programación de aulas remotas.	6
T-N°2	Crear un listado de las programaciones existentes que se filtren por fechas y turnos.	3
T-N°3	Implementar la validación de los datos ingresados para evitar crear una programación anterior a la fecha actual.	3

T-N°4	Implementar la validación para que no se pueda crear programaciones si ya existe una en el rango de fecha indicado.	3
T-N°5	Colocar una lista desplegable con los turnos que se extraen de la base de datos.	2
T-N°6	Autocompletar los datos del turno como Hora Inicio, Hora fin y Duración cuando se seleccione el turno deseado extrayendo los datos de la base de datos.	2
T-N°7	Registrar las programaciones en la base de datos, así como los cupos para cada programación de acuerdo a la duración y las horas de inicio y fin.	5
TOTAL		24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Tareas de historia de usuario N° 8.

H-N°08	Reservar cupo para realizar prácticas en el laboratorio remoto.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Crear las pantallas y formularios necesarios para reservar un cupo.	6
T-N°2	Crear una tabla que liste los cupos de acuerdo a una fecha indicada.	3
T-N°3	Implementar la validación para que no se pueda visualizar cupos de fechas anteriores a la actual.	3
T-N°4	Agregar un botón “reservar” que extraiga los datos del cupo de la base de datos y los asigne al formulario de reserva de cupo.	3
T-N°5	Autocompletar los datos personales con los datos del usuario que ha iniciado sesión.	2
T-N°6	Registrar una reserva y actualizar el listado de cupos cambiando el estado del cupo seleccionado a “ocupado”.	4
T-N°7	Implementar la validación de que un usuario solo puede realizar una reserva por día.	3
TOTAL		24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Tareas de historia de usuario N° 9.

H-N°09	Interacción con el aula virtual.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Crear las pantallas y formularios necesarios para la interacción con el aula virtual.	5
T-N°2	Elaborar un menú por capítulos para distribuir la teoría y los ejercicios del aula virtual.	3
T-N°3	Diseñar los simuladores virtuales para las practicas en el aula virtual.	15
T-N°4	Enlazar los simuladores en un iframe para que sean accesibles desde el sistema web.	2
TOTAL		25

Fuente: Elaboración propia

c. Sprint Review

Tabla 48

Listado de tareas terminadas para el Sprint N°2.

ID	Historia	Descripción	Estado	Tiempo (h)
T-N°1	H-N°05	Crear las pantallas y formularios necesarios para el registro y edición de usuarios.	Terminado	9
T-N°2	H-N°05	Validar los datos ingresados para garantizar que cumplan con los requisitos establecidos.	Terminado	4
T-N°3	H-N°05	Crear una lista donde se mostrarán los usuarios registrados.	Terminado	4
T-N°4	H-N°05	Agregar un botón para visualizar el detalle de un usuario seleccionado.	Terminado	4
T-N°5	H-N°05	Permitir la modificación de los campos del usuario, como nombre, apellido, dirección de	Terminado	5

		correo electrónico, contraseña, etc.		
T-N°6	H-N°05	Cambiar el estado de un usuario de activo a inactivo.	Terminado	3
T-N°7	H-N°05	Mostrar de color rojo el usuario en la lista si este se encuentra inactivo.	Terminado	1
T-N°1	H-N°06	Crear las pantallas y formularios necesarios para editar el perfil de usuario.	Terminado	5
T-N°2	H-N°06	Obtener los datos actuales del perfil del usuario desde la base de datos.	Terminado	2
T-N°3	H-N°06	Implementar la validación de los datos ingresados para garantizar que cumplan con los requisitos establecidos.	Terminado	3
T-N°1	H-N°07	Crear las pantallas y formularios necesarios para crear la programación de aulas remotas.	Terminado	6
T-N°2	H-N°07	Crear un listado de las programaciones existentes que se filtren por fechas y turnos.	Terminado	3
T-N°3	H-N°07	Implementar la validación de los datos ingresados para evitar crear una programación anterior a la fecha actual.	Terminado	3
T-N°4	H-N°07	Implementar la validación para que no se pueda crear programaciones si ya existe una en el rango de fecha indicado.	Terminado	3
T-N°5	H-N°07	Colocar una lista desplegable con los turnos que se extraen de la base de datos.	Terminado	2

T-N°6	H-N°07	Autocompletar los datos del turno como Hora Inicio, Hora fin y Duración cuando se seleccione el turno deseado extrayendo los datos de la base de datos.	Terminado	2
T-N°7	H-N°07	Registrar las programaciones en la base de datos, así como los cupos para cada programación de acuerdo a la duración y las horas de inicio y fin.	Terminado	5
T-N°1	H-N°08	Crear las pantallas y formularios necesarios para reservar un cupo.	Terminado	6
T-N°2	H-N°08	Crear una tabla que liste los cupos de acuerdo a una fecha indicada.	Terminado	3
T-N°3	H-N°08	Implementar la validación para que no se pueda visualizar cupos de fechas anteriores a la actual.	Terminado	3
T-N°4	H-N°08	Agregar un botón “reservar” que extraiga los datos del cupo de la base de datos y los asigne al formulario de reserva de cupo.	Terminado	3
T-N°5	H-N°08	Autocompletar los datos personales con los datos del usuario que ha iniciado sesión.	Terminado	2
T-N°6	H-N°08	Registrar una reserva y actualizar el listado de cupos cambiando el estado del cupo seleccionado a “ocupado”.	Terminado	4
T-N°7	H-N°08	Implementar la validación de que un usuario solo puede realizar una reserva por día.	Terminado	3

T-N°1	H-N°09	Crear las pantallas y formularios necesarios para la interacción con el aula virtual.	Terminado	5
T-N°2	H-N°09	Elaborar un menú por capítulos para distribuir la teoría y los ejercicios del aula virtual.	Terminado	3
T-N°3	H-N°09	Diseñar los simuladores virtuales para las prácticas en el aula virtual.	Terminado	15
T-N°4	H-N°09	Enlazar los simuladores en un iframe para que sean accesibles desde el sistema web.	Terminado	2

Fuente: Elaboración propia

Resumen de esfuerzo por tareas de usuario:

Tabla 49

Esfuerzo acumulado por tareas de usuario en historias N° 5, 6, 7, 8 y 9.

Historia de usuario	Estado	Complejidad	Tiempo estimado(h)	Tiempo final(h)
H-N°05	Terminado	8	30	35
H-N°06	Terminado	5	10	17
H-N°07	Terminado	13	24	34
H-N°08	Terminado	8	24	10
H-N°09	Terminado	20	25	10
TOTAL		37	96	96

Fuente: Elaboración propia

d. Pruebas de funcionalidad

Tabla 50

Comprobación de funcionalidad de las historias para el Sprint N°2.

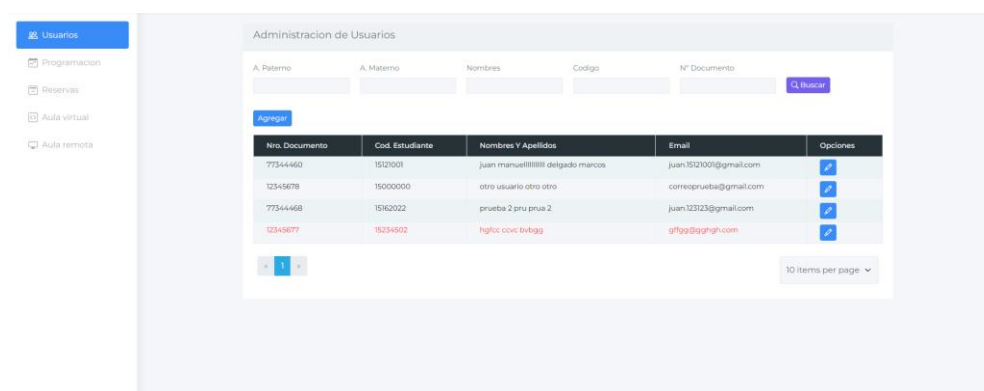
Historia de usuario	Definición	Resultado	Prioridad
H-N°05	Realizar el registro y edición de usuarios.	Válido	Alta
H-N°06	Editar perfil de usuario.	Válido	Baja
H-N°07	Crear programación de aulas remotas.	Válido	Alta
H-N°08	Reservar cupo para realizar prácticas en el laboratorio remoto.	Válido	Alta
H-N°09	Interacción con el aula virtual.	Válido	Media

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el segundo Sprint:

Figura 36

Interfaz de listado de usuarios.



Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Formulario de registro de usuarios.

Fuente: Elaboración propia

Figura 38

Interfaz de listado de programaciones creadas.

Fecha	Hora Inicio	Hora Fin	Turno	Opciones
05-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
06-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
07-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
08-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
09-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
10-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
11-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
12-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
13-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	
14-07-2023	17:00	22:00	Turno Tarde	

Fuente: Elaboración propia

Figura 39

Formulario de registro de programaciones.

Fuente: Elaboración propia

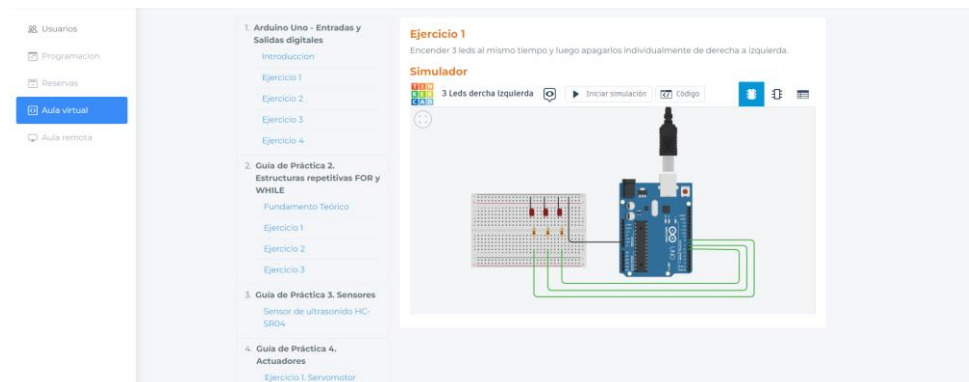
Figura 40

Listado de reservas y formulario de registro de reservas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 41

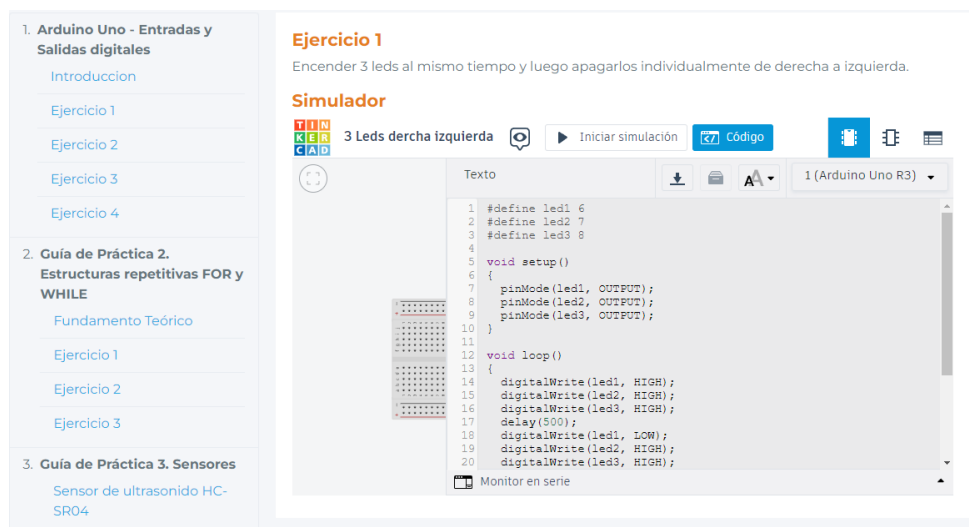
Simulador de componentes utilizando el microcontrolador Arduino UNO.



Fuente: Elaboración propia

Figura 42

Visualización de código fuente utilizado en el simulador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 43

Visualización de componentes utilizados en el simulador.

Ejercicio 1
Encender 3 leds al mismo tiempo y luego apagarlos individualmente de derecha a izquierda.

Simulador
3 Leds dercha izquierda [Descargar CSV](#)

Nombre	Cantidad	Componente
U1	1	Arduino Uno R3
D1 D2 D3	3	Rojo LED
R1 R4 R5	3	0.3 kΩ Resistencia

Fuente: Elaboración propia

SPRINT N°3:

a. Sprint Planning meeting

Tachamos las historias que ya se realizaron en el sprint anterior y consideraremos solo las restantes:

Tabla 51

Compilación de historias de usuario realizadas (tachados) y pendientes (en negrita).

RECOPIACIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO				
Nº	CARGO	DESCRIPCIÓN	COMPL EJ.	PRIORI DAD
01	Equipo	~~Elaboración de maqueteas de prototipo y visión general de sistema.~~	13	Alta
02	Equipo	~~Designación de herramientas a usar.~~	3	Alta
03	Equipo	~~Creación de base de datos.~~	13	Alta
04	Usuario	~~Creación de interfaz de inicio de sesión.~~	8	Alta
05	Profesor	~~Realizar el registro y edición de usuarios.~~	8	Alta
06	Usuario	~~Editar perfil de usuario.~~	5	Baja
07	Profesor	~~Crear programación de aulas remotas.~~	13	Alta

08	Usuario	Reservar cupo para realizar prácticas en el laboratorio remoto.	8	Alta
09	Usuario	Interacción con el aula virtual.	20	Media
10	Usuario	Visualizar el listado de reservas realizadas por usuario.	8	Alta
11	Equipo	Implementación del laboratorio remoto con guacamole.	40	Alta
12	Usuario	Interacción con el aula remota.	13	Alta
13	Equipo	Puesta en producción de la aplicación web.	13	Alta

Fuente: Elaboración propia

b. Sprint Backlog

Tabla 52

Tareas de historia de usuario N°10.

H-N°10	Visualizar el listado de reservas realizadas por usuario.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Crear la interfaz para visualizar las reservas realizadas por el usuario.	5
T-N°2	Agregar una etiqueta para identificar el estado de la reserva en 3 tipos: vencida, disponible y pendiente.	3
T-N°3	Agregar un botón que permita ingresar al aula remota y que aparezca cuando la reserva se encuentre disponible.	6
T-N°4	Crear una validación para que el cupo se encuentre disponible si se encuentra dentro del día y hora indicado.	4
TOTAL		18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53*Tareas de historia de usuario N°11.*

H-N°11	Implementación del laboratorio remoto con guacamole.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Crear y configurar una máquina virtual.	4
T-N°2	Instalar el sistema operativo Ubuntu en la máquina virtual y configurar las opciones de red.	10
T-N°3	Instalar y configurar el servidor de guacamole.	10
T-N°4	Configurar la máquina que actuará como dispositivo remoto.	3
T-N°5	Agregar la maquinas remotas al servidor guacamole.	2
T-N°6	Configurar los usuarios que podrán ingresar al servidor guacamole.	1
TOTAL		30

Fuente: Elaboración propia**Tabla 54***Tareas de historia de usuario N°12.*

H-N°12	Interacción con el aula remota.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Crear las pantallas y formularios necesarios para la interacción con el aula remota.	5
T-N°2	Implementar un temporizador que calcule el tiempo restante y expulse al usuario cuando el tiempo se agote.	6
T-N°3	Enlazar el servidor guacamole al sistema web.	2
T-N°4	Permitir la manipulación las maquinas remotas desde el sistema web haciendo uso del servidor guacamole.	2
TOTAL		15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Tareas de historia de usuario N°13.

H-N°13	Puesta en producción de la aplicación web.	
ID	Descripción	Tiempo (h)
T-N°1	Configurar el servidor apache utilizando la herramienta XAMPP.	5
T-N°2	Instalar y configurar NodeJS para la implantación del servidor basado en el framework Express.	4
T-N°3	Generar la aplicación en angular y copiarla en el servidor.	1
T-N°4	Configurar el archivo “.htaccess” para permitir la navegación por rutas de una SPA en el servidor apache.	3
TOTAL		13

Fuente: Elaboración propia

c. Sprint Review

Tabla 56

Listado de tareas terminadas para el Sprint N°3.

ID	Historia	Descripción	Estado	Tiempo (h)
T-N°1	H-N°10	Crear la interfaz para visualizar las reservas realizadas por el usuario.	Terminado	5
T-N°2	H-N°10	Agregar una etiqueta para identificar el estado de la reserva en 3 tipos: vencida, disponible y pendiente.	Terminado	3
T-N°3	H-N°10	Agregar un botón que permita ingresar al aula remota y que aparezca cuando la reserva se encuentre disponible.	Terminado	6
T-N°4	H-N°10	Crear una validación para que el cupo se encuentre disponible si se encuentra dentro del día y hora indicado.	Terminado	4

T-N°1	H-N°11	Crear y configurar una máquina virtual.	Terminado	4
T-N°2	H-N°11	Instalar el sistema operativo Ubuntu en la máquina virtual y configurar las opciones de red.	Terminado	10
T-N°3	H-N°11	Instalar y configurar el servidor de guacamole.	Terminado	10
T-N°4	H-N°11	Configurar la máquina que actuará como dispositivo remoto.	Terminado	3
T-N°5	H-N°11	Agregar la maquinas remotas al servidor guacamole.	Terminado	2
T-N°6	H-N°11	Configurar los usuarios que podrán ingresar al servidor guacamole.	Terminado	1
T-N°1	H-N°12	Crear las pantallas y formularios necesarios para la interacción con el aula remota.	Terminado	5
T-N°2	H-N°12	Implementar un temporizador que calcule el tiempo restante y expulse al usuario cuando el tiempo se agote.	Terminado	6
T-N°3	H-N°12	Enlazar el servidor guacamole al sistema web.	Terminado	2
T-N°4	H-N°12	Permitir la manipulación las maquinas remotas desde el sistema web haciendo uso del servidor guacamole.	Terminado	2
T-N°1	H-N°13	Configurar el servidor apache utilizando la herramienta XAMPP.	Terminado	5
T-N°2	H-N°13	Instalar y configurar NodeJS para la implantación del servidor basado en el framework Express.	Terminado	4
T-N°3	H-N°13	Generar la aplicación en angular y copiarla en el servidor.	Terminado	1

T-Nº4	H-Nº13	Configurar el archivo “.htaccess” para permitir la navegación por rutas de una SPA en el servidor apache.	Terminado	3
--------------	---------------	---	------------------	----------

Fuente: Elaboración propia

Resumen de esfuerzo por tareas de usuario:

Tabla 57

Esfuerzo acumulado por tareas de usuario en historias N° 10, 11, 12 y 13.

Historia de usuario	Estado	Complejidad	Tiempo estimado(h)	Tiempo final(h)
H-Nº10	Terminado	8	18	18
H-Nº11	Terminado	40	30	30
H-Nº12	Terminado	13	15	15
H-Nº13	Terminado	13	13	13
TOTAL		74	76	76

Fuente: Elaboración propia

d. Pruebas de funcionalidad

Tabla 58

Comprobación de funcionalidad de las historias para el Sprint N°3.

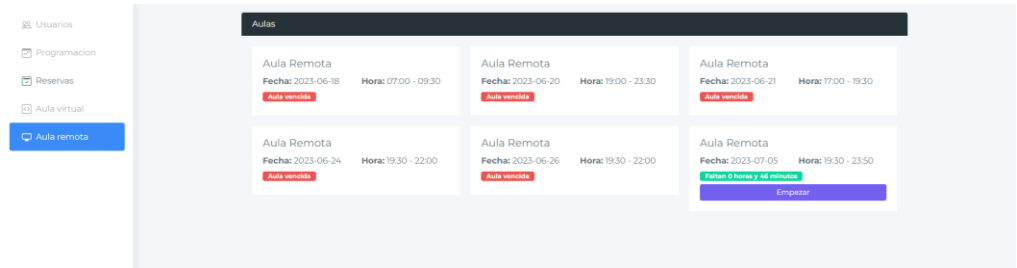
Historia de usuario	Definición	Resultado	Prioridad
H-Nº10	Visualizar el listado de reservas realizadas por usuario.	Válido	Alta
H-Nº11	Implementación del laboratorio remoto con guacamole.	Válido	Alta
H-Nº12	Interacción con el aula remota.	Válido	Alta
H-Nº13	Puesta en producción de la aplicación web.	Válido	Alta

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el segundo Sprint:

Figura 44

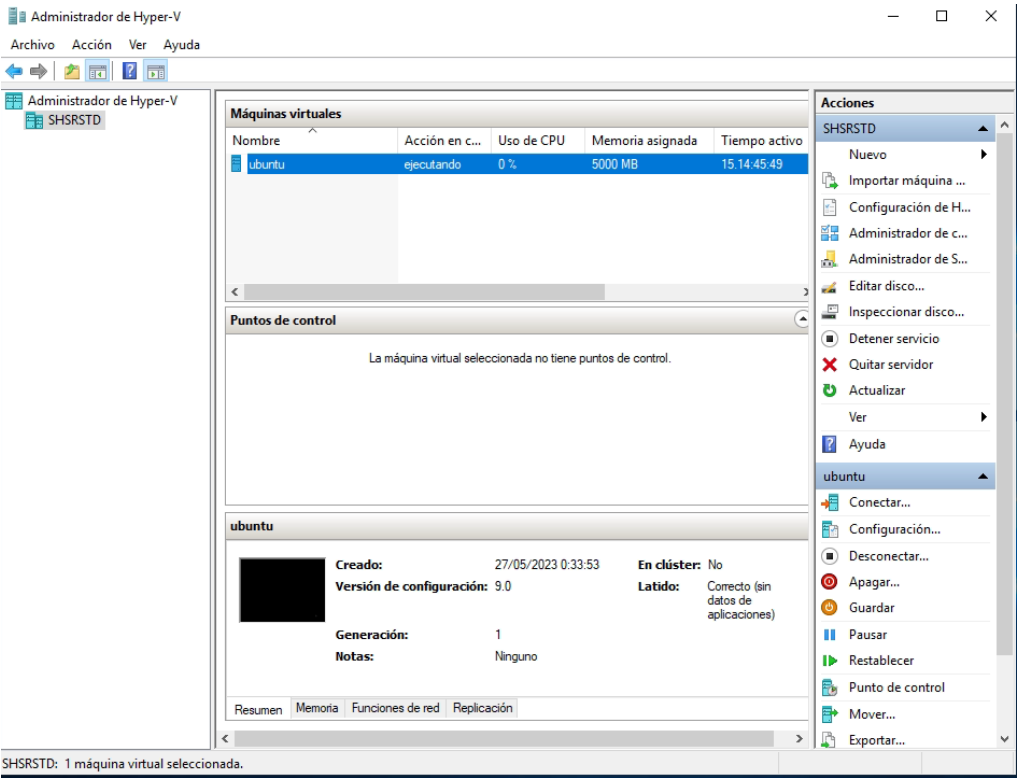
Listado de reservas realizadas por el usuario.



Fuente: Elaboración propia

Figura 45

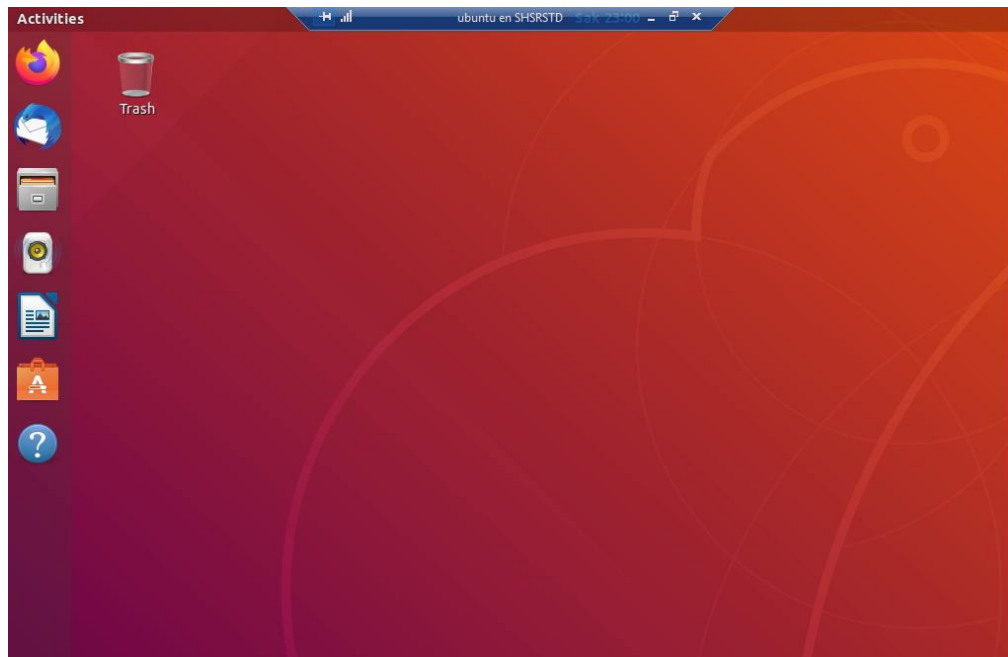
Máquina virtual creada en Hiper-V de Windows Server.



Fuente: Elaboración propia

Figura 46

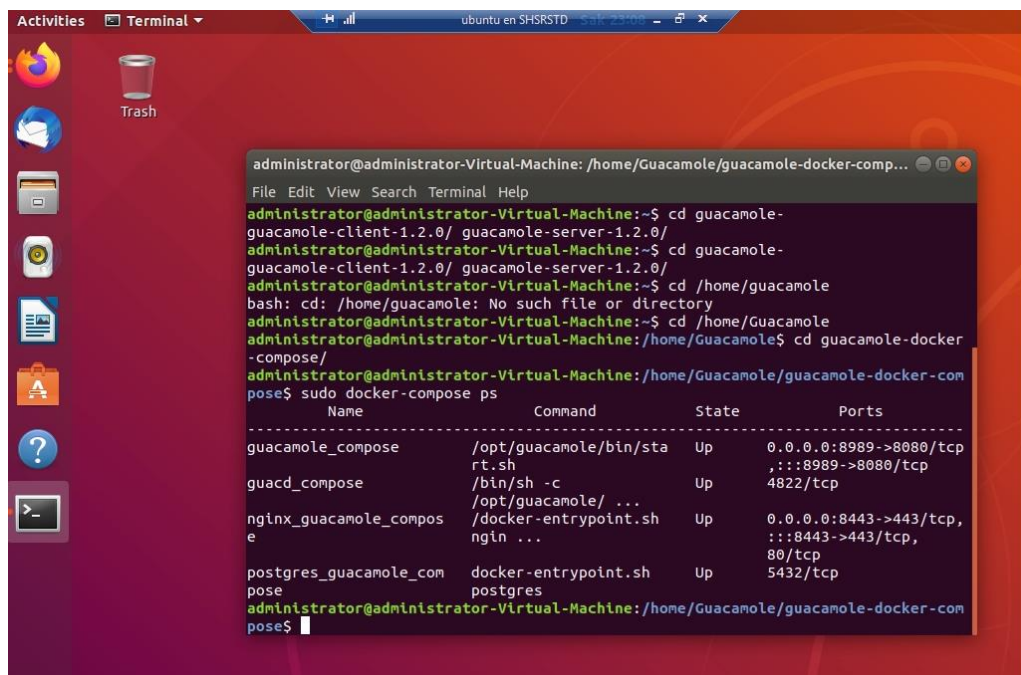
Sistema operativo Ubuntu instalado en la máquina virtual.



Fuente: Elaboración propia

Figura 47

Servidor guacamole instalado y configurado en el puerto 8989 en protocolo http y 8443 en protocolo https.



Fuente: Elaboración propia

Figura 48

Maquina configurada en guacamole para gestionarla como remota.

EDITAR CONEXIÓN

Nombre:

mary pc

Ubicación:

ROOT

Protocolo:

RDP

LÍMITES DE CONCURRENCIA

Número máximo de conexiones:

2

Número máximo de conexiones por usuario:

2

BALANCEO DE CARGA

Peso de la conexión:

Usar solo para failover:

☐

PARÁMETROS DEL PROXY DE GUACAMOLE (GUACD)

Nombre del Host:

Puerto:

Cifrado:

PARÁMETROS

Red

Nombre de Host:

10.81.234.6

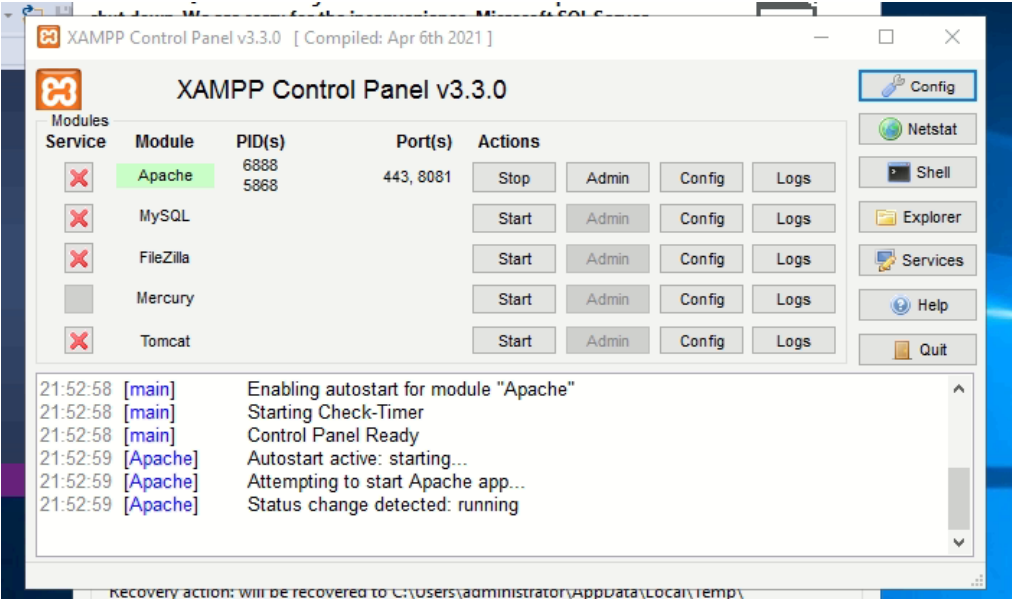
Puerto:

3389

Fuente: Elaboración propia

Figura 49

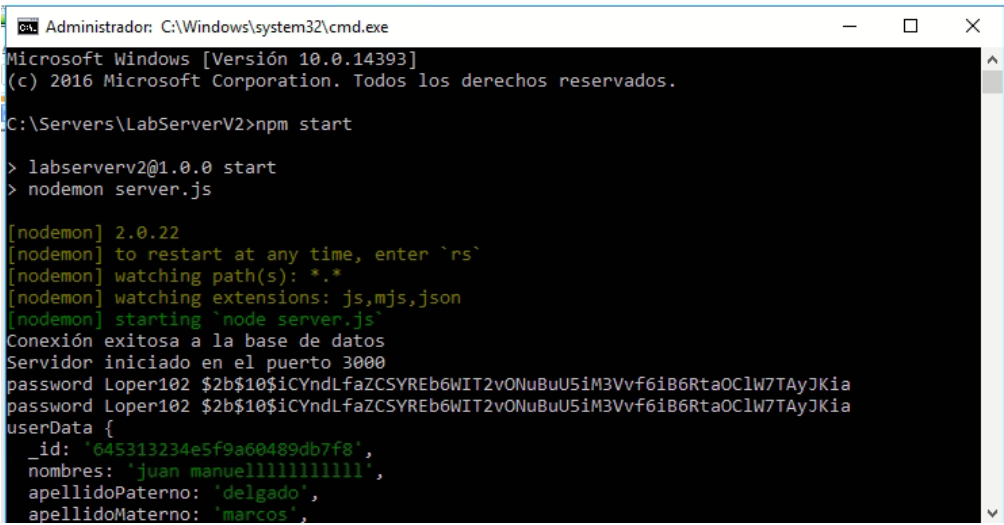
Servidor apache configurado en el puerto 8081 utilizando la herramienta XAMPP.



Fuente: Elaboración propia

Figura 50

Servidor basado en el framework Express de NodeJS configurado en el puerto 3000.



```
Administrador: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Servers\LabServerV2>npm start

> labserverv2@1.0.0 start
> nodemon server.js

[nodemon] 2.0.22
[nodemon] to restart at any time, enter `rs`
[nodemon] watching path(s): *.*
[nodemon] watching extensions: js,mjs,json
[nodemon] starting `node server.js`
Conexión exitosa a la base de datos
Servidor iniciado en el puerto 3000
password Loper102 $2b$10$iCYndLfazCSYREb6WIT2vONuBuU5iM3Vvf6iB6RtaOC1w7TAyJKia
password Loper102 $2b$10$iCYndLfazCSYREb6WIT2vONuBuU5iM3Vvf6iB6RtaOC1w7TAyJKia
userData {
  _id: '645313234e5f9a60489db7f8',
  nombres: 'juan manuel',
  apellidoPaterno: 'delgado',
  apellidoMaterno: 'marcos',
```

Fuente: Elaboración propia

Figura 51

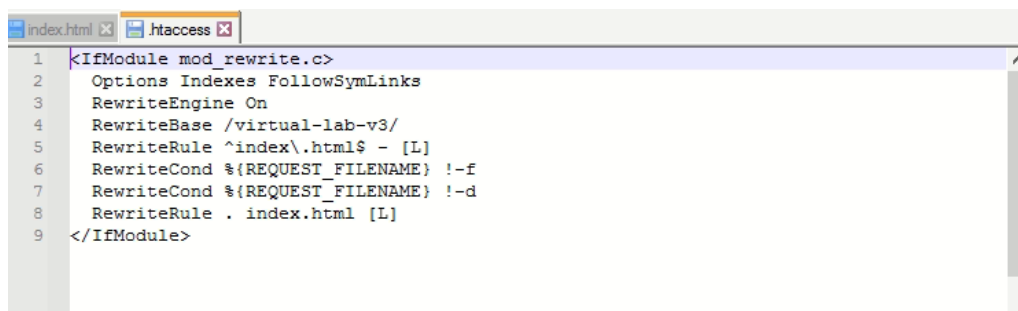
Aplicación generada con angular haciendo el uso del comando “ng build” de “angular cli” para la puesta en producción del sistema.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
assets	19/06/2023 21:41	Carpeta de archivos	
3rdpartylicenses	19/06/2023 21:41	Documento de te...	32 KB
72.56320ef71ef441a7	19/06/2023 21:41	Archivo JavaScript	659 KB
89.fd55e9c820cb0a18	19/06/2023 21:41	Archivo JavaScript	509 KB
257.9d12e9483a804b13	19/06/2023 21:41	Archivo JavaScript	50 KB
556.44638d50b7c29f62	19/06/2023 21:41	Archivo JavaScript	2 KB
669.d558ee88dfe111d	19/06/2023 21:41	Archivo JavaScript	5 KB
bootstrap-icons.02685dabe0850e40.woff2	19/06/2023 21:41	Archivo WOFF2	119 KB
bootstrap-icons.8463cb1e163733b5.woff	19/06/2023 21:41	Archivo WOFF	161 KB
favicon	27/05/2022 12:09	Icono	6 KB
index	19/06/2023 21:41	Archivo de origen ...	14 KB
main.6463a07b6edd6704	19/06/2023 21:41	Archivo JavaScript	553 KB
polyfills.3e66722ee0e6ecee	19/06/2023 21:41	Archivo JavaScript	46 KB
runtime.3c372b059bd743cc	19/06/2023 21:41	Archivo JavaScript	3 KB
styles.9ff8b76d151f7cef	19/06/2023 21:41	Documento de ho...	371 KB

Fuente: Elaboración propia

Figura 52

Configuración del archivo .htaccess para el funcionamiento correcto de la SPA creada con el framework Angular 12+.

A screenshot of a code editor window with two tabs: 'index.html' and '.htaccess'. The '.htaccess' tab is active, showing the following configuration:

```
1 <IfModule mod_rewrite.c>
2   Options Indexes FollowSymLinks
3   RewriteEngine On
4   RewriteBase /virtual-lab-v3/
5   RewriteRule ^index\.html$ - [L]
6   RewriteCond %{REQUEST_FILENAME} !-f
7   RewriteCond %{REQUEST_FILENAME} !-d
8   RewriteRule . index.html [L]
9 </IfModule>
```

Fuente: Elaboración propia

Algunas recomendaciones:

1. La página web se encuentra disponible a través del siguiente link: <http://200.37.143.126:8081/virtual-lab-v3/> donde podrán acceder los profesores y estudiantes ingresando su usuario y contraseña.
2. Actualmente se puede acceder a la aplicación por medio de la IP publica debido a que su uso se realizara dentro de la institución con fines académicos por lo que no se consideró necesaria la adquisición de un dominio.
3. El sistema web y el servidor guacamole fue utilizado por el profesor y los estudiantes que hacen uso del laboratorio de robótica de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios con fines académicos, por lo tanto, la implementación en la carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática dependerá de una previa coordinación con el director de escuela de turno. Nosotros como investigadores estaremos dispuestos a brindar el apoyo necesario para su implementación.

4.5. Producción del software

A continuación, se describe las características y tecnologías utilizadas en el desarrollo del software para un laboratorio virtual y remoto de robótica. El sistema se compone de un entorno de programación de reservas, un laboratorio virtual personalizado basado en Tinkercad, un laboratorio remoto con acceso a través de Guacamole, y un módulo de gestión de usuarios.

Inicio de Sesión:

Implementación de un sistema de inicio de sesión seguro basado en Node.js para el servidor y MongoDB para el almacenamiento de credenciales de usuario.

Figura 53

Código fuente para el inicio de sesión usando jsonwebtokens.

```
login: async (req, res) => {
  const { codigo, password } = req.body;

  try {
    const user = await User.findOne({ codigo: codigo, estado: 1 });

    if (!user) {
      return res.status(401).json({ message: "Credenciales inválidas" });
    }

    // Verificamos si la contraseña es correcta
    const isMatch = await user.comparePassword(password);

    if (!isMatch) {
      return res.status(401).json({ message: "Credenciales inválidas" });
    }

    // Generamos el token de autenticación
    const token = jwt.sign({ userId: user._id }, process.env.JWT_SECRET_KEY, {
      expiresIn: "12h",
    });

    res.status(200).json({ token });
  } catch (error) {
    console.error(error);
    res.status(500).json({ message: "Error en el servidor" });
  }
},
```

Fuente: Elaboración propia

Programación de Reservas:

Los usuarios pueden programar reservas para acceder al laboratorio remoto y establecer los días disponibles utilizando una interfaz intuitiva.

Figura 54

Código fuente para la creación de programación de reservas.

```

async createProgramming(req, res) {
  let body = req.body;

  try {
    let fechaInicio = moment(body.fechaInicio, 'DD/MM/YYYY');
    let fechaFin = moment(body.fechaFin, 'DD/MM/YYYY');
    let turno = body.turno;
    let horaInicio = moment(body.horaInicio, 'HH:mm');
    let horaFin = moment(body.horaFin, 'HH:mm');

    let fechaI = new Date(moment(body.fechaInicio, 'DD/MM/YYYY').format('YYYY-MM-DD'));
    let fechaF = new Date(moment(body.fechaFin, 'DD/MM/YYYY').format('YYYY-MM-DD'));

    let programmings = await Programming.find({
      fecha: { $gte: fechaI, $lte: fechaF },
      turno: body.turno,
    }).populate("turno");

    if (programmings.length > 0) {
      res
        .status(409)
        .json({
          message: "Ya existe programacion para el periodo indicado.",
        });
    } else {
      let programacion = [];
      let clases = [];

      console.log("horaInicio", horaInicio);
      console.log("horaFin", horaFin);
      console.log(
        "duracion",
        body.duracion.split(":")[0],
        body.duracion.split(":")[1]
      );

      var intervalo = moment.duration({
        hours: body.duracion.split(":")[0],
        minutes: body.duracion.split(":")[1],
      });

      var fechaActual = moment(fechaInicio);
      while (fechaActual <= fechaFin) {
        programacion.push({
          fecha: fechaActual.format('YYYY-MM-DD'),
          fechaInicio: fechaInicio.format('YYYY-MM-DD'),
          fechaFin: fechaFin.format('YYYY-MM-DD'),
          turno: turno,
          horaInicio: horaInicio.format('HH:mm'),
          horaFin: horaFin.format('HH:mm'),
        });
        fechaActual.add(1, "day");
      }

      let programacionCreated = await Programming.insertMany(
        programacion
      );

      for (const obj of programacionCreated) {
        // Iterar sobre el intervalo de tiempo de 2 horas y 15 minutos

        var horaActual = moment(horaInicio);

        while (horaActual < horaFin) {
          var horaSiguiente = moment.min(
            moment(horaActual).add(intervalo),
            horaFin
          );

          clases.push({
            fecha: moment(obj.fecha).add(1, "day").format('YYYY-MM-DD'),
            horaInicio: horaActual.format('HH:mm'),
            horaFin: horaSiguiente.format('HH:mm'),
            estado: 1,
            programacion: obj._id,
          });
          horaActual.add(intervalo);
        }
      }

      let scheduledClass = await ScheduledClass.insertMany(clases);

      res.status(201).json(scheduledClass);
    }
  } catch (err) {
    res.status(500).json({ message: "Error en el servidor" });
  }
},

```

Fuente: Elaboración propia

Gestión de Reservas:

El sistema administra las reservas y garantiza la programación sin conflictos mediante el uso de Node.js y MongoDB.

Figura 55

Código fuente para el registro de reservas de horarios.

```

async reserveClass(req, res) {
  let body = req.body;

  let fecha = moment(body.fecha, "DD/MM/YYYY");
  console.log("adasdsadsad", body);
  console.log("fecha", fecha);
  console.log(
    moment(fecha).format("YYYY-MM-DD"),
    moment(fecha).format("YYYY-MM-DD")
  );
  try {
    const reserves = await Reserve.find({
      user: req.user._id,
      fecha: moment(fecha).format("YYYY-MM-DD"),
    });

    if (reserves.length > 0) {
      res
        .status(409)
        .json({
          message:
            "Ya cuenta con una reserva para el día de hoy, solo puede tener una por día.",
        });
    } else {
      const reserv = new Reserve({
        fecha: moment(fecha).format("YYYY-MM-DD"),
        horaInicio: body.horaInicio,
        horaFin: body.horaFin,
        nombres: body.nombres,
        apellidoPaterno: body.apellidoPaterno,
        apellidoMaterno: body.apellidoMaterno,
        clase: body.clase,
        user: body.user,
      });

      await reserv.save();
      //res.status(201).json(reserv);
      res.status(201).json(reserves);
    }
  } catch (err) {
    res.status(500).json({ message: "Error en el servidor" });
  }
}

```

Fuente: Elaboración propia

Laboratorio Virtual Personalizado (Tinkercad):

Tinkercad ha sido personalizado para adaptarse al diseño de circuitos según un manual académico específico. Esto permite a los usuarios seguir las pautas y requisitos del manual de la institución al crear proyectos de robótica utilizando herramientas y funcionalidades específicas en Tinkercad.

La personalización de Tinkercad garantiza que los usuarios puedan aplicar los conocimientos adquiridos de manera práctica y que los proyectos de robótica se alineen con los estándares académicos de la institución, sin necesidad de duplicar funcionalidades existentes.

Figura 56

Incrustación de un circuito diseñado en Tinkercad que se ajusta a los manuales diseñados para las prácticas de robótica de la universidad.

```
<div class="card">
  <div class="card-body bg-white">
    <div class="row">
      <div class="col-lg-12">
        <h3 style="color: #e67e22; font-weight: bolder;">Brazo Robótico</h3>
        Simular el funcionamiento de un brazo robotico usando 4 servomotores
        <br>
        <ul>
          <li>La <b>Garra</b> conectada al pin 12 se encarga de manipular las pinzas del brazo.</li>
          <li>La <b>Dercha</b> se encarga de controlar el movimiento de estirar y encoger el brazo.</li>
          <li>La <b>Izquierda</b> se encarga de bajar y subir el brazo.</li>
          <li>La <b>Base</b> mueve de derecha a izquierda el brazo.</li>
        </ul>
      </div>
      <div class="col-lg-12 mt-3">
        <h3 style="color: #e67e22; font-weight: bolder;">Simulador</h3>
        <div id="tinkercad-design" style="overflow-x: auto;">
          <iframe width="100%" height="453" src="https://www.tinkercad.com/embed/h6HQ6G6ied5k" frameborder="0" marginwidth="0" marginheight="0" scrolling="no"></iframe>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>
```

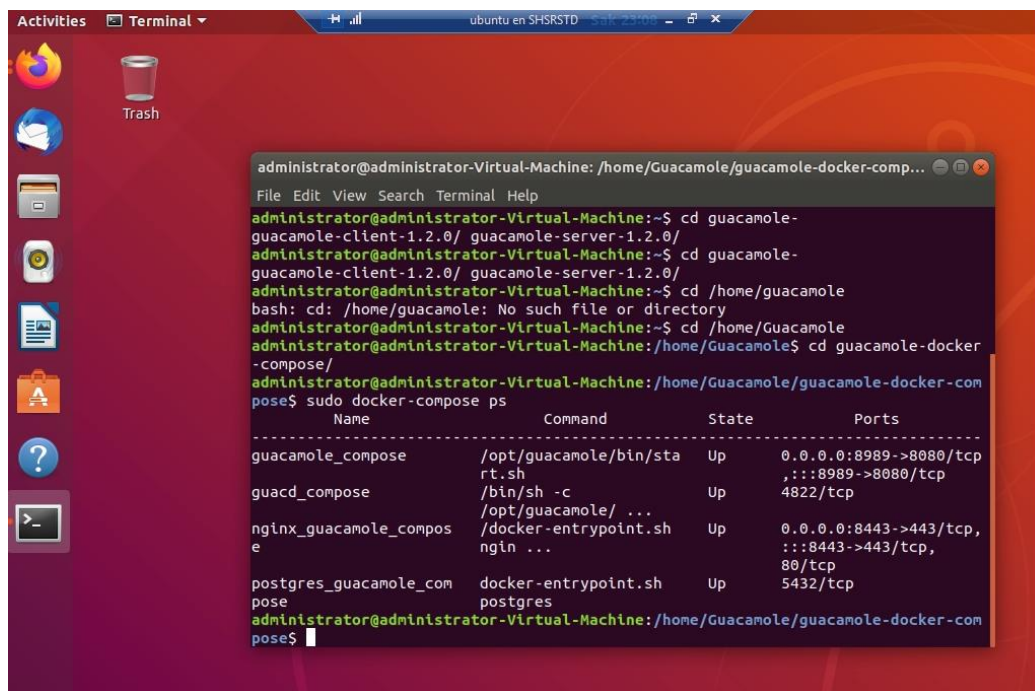
Fuente: Elaboración propia

Laboratorio Remoto (Guacamole):

El servidor de Guacamole está alojado en un servidor Ubuntu, guacamole se encarga de gestionar la conexión a laboratorios remotos proporcionando un entorno de acceso remoto seguro.

Figura 57

Guacamole implementado y funcionando un servidor Ubuntu.



```
administrator@administrator-Virtual-Machine: /home/Guacamole/guacamole-docker-comp...
File Edit View Search Terminal Help
administrator@administrator-Virtual-Machine:~$ cd guacamole-
guacamole-client-1.2.0/ guacamole-server-1.2.0/
administrator@administrator-Virtual-Machine:~$ cd guacamole-
guacamole-client-1.2.0/ guacamole-server-1.2.0/
administrator@administrator-Virtual-Machine:~$ cd /home/guacamole
bash: cd: /home/guacamole: No such file or directory
administrator@administrator-Virtual-Machine:~$ cd /home/Guacamole
administrator@administrator-Virtual-Machine:/home/Guacamole$ cd guacamole-docker-
-compose/
administrator@administrator-Virtual-Machine:/home/Guacamole/guacamole-docker-com
pose$ sudo docker-compose ps
-----
Name                                Command                                State      Ports
-----
guacamole_compose                    /opt/guacamole/bin/sta                Up         0.0.0.0:8989->8080/tcp
                                     rt.sh
guacd_compose                        /bin/sh -c                             Up         4822/tcp
                                     /opt/guacamole/ ...
nginx_guacamole_compos               /docker-entrypoint.sh                 Up         0.0.0.0:8443->443/tcp,
e                                     nginx ...                               ::8443->443/tcp,
                                     80/tcp
postgres_guacamole_com               docker-entrypoint.sh                 Up         5432/tcp
pose                                  postgres
administrator@administrator-Virtual-Machine:/home/Guacamole/guacamole-docker-com
pose$
```

Fuente: Elaboración propia

Control de Acceso:

Implementación de control de acceso basado en tiempo mediante Node.js y MongoDB, asegurando que los usuarios sean expulsados automáticamente al agotarse el tiempo asignado.

Figura 58

Código fuente para controlar el tiempo de acceso de cada usuario según su reserva realizada.

```
this._classroomManagementService.getReservedClassroomById(id).subscribe({
  next: (res: any) => {
    console.log("res asdadsadsad", res);
    this.horaInicio = res.horaInicio;
    this.horaFin = res.horaFin;

    const ahora = moment(); // Obtener la hora actual
    const horaFin = moment(this.horaFin, "HH:mm"); // Crear un objeto Moment para la hora de fin

    if (ahora.isBefore(horaFin)) {
      const diff = horaFin.diff(ahora); // Calcular la diferencia en milisegundos
      this.tiempoRestanteDuration = moment.duration(diff); // Crear una duración a partir de la diferencia

      this.intervalId = setInterval(() => {
        this.tiempoRestanteDuration.subtract(1, "second"); // Restar 1 segundo a la duración
        if (this.tiempoRestanteDuration.asSeconds() <= 0) {
          clearInterval(this.intervalId); // Detener el intervalo cuando el tiempo restante sea cero
          console.log('se acabo')
          this._router.navigate(['/virtual-lab/pages/class-not-available'])
        }
      }, 1000);
    } else {
      console.log('se acabo'); // Si la hora actual es mayor o igual a la hora de fin, redirigir
      this._router.navigate(['/virtual-lab/pages/class-not-available'])
    }
  },
  error: (error) => {
    console.log("error", error);
  },
});
```

Fuente: Elaboración propia

Módulo de Gestión de Usuarios:

Se ha desarrollado un módulo de gestión de usuarios para administrar cuentas, contraseñas y permisos de usuario.

Los administradores pueden agregar, modificar o eliminar cuentas de usuario según sea necesario.

Figura 59

Código fuente para la creación y modificación de usuarios.

```

async createUpdateUser(req, res) {
  let userData = req.body;

  console.log('userData', userData)

  try {
    const salt = await bcrypt.genSalt(10);
    let hashedPassword = "";

    // Encriptar la contraseña solo si se envia el password como parametro
    if (userData.password != undefined && userData.password != '') {
      hashedPassword = await bcrypt.hash(userData.password, salt);
    }

    if (userData._id != "") {
      let updateUser;
      if (hashedPassword == "") {
        updateUser = await User.findOneAndUpdate(
          { _id: userData._id },
          {
            nombres: userData.nombres,
            apellidoPaterno: userData.apellidoPaterno,
            apellidoMaterno: userData.apellidoMaterno,
            estado: userData.estado,
            email: userData.email,
          }
        );
      } else {
        updateUser = await User.findOneAndUpdate(
          { _id: userData._id },
          {
            nombres: userData.nombres,
            apellidoPaterno: userData.apellidoPaterno,
            apellidoMaterno: userData.apellidoMaterno,
            email: userData.email,
            dni: userData.dni,
            codigo: userData.codigo,
            password: hashedPassword,
            estado: userData.estado,
            userType: userData.userType,
          }
        );
      }

      return res.status(200).json(updateUser);
    }

    // Verificar que no exista un usuario con el mismo código, DNI o email
    const existingUser = await User.findOne({
      $or: [
        { codigo: userData.codigo },
        { dni: userData.dni },
        { email: userData.email },
      ],
    });

    if (existingUser) {
      throw new Error("El código, DNI o email ya está registrado");
    }

    console.log('entra aqui', hashedPassword)
    console.log('entra aqui', userData)
    // Crear el nuevo usuario
    const newUser = new User({
      nombres: userData.nombres,
      apellidoPaterno: userData.apellidoPaterno,
      apellidoMaterno: userData.apellidoMaterno,
      email: userData.email,
      dni: userData.dni,
      codigo: userData.codigo,
      password: hashedPassword,
      estado: userData.estado,
      userType: userData.userType,
    });

    // Guardar el usuario en la base de datos
    await newUser.save();

    res.status(201).json(newUser);
  } catch (err) {
    console.log("err", err);
    res.status(400).json({ error: err.message });
  }
},

```

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la arquitectura del sistema

El sistema se compone de tres partes fundamentales:

- **Servidor Ubuntu con Guacamole:** Encargado de gestionar la conexión de equipos remotos.
- **API RESTful desarrollado en Node.js:** Responsable de realizar consultas a una base de datos MongoDB utilizando Mongoose para luego enviar al frontend los datos obtenidos en formato JSON.
- **Frontend basado en Angular 12+:** Alojado en un servidor Apache, este componente se encarga de la interfaz de usuario y permite acceder al sistema desde un navegador web.

Para acceder al aplicativo web, solo se necesita una computadora con conexión a internet y un navegador web. A través del aplicativo web, es posible acceder a las máquinas remotas, ya que el servidor Guacamole se integra en el aplicativo mediante un iframe. Esto permite una experiencia de usuario sencilla y directa para acceder al Guacamole desde el aplicativo web.

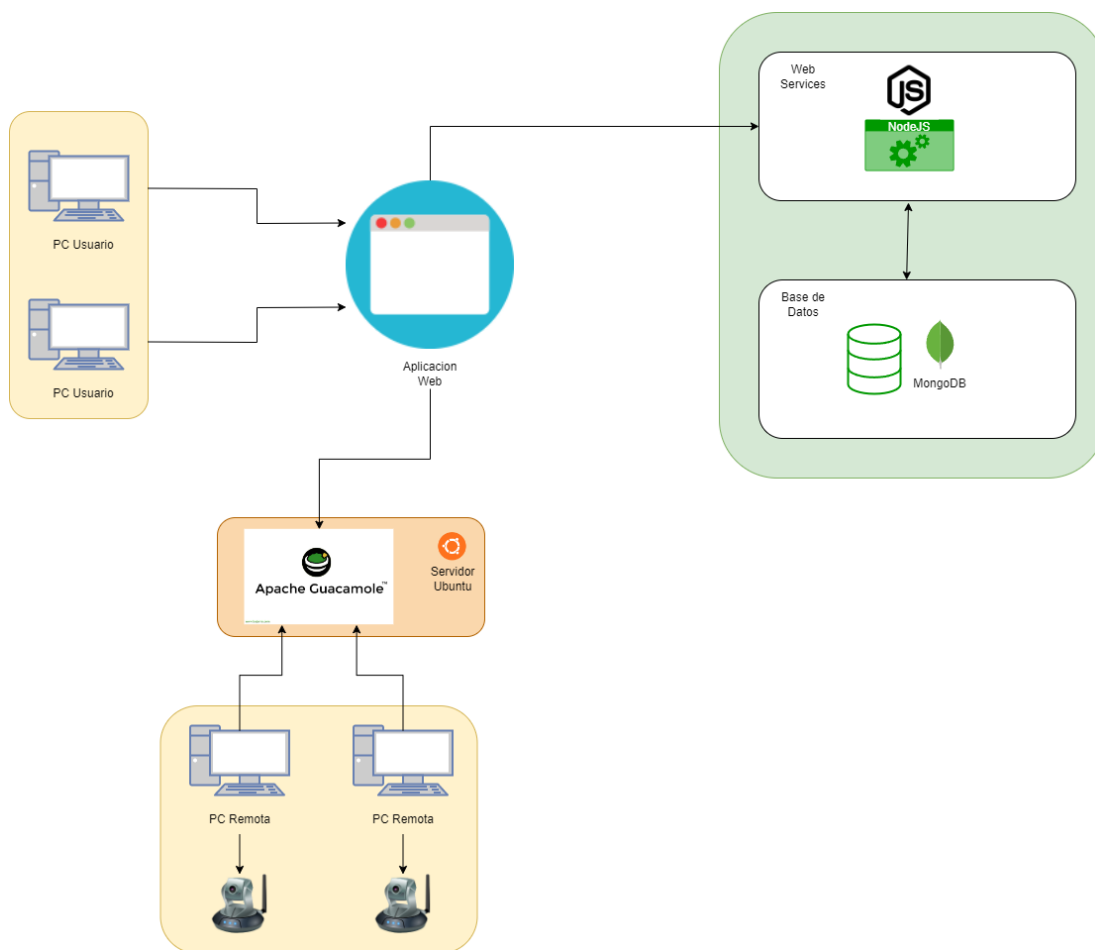
El sistema permite gestionar las actividades de prácticas y una agenda de reservas para que los estudiantes puedan acceder de acuerdo a la disponibilidad de tiempo al laboratorio virtual y remoto mediante un navegador web.

Las máquinas locales contarán con los siguientes elementos:

- Una placa Arduino y una cámara web comunicada con una computadora mediante conectividad USB.
- Un conjunto de sensores y actuadores que estarán conectados a la tarjeta Arduino.
- Una aplicación software para virtualizar y controlar remotamente el laboratorio físico, el cual se comunicará con el servidor.

Figura 60

Arquitectura del laboratorio virtual y remoto.



Fuente: Elaboración propia

DISCUSIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos para la variable dependiente "Prácticas de robótica", en la **Figura 7** se observa un aumento en las respuestas positivas en el post test con respecto a las respuestas del pre test que se muestran en la **Figura 6**. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de (Iquirá Becerra 2018) donde encontró que un 43% de los participantes estuvo de acuerdo y un 41% estuvo totalmente de acuerdo con la utilidad educativa, mientras que, en cuanto a la facilidad de uso, un 39% estuvo de acuerdo y un 26% estuvo totalmente de acuerdo. Además, en términos de satisfacción con el aplicativo, un 42% estuvo de acuerdo y un 27% estuvo totalmente de acuerdo. Estas similitudes sugieren que la mejora en la percepción de las prácticas de robótica podría estar relacionada con una experiencia más positiva en la utilidad, facilidad de uso y satisfacción con el aplicativo educativo, como lo indican los resultados del otro autor.

Así también, en los resultados obtenidos por (Belupú-Amaya 2018) se observa que el 63% de los encuestados la consideró adecuada para los laboratorios virtuales, mientras que un 5% tenía opiniones contrarias. Esta percepción positiva en la interacción y visualización en la plataforma es interesante al compararla con mi variable dependiente, donde la percepción y aceptación de las "Prácticas de robótica" experimentaron un aumento significativo después de la implementación del laboratorio virtual y remoto, lo que sugiere una influencia positiva de la plataforma en la experiencia de los estudiantes.

2. De acuerdo a los resultados obtenidos para la dimensión "Cognitivo (saber, conocer)" que se pueden observar en las **Figura 8** y **Figura 9** en comparación con la categoría de "Beneficios Cognitivos" evaluada por (Iquirá Becerra 2018), donde obtuvo un 64% de respuestas "De acuerdo" y un 23% de respuestas "Totalmente de acuerdo," estos resultados indican que tanto la dimensión cognitiva como la categoría de "Beneficios Cognitivos" han experimentado una mejora en la percepción y aceptación por parte de los participantes después de la

implementación del laboratorio virtual y remoto, lo que sugiere un impacto positivo en estos aspectos educativos.

En relación a la percepción de si los laboratorios virtuales permiten una mejor comprensión del curso por parte de los alumnos, según los resultados de (Belupú-Amaya 2018), aproximadamente el 78% de los estudiantes estuvo de acuerdo, mientras que un 10% estuvo en desacuerdo. Esta observación sugiere que investigación cumple uno de sus objetivos en términos de mejorar el aprendizaje. Comparando estos resultados con los obtenidos en esta investigación, donde se registró un aumento significativo en las respuestas positivas después de la implementación del laboratorio virtual y remoto, es plausible inferir que tanto la percepción de una mejor comprensión del curso como la mejora en la dimensión cognitiva pueden estar relacionadas con la implementación exitosa de la plataforma web y su influencia positiva en la experiencia de los estudiantes.

3. De acuerdo con los resultados obtenidos que se pueden observar en las **Figura 10** y **Figura 11** en cuanto la dimensión “Procedimental (saber hacer)”, según los resultados de (Iquirá Becerra 2018), se observa que un 8% de respuestas estuvieron en contra, un 20% fueron neutras, un 49% estuvo de acuerdo, y un 23% estuvo totalmente de acuerdo. Estos resultados indican un puntaje generalmente positivo, aunque persisten algunas opiniones en desacuerdo. Al comparar estos hallazgos con la dimensión procedimental, donde se evidenció un aumento significativo en las respuestas positivas después de la implementación del laboratorio virtual y remoto, se sugiere que, a pesar de que el aplicativo ha sido en su mayoría bien recibido, aún existen oportunidades para mejorar el interés y la percepción del estudiante en la dimensión procedimental mediante ajustes adicionales en el software educativo.

CONCLUSIONES

1. Se desarrollo un laboratorio virtual y remoto el cual fue implementado en el laboratorio de robótica de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, donde se hicieron pruebas (pre y post implementación) logrando una notable diferencia, dando lugar a una mejora considerable en los índices de aprobación, donde vemos que un inicio el índice **Ni de acuerdo ni en des acuerdo** era más del 52% y después el índice **Totalmente de acuerdo** logra un total de más de 47% de votos dejando al índice **Ni de acuerdo ni en des acuerdo** con solo apenas el 4% . Siendo así que, el desarrollo del laboratorio virtual y remoto mejoró el acceso a las prácticas de robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
2. Se demostró que en la dimensión cognitivo se acepta la Hipótesis alterna (H_1) y rechaza a Hipótesis nula (H_0) ya que la significancia es menor a 5%, por ende, se concluye que si hay una diferencia significativa, así mismo vemos reflejados estas resultados donde en un inicio vemos que el índice con más votación fue **Ni de acuerdo ni en des acuerdo** dando como resultado más del 57% de votos y el índice **Totalmente de acuerdo** solo logro un poco más del 9% esto cambia después de la prueba donde vemos que el índice **Totalmente de acuerdo** aumento a un 57.14%, demostrando así que dicha Hipótesis se cumple satisfactoriamente.
3. Se demostró en la dimensión procedimental se acepta la hipótesis alterna (H_1) y rechaza la Hipótesis nula (H_0) debido a que la significancia es menor a 5%, así concluimos que existe diferencia, esto se ve reflejado en el índice **Ni de acuerdo ni en des acuerdo** que supero el 36% de votos en un inicio, después de la post prueba vemos que el índice que obtuvo mayor voto fue **Totalmente de acuerdo** subiendo a 47.62% de los votos, siendo así que se cumple con la hipótesis alterna mostrando que el laboratorio virtual y remoto ha sido bien recibido y ha influido positivamente en las prácticas de laboratorio de robótica desde un punto de vista procedimental.

SUGERENCIAS

1. Se recomienda el uso de navegadores web modernos, como Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge o Safari, para acceder a nuestra aplicación web desarrollada con Angular 12+ y aprovechar al máximo todas las funcionalidades y mejoras implementadas. El uso de navegadores más antiguos puede limitar algunas capacidades y comprometer la experiencia de usuario, por lo que es altamente recomendable actualizar a navegadores modernos para disfrutar de todos los beneficios y características de nuestra aplicación web.
2. Se recomienda continuar con el desarrollo del sistema añadiéndole acceso a más equipos remotos, de esta manera se podría gestionar más de una programación por día y habilitar más cupos en diferentes servidores y así más estudiantes podrían aprovechar el laboratorio virtual y remoto.
3. Se recomienda agregar un módulo de asignación de trabajos y exámenes para los alumnos y llevar un mejor control del uso del laboratorio virtual.
4. Se recomienda implementar el laboratorio de robótica con más componentes para ampliar el aprendizaje que se puede obtener con el uso del laboratorio virtual y remoto.
5. Se recomienda el uso de servidores dedicados para alojar el laboratorio remoto ya que se pretende que el sistema esté disponible las 24 horas para aprovechar al máximo la herramienta.
6. Se recomienda seguir actualizando y mejorando el sistema de acuerdo a las necesidades que puedan surgir con el tiempo de uso para obtener un mejor aprovechamiento del laboratorio de robótica con el uso del laboratorio virtual y remoto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-KILIDAR, H., COX, K. y KITCHENHAM, B., 2005. The Use and Usefulness of the ISO/IEC 9126 Quality Standard. [en línea]. S.l.: [consulta: 4 junio 2023]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1541821>.
- ALNAGRAT, A.J.A., ISMAIL, R.C. y IDRUS, S.Z.S., 2021. Extended Reality (XR) in Virtual Laboratories: A Review of Challenges and Future Training Directions. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. S.l.: IOP Publishing Ltd, [consulta: 18 septiembre 2023]. vol. 1874. DOI 10.1088/1742-6596/1874/1/012031. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1874/1/012031>.
- ALVES, G.R., FIDALGO, A. V., MARQUES, M.A., VIEGAS, M.C., FELGUEIRAS, M.C., COSTA, R.J., LIMA, N., CASTRO, M., DÍAZ-ORUETA, G., SANCRISTÓBAL-RUIZ, E., GARCÍA-LORO, F., GARCÍA-ZUBÍA, J., HERNÁNDEZ-JAYO, U., KULESZA, W.J., GUSTAVSSON, I., NILSSON, K., ZACKRISSON, J., PESTER, A., ZUTIN, D.G., SCHLICHTING, L.C., FERREIRA, G., DE BONA, D.D., PACHECO, F.S., DA SILVA, J.B., ALVES, J.B., BILÉSSIMO, S., PAVANI, A.M., LIMA, D.A., TEMPORÃO, G., MARCHISIO, S., CONCARI, S.B., LERRO, F., DE ARREGUI, G.S., MERENDINO, C., PLANO, M., FERNÁNDEZ, R.A., PAZ, H.R., SORIA, M.F., GÓMEZ, M.J., DE ALMEIDA, N.N., DE OLIVEIRA, V.F., POZZO, M.I., DOBBOLETTA, E. y BERTRAMO, B., 2018. International Cooperation for Remote Laboratory Use. *Contributions to Higher Engineering Education* [en línea]. S.l.: Springer Singapore, pp. 1-31. [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-8917-6_1.
- ANDÚJAR MÁRQUEZ, J.M. y MATEO SANGUINO, T.J., 2010. Diseño de laboratorios virtuales y/o remotos. Un caso práctico. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial* [en línea], vol. 7, no. 1, [consulta: 6 julio 2023]. ISSN 16977920. DOI 10.4995/RIAI.2010.01.06. Disponible en: <https://polipapers.upv.es/index.php/RIAI/article/view/8507/8628>.
- ANGULAR, 2022. What is Angular? [en línea]. [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: <https://angular.io/guide/what-is-angular>.
- APACHE SOFTWARE FOUNDATION, 2023. Apache JMeter™. [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://jmeter.apache.org/>.
- ARDUINO UNO, 2022. ArduinoUNO.cl. [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://arduino.cl/arduino-uno/>.
- ARIAS GIRALDO, J.C., 2011. Sistema Robótico para el Mejoramiento del Material Didáctico Disponible en el Laboratorio de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Docente Guayaquil. [en línea]. S.l.: [consulta: 5 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/76>.
- ARIAS MUÑOZ, M.A., 2018. *Desarrollo de una aplicación web para la mejora del control de asistencia de personal en la Escuela Tecnológica Superior de la Universidad Nacional de Piura* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/2930>.

- ASRAF, H.M., DALILA, K.A.N., ZAKIAH, M.Y., AMAR FAIZ, Z.A. y NOORITAWATI, M.T., 2018. Computer assisted e-laboratory using LabVIEW and internet-of-things platform as teaching aids in the industrial instrumentation course. *International Journal of Online Engineering* [en línea], vol. 14, no. 12, [consulta: 14 febrero 2023]. ISSN 18612121. DOI 10.3991/ijoe.v14i12.8992. Disponible en: <https://online-journals.org/index.php/ijoe/article/view/8992/5348>.
- BELUPÚ-AMAYA, C., 2018. Desarrollo de una Plataforma Web bajo el Framework Spring de Java para Laboratorios Virtuales. [en línea], [consulta: 19 marzo 2023]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3924/MAS_IME_AUT_031.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- BHUTE, V.J., INGUVA, P., SHAH, U. y BRECHTELSBAUER, C., 2021. *Transforming traditional teaching laboratories for effective remote delivery—A review* [en línea]. 1 abril 2021. S.I.: Elsevier B.V. [consulta: 5 abril 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1749772821000087>.
- BLAS, M.J., 2013. Implementación de una Herramienta Cliente/Servidor para la Experimentación con Laboratorios Virtuales y Remotos. [en línea]. S.I.: Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/272088162>.
- BRITANNICA, T.E. of E., 2021. Encyclopedia Britannica. *client-server architecture* [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.britannica.com/technology/client-server-architecture>.
- CALDERÓN RUIZ, C.R. y INCA ORTIZ, P.J., 2019. Diseño e Implementación de un Entorno Virtual y Laboratorio Remoto para el Aprendizaje de la Cátedra de Teoría Electromagnética. [en línea]. S.I.: [consulta: 6 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5955>.
- CANAZA CHOQUE, F.A., 2020. Educación superior en la cuarentena global: disrupciones y transiciones Higher education in the global quarantine: disruptions and transitions. [en línea], ISSN 2223-2516. DOI 10.19083/ridu.2020.1315. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-1929-6054>.
- CASTRO ROJANO, Y.M. y GUITERREZ AHUMADA, A.C., 2017. Implementación de Prácticas de Laboratorio para Mejorar la Competencia Explicación de Fenómenos, en un Contexto Bilingüe. [en línea]. S.I.: [consulta: 4 junio 2023]. Disponible en: <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7669/130242.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CHACÓN RUGELES, R., 2002. La instrumentacion virtual en la enseñanza de la ingeniería electronica. [en línea], vol. 11, [consulta: 4 abril 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2973136>.
- CODECADEMY TEAM, 2022. Codecademy. *What Is an IDE?* [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.codecademy.com/article/what-is-an-ide>.
- DECRETO SUPREMO N° 008-2020-SA, 2020. Decreto Supremo que declara en emergencia sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario y dicta medidas de prevención y control del COVID-19 (11 de marzo de 2020). [en línea], [consulta: 17

mayo 2022]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-declara-en-emergencia-sanitaria-a-nivel-decreto-supremo-n-008-2020-sa-1863981-2/>.

- DÍAZ RUIZ, J.R., 2017. Efecto de la Práctica de Laboratorio Divergente y Formal en el Aprendizaje de Química General en la Academia Grupo de Estudios de la Pre de los Profesores, Cajamarca, Perú, 2017. [en línea]. S.l.: [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/406>.
- DORMIDO, S., SÁNCHEZ, J., VARGAS, H., DORMIDO-CANTO, S., DORMIDO, R., DURO, N., FARÍAS, G., CANTO, A., ESQUEMBRE, F., JUAN DEL ROSAL N°, C./ y 28040, P., 2007. Análisis, desarrollo y publicación de laboratorios virtuales y remotos para la enseñanza de la automática. [en línea]. S.l.: [consulta: 6 junio 2023]. Disponible en: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:815/EIWISA2007.pdf>.
- EVSTATIEV, B., GABROVSKA EVSTATIEVA, K., VOYNOHOVSKA, V. y BELOEV, I., 2019. *Web-Based Environment for Virtual Laboratories in the Field of Electrical Engineering* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 3 mayo 2023]. ISBN 9781728114132. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8771477>.
- FERNÁNDEZ PACHECO, A., MARTIN, S. y CASTRO, M., 2019. *Implementation of an Arduino Remote Laboratory with Raspberry Pi* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 5 marzo 2023]. ISBN 9781538695067. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8725030>.
- G. ZORRILLA, E., 2018. Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una Perspectiva Psicosocial. [en línea], [consulta: 2 abril 2023]. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/84028>.
- GLASOW, P.A., 2005. Fundamentals of Survey Research Methodology April 2005. [en línea]. S.l.: [consulta: 22 mayo 2023]. Disponible en: https://www.mitre.org/sites/default/files/pdf/05_0638.pdf.
- GRAFANA LABS, 2023. Grafana Cloud. [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://grafana.com/products/cloud/>.
- GROUT, I., 2017. Remote laboratories as a means to widen participation in STEM education. *Education Sciences* [en línea], vol. 7, no. 4, [consulta: 24 mayo 2023]. ISSN 22277102. DOI 10.3390/educsci7040085. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-7102/7/4/85>.
- HACK REACTOR, 2021. What is JavaScript used for? *What is JavaScript used for?* [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.hackreactor.com/blog/what-is-javascript-used-for>.
- HALILI, E.H., 2008. *Apache JMeter : a practical beginner's guide to automated testing and performance measurement for your websites* [en línea]. S.l.: Packt Pub. [consulta: 26 junio 2023]. ISBN 9781847192950. Disponible en: https://books.google.com.pe/books/about/Apache_JMeter.html?id=ISxjvgAACAAJ&redir_esc=y.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, maría del P., 2014. Metodología de la Investigación sexta edición. [en línea], [consulta: 10 noviembre

2022]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y MENDOZA TORRES, C.P., 2018. *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 21 diciembre 2022]. ISBN 9781456260965. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf.

HOLOPAINEN, M., 2021. Monitoring Container Environment with Prometheus and Grafana. [en línea]. S.l.: [consulta: 11 junio 2023]. Disponible en: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/497467/Holopainen_Matti.pdf?sequence=2.

IBM, 2023. IBM SPSS Statistics. [en línea]. [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>.

IBM CLOUD EDUCATION, 2020. Application Programming Interface (API). *Application Programming Interface (API)* [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.ibm.com/cloud/learn/api>.

IBM CORPORATION, 2021. Pruebas de rendimiento. [en línea]. [consulta: 19 julio 2023]. Disponible en: ibm.com/docs/es/rtw/9.0.0?topic=phases-performance-testing.

IQUIRA BECERRA, D.A., 2018. Implementación del Laboratorio Virtual Inmersivo Aplicado a la Enseñanza de Física Usando Técnicas de Gamification. [en línea]. S.l.: [consulta: 5 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/1683>.

JHONSON, D., 2021. A brief guide to webcams, and a comparison between standalone and built-in devices. [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.businessinsider.com/what-is-a-webcam>.

JIMENEZ MELO, D.S., 2020. Desarrollo laboratorio virtual de robótica, para el manipulador 4R de la Universidad EIA. [en línea]. S.l.: [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/entities/publication/d6a9cea9-cf4f-4145-a807-0171c46039ce>.

JURC, J., STERBAK, M. y KONTSEK, M., 2020. Virtual laboratories and their usage in university environment. *ICETA 2020 - 18th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings* [en línea]. S.l.: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp. 260-265. [consulta: 24 mayo 2023]. ISBN 9780738123660. DOI 10.1109/ICETA51985.2020.9379179. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9379179>.

KAPILAN, N., VIDHYA, P. y GAO, X.Z., 2021. Virtual Laboratory: A Boon to the Mechanical Engineering Education During Covid-19 Pandemic. *Higher Education for the Future* [en línea], vol. 8, no. 1, [consulta: 18 septiembre 2023]. ISSN 23485779. DOI 10.1177/2347631120970757. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2347631120970757>.

- KEIR THOMAS, E.R., ANDY CHANNELLE, T.P. y VUGT SANDER VAN, 2010. *Beginning Ubuntu Linux* [en línea]. S.l.: Apress. [consulta: 14 abril 2023]. ISBN 9781430230397. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4302-2000-8>.
- KOLLMORGEN EXPERTS, 2020. Kollmorgen. *How Servo Motors Work* [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: https://www.kollmorgen.com/en-us/blogs/_blog-in-motion/articles/how-servo-motors-work/.
- LÓPEZ, P.L., 2004. Problación Muestra y Muestreo. [en línea]. S.l.: [consulta: 3 noviembre 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012.
- LUCAS, H.C., 1971. Performance Evaluation and Monitoring. [en línea]. S.l.: [consulta: 5 julio 2023]. Disponible en: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/356589.356590>.
- MAR CORNELIO, O., GULÍN GONZÁLES, J. y SANTANA CHING, I., 2021. Sistema de Laboratorios Remoto para las prácticas de control de la carrera de Ingeniería en Automática Remote laboratory system for automatic engineering career control practices. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* [en línea], vol. 15, no. 2, ISSN 2227-1899. Disponible en: [http://rcci.uci.cuPág.77-95Editorial"EdicionesFuturo"](http://rcci.uci.cuPág.77-95Editorial)<https://orcid.org/0000-0002-0689-6341JorgeGulínGonzález1https://orcid.org/0000-0001-7912-2665IvánSantanaChing3https://orcid.org/0000-0001-5089-520X>.
- MARCOS VERONA, sandra, PÉREZ DÍAZ, Y., TORRES PÉREZ, L., DELGADO DAPENA, M.D. y YÁÑEZ MÁRQUEZ, C., 2016. PRUEBAS DE RENDIMIENTO A COMPONENTES DE SOFTWARE UTILIZANDO PROGRAMACIÓN ORIENTADA A ASPECTOS. [en línea], [consulta: 14 julio 2023]. ISSN 1815-5936. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000300006.
- MILENA, A., RUA, L., EUGENIO, Ó. y ALZATE, T., 2012. Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* [en línea]. S.l.: [consulta: 4 junio 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>.
- MONGODB, 2022. ¿Qué es MongoDB? [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.mongodb.com/es/what-is-mongodb>.
- MORALES CALERO, Y.A., 2019. Sistema Operativo para Robots (ROS): Aplicación en el Desarrollo de un Laboratorio Virtual para el Estudio de los Fundamentos de la Robótica Industrial. [en línea]. S.l.: [consulta: 2 junio 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/336876562.pdf>.
- MÜGGENBURG RODRÍGUEZ, M.C. y PÉREZ CABRERA, I., 2007. Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Revista Enfermería Universitaria ENEO-UNAM* [en línea]. S.l.: [consulta: 4 junio 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3587/358741821004.pdf>.
- NICOMEDES TEODORO, E.N., 2018. TIPOS DE INVESTIGACIÓN. [en línea]. S.l.: [consulta: 24 noviembre 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>.

- OPENJS FOUNDATION, 2023. About Node.js®. [en línea]. [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: <https://nodejs.org/en/about>.
- ORACLE, 2022a. What Is a Database? *What Is a Database?* [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.oracle.com/database/what-is-database/>.
- ORACLE, 2022b. What is IoT? [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.oracle.com/in/internet-of-things/what-is-iot/>.
- ORTIZ BELTRÁN, M.E., 2006. Desarrollo de un Laboratorio virtual Básico de Robótica Móvil con Tutor Inteligente. [en línea]. S.l.: [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/659?locale=de>.
- PARKHOMENKO, Anzhelika, PARKHOMENKO, Andriy, TABUNSHCHYK, G., HENKE, K. y DIETRICH WUTTKE, H., 2018. *The Remote Labs as an Effective Tool of Inclusive Engineering Education* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 25 junio 2023]. ISBN 9781538658819. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8365735>.
- PÉREZ WALTERO, H.E., 2014. Arquitectura de un Laboratorio Remoto Desde el Enfoque de la Formación de Ingenieros en EaD Architecture of A remote from A engineer trAining in De ApproAch. [en línea]. S.l.: [consulta: 5 junio 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8660076>.
- PRATAMA, L.A. y KUSTIJA, J., 2020. Design of Graphical User Interface (GUI) on IoT-based remote laboratory for Programmable Logic Controller (PLC) practicum and pneumatic simulation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. S.l.: Institute of Physics Publishing, [consulta: 4 julio 2023]. vol. 830. DOI 10.1088/1757-899X/830/4/042053. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/830/4/042053>.
- PROMETHEUS, 2023. OVERVIEW What is Prometheus? [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://prometheus.io/docs/introduction/overview/>.
- RESOLUCIÓN VICEMINISTERIAL N° 085-2020-MINEDU, 2020. Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario, en el marco de la emergencia sanitaria, a nivel nacional, dispuesta por el Decreto Supremo N° 008-2020-SA (01 de abril de 2020). [en línea], [consulta: 17 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minedu/normas-legales/466140-085-2020-minedu>.
- SHEPLEY, P., 2022. EasyTechJunkie. *What is a Robotic Arm?* [en línea]. [consulta: 4 julio 2023]. Disponible en: <https://www.easytechjunkie.com/what-is-a-robotic-arm.htm#:~:text=A%20robotic%20arm%20can%20be,similar%20to%20the%20human%20arm>.
- SPLASHTOP TEAM, 2023. ¿Qué es el acceso remoto? Conéctate a tu ordenador desde cualquier lugar. [en línea]. [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: <https://www.splashtop.com/es/blog/what-is-remote-access>.
- STOUCH LIGHTING STAFF, 2017. Stouch Lighting Staff. *Everything You Need To Know About LED Lighting* [en línea]. [consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.stouchlighting.com/blog/all-about-led-lighting-what-does-led-stand-for>.

- THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION, 2023. Apache Guacamole. [en línea]. [consulta: 5 julio 2023]. Disponible en: <https://guacamole.apache.org/>.
- TRIGAS GALLEGO, M., 2012. Metodología Scrum. [en línea]. S.l.: [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf>.
- VERNER, I.M., AHLGREN, D.J. y PACK D., 2004. Effective practices in robotics education. [en línea]. S.l.: Disponible en: <http://www.trincoll.edu/events/robot/>.
- VILLEGAS HERRERA, J.E., 2019. Desarrollo de un sistema IoT para la mejora de la seguridad ciudadana en una Smart City en el Perú. [en línea]. S.l.: [consulta: 25 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3250926>.
- WANG, L.Q. y REN, J., 2020. Strategies, practice and lessons learned from remote teaching of the general chemistry laboratory course at brown university. *Journal of Chemical Education* [en línea], vol. 97, no. 9, [consulta: 3 mayo 2023]. ISSN 19381328. DOI 10.1021/acs.jchemed.0c00746. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c00746>.
- ZABALJAUREGUI, M., RODRÍGUEZ, O., MAZZEO, H. y RAPALLINI, J., 2018. Diseño de una plataforma remota para desarrollo de prácticas de laboratorio. [en línea]. S.l.: [consulta: 4 junio 2023]. Disponible en: <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/6936/Dise%C3%B1o%20de%20una%20plataforma%20remota%20para%20desarrollo%20de%20practicas%20de%20laboratorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- ZAMORA MUSA, R., 2012. Laboratorios Remotos: Actualidad y Tendencias Futuras. *Scientia et Technica Año XVII* [en línea], vol. 51, [consulta: 6 julio 2023]. ISSN 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84923910017.pdf>.
- ZAPATA RIVERA, L.F., ARANZAZU SUESCUN, C. y LARRONDO PETRIE, M.M., 2020. Teacher training plan for engineering online laboratories composition. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology* [en línea]. S.l.: Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, [consulta: 24 junio 2023]. ISBN 9789585207141. DOI 10.18687/LACCEI2020.1.1.672. Disponible en: https://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/full_papers/FP672.pdf.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Variable independiente: Laboratorio virtual y remoto.	Interface que combina el acceso para simular equipos virtuales y la manipulación remota de equipos físicos (Belupú-Amaya 2018).	Aplicación web que permite a los usuarios realizar prácticas y actividades de laboratorio de manera virtual y remota, sin la necesidad de estar físicamente presentes en un laboratorio tradicional.	D1. Rendimiento de la aplicación web Las pruebas rendimiento en un producto de software tienen como finalidad monitorear la escalabilidad, fiabilidad y el uso de los recursos de hardware eficientemente, estas pruebas dan como resultado las medidas a tomar para mejorar la calidad del software (Marcos Verona et al. 2016) .	Prueba de carga	Herramienta de pruebas Apache JMeter
				Prueba de estabilidad	Herramienta de pruebas Apache JMeter
				Prueba de estrés	Herramienta de pruebas Apache JMeter
			D2. Performance del laboratorio remoto Un laboratorio remoto depende de una	Tiempo de actividad del servidor	Herramienta de monitoreo Prometheus y Grafana

			conexión TCP/IP por lo que evaluar la capacidad de respuesta del servidor hacia el cliente y el tiempo de actividad son indicadores críticos para garantizar un adecuado funcionamiento (Blas 2013).	Latencia y tiempo de respuesta	Herramienta de monitoreo Prometheus y Grafana.
Variable dependiente: Prácticas de robótica	Las prácticas de robótica son un enfoque altamente efectivo en la educación en ingeniería donde se adquieren una comprensión integral de los aspectos eléctricos, mecánicos e informáticos de la ingeniería, lo que fortalece sus habilidades en estas áreas profesionales (Verner, Ahlgren y Pack D. 2004).	La evaluación del conocimiento y destrezas adquiridas se realizará a través de la aplicación de un cuestionario a los estudiantes del curso de Robótica en la UNAMAD.	D1. Cognitivo (saber, conocer) Las prácticas de laboratorio promueven el aprendizaje de las ciencias debido a que le permite al estudiante confrontar la realidad con sus conocimientos. Las prácticas de laboratorio también son un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico (Milena et al. 2012).	Nivel de experiencia de aprendizaje virtual	¿El laboratorio virtual y remoto le proporciona funciones apropiadas para realizar sus prácticas de manera didáctica?
					¿El uso del laboratorio virtual y remoto es adecuado para el desarrollo de las prácticas de robótica?
					¿Consideras que las actividades propuestas en el laboratorio remoto ayudan a mejorar tu capacidad para

					programar y depurar código?
				Adaptabilidad	¿Los objetos en el ambiente virtual le facilitan realizar operaciones de entrenamiento para lograr el aprendizaje de la robótica en un menor tiempo?
			D2. Procedimental (saber hacer) Las prácticas son muy importantes en la formación de ingenieros. Las deficiencias en la formación de los estudiantes de ingeniería generan deficiencias en la calidad de los graduados debido a que las instituciones de educación superior presentan debilidades como: la falta de	Satisfacción del estudiante con la interacción en el laboratorio.	¿Cuál es su nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de reserva de horario para realizar actividades prácticas en el laboratorio virtual y remoto?
					¿Cuál es su grado de satisfacción sobre la calidad de imagen de los objetos en el desarrollo de las prácticas de robótica?

			presupuesto para adquirir el equipo, la falta de espacio para desplegar el equipo, los altos costos asociados con el mantenimiento y la operación (Zapata Rivera, Aranzazu Suescun y Larrondo Petrie 2020).		¿Es satisfactorio el acceso remoto al laboratorio virtual de robótica para desarrollar las prácticas?
					¿Las herramientas de la plataforma virtual proporcionan facilidad para el control y maniobrabilidad remota de los dispositivos físicos del laboratorio de robótica?
				Valoración de los materiales y recursos disponibles.	¿Los recursos disponibles en el laboratorio virtual y remoto permiten conocer y explorar los conceptos teóricos de manera satisfactoria?
					¿El material virtual disponible en la plataforma virtual es suficiente para

					realizar las prácticas manera efectiva?
				Tiempo dedicado a las prácticas de laboratorio.	¿El tiempo asignado para realizar las prácticas de robótica es adecuado para experimentar y aplicar los conceptos teóricos?

Anexo 2: Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE / DIMENSIONES / INDICADORES	METODOLOGÍA
General 1. ¿De qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en las prácticas de Robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios?	General Determinar de qué manera el laboratorio virtual y remoto influye las prácticas de Robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.	General 1. El laboratorio virtual y remoto mejorará significativamente las prácticas de robótica en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.	Variable independiente: Laboratorio virtual y remoto Dimensiones / Indicadores: D1. Rendimiento de la aplicación web 1. Prueba de carga. 2. Prueba de estabilidad.	Tipo: Aplicada Diseño: Pre experimental tipo pre y post prueba.

Específicos 1. ¿De qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en el proceso de aprendizaje cognitivo durante las prácticas de robótica? 2. ¿De qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en el proceso de aprendizaje procedimental durante las prácticas de robótica?	Específicos 1. Determinar de qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en el proceso de aprendizaje cognitivo durante las prácticas de robótica. 2. Determinar de qué manera el laboratorio virtual y remoto influye en el proceso de aprendizaje procedimental durante las prácticas de robótica.	Específicos 1. El laboratorio virtual y remoto mejorará significativamente el proceso de aprendizaje cognitivo durante las prácticas de robótica. 2. El laboratorio virtual y remoto mejorará significativamente el proceso de aprendizaje procedimental durante las prácticas de robótica.	3. Prueba de estrés. D2. Performance del laboratorio 1. Tiempo de actividad del servidor. 2. Latencia y tiempo de respuesta. Variable dependiente: Prácticas de robótica Dimensiones / Indicadores: D1. Cognitivo (saber, conocer) 1. Nivel de experiencia de aprendizaje virtual 2. Adaptabilidad D2. Procedimental (saber hacer) 1. Satisfacción del estudiante con la	Técnica de recolección de datos: Encuesta Instrumento: Cuestionario Población: Está conformado por los estudiantes del X semestre de la EPISI de la Facultad de Ingeniería-UNAMAD matriculados en el curso de Robótica.
---	---	---	---	---

			interacción en el laboratorio. 2. Valoración de los materiales y recursos disponibles. 3. Tiempo dedicado a las prácticas de laboratorio.	N = 21 estudiantes Muestra: n = 21 estudiantes
--	--	--	--	---

Anexo 3: Instrumento.

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA



CUESTIONARIO PRE TEST
APLICADO A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA PROFESIONAL DE
INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA

Se presenta un conjunto de preguntas para explorar la actitud de los estudiantes con el propósito de evaluar su punto de vista respecto al laboratorio de robótica de la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática. Por lo que se solicita marcar con una “X” en el casillero que corresponda, de acuerdo a la valoración que considere más apropiada a la realidad.

cognitivo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
¿El laboratorio de robótica le proporciona condiciones apropiadas para realizar sus prácticas de manera didáctica?					
¿El uso del laboratorio de robótica es adecuado para el desarrollo de					

las prácticas de robótica?					
¿Consideras que las actividades propuestas en el laboratorio de robótica ayudan a mejorar tu capacidad para programar y depurar código?					
¿Los materiales en laboratorio de robótica facilitan realizar las operaciones de entrenamiento para lograr el aprendizaje en un menor tiempo?					
Procedimental	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
¿Cuál es su nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de reserva de horario para realizar actividades					

prácticas en el laboratorio de robótica?					
¿Cuál es su grado de satisfacción sobre el uso de dispositivos en el desarrollo de las prácticas de robótica?					
¿Es satisfactorio el acceso al laboratorio de robótica para desarrollar las prácticas?					
¿Las herramientas y dispositivos del laboratorio de robótica son fáciles de controlar y maniobrar?					
¿Los recursos disponibles en el laboratorio de robótica permiten conocer y explorar los conceptos teóricos de manera satisfactoria?					

¿El material disponible en el laboratorio de robótica es suficiente para realizar las prácticas manera efectiva?					
¿El tiempo asignado para realizar las prácticas de robótica es adecuado para experimentar y aplicar los conceptos teóricos?					



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA**



CUESTIONARIO POST TEST

**APLICADO A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA PROFESIONAL DE
INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA**

Se presenta un conjunto de preguntas para explorar la actitud de los estudiantes con el propósito de evaluar su punto de vista respecto a la implementación del Laboratorio virtual y remoto en la enseñanza de la asignatura de Robótica. Por lo que se solicita marcar con una “X” en el casillero que corresponda, de acuerdo a la valoración que considere más apropiada a la realidad.

cognitivo	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
¿El laboratorio virtual y remoto le proporciona funciones apropiadas para realizar sus prácticas de manera didáctica?					
¿El uso del laboratorio virtual y remoto es adecuado para el					

desarrollo de las prácticas de robótica?					
¿Consideras que las actividades propuestas en el laboratorio remoto ayudan a mejorar tu capacidad para programar y depurar código?					
¿Los objetos en el ambiente virtual le facilitan realizar operaciones de entrenamiento para lograr el aprendizaje de la robótica en un menor tiempo?					
Procedimental	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
¿Cuál es su nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de reserva de horario para realizar					

actividades prácticas en el laboratorio virtual y remoto?					
¿Cuál es su grado de satisfacción sobre la calidad de imagen de los objetos en el desarrollo de las prácticas de robótica?					
¿Es satisfactorio el acceso remoto al laboratorio virtual de robótica para desarrollar las prácticas?					
¿Las herramientas de la plataforma virtual proporcionan facilidad para el control y maniobrabilidad remota de los dispositivos					

físicos del laboratorio de robótica?					
¿Los recursos disponibles en el laboratorio virtual y remoto permiten conocer y explorar los conceptos teóricos de manera satisfactoria?					
¿El material virtual disponible en la plataforma virtual es suficiente para realizar las prácticas manera efectiva?					
¿El tiempo asignado para realizar las prácticas de robótica es adecuado para experimentar y aplicar los					

conceptos teóricos?					
------------------------	--	--	--	--	--

Anexo 4: Solicitud de autorización para realización de estudio.



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
DECANATURA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"
 "Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"



Puerto Maldonado, 03 de Julio del 2023

Señor:
Mg. Dalmiro Ramos Enciso
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistema e Informática

Presente. -

SOLICITUD: Recabar información de los alumnos que hagan uso del laboratorio de robótica mediante una encuesta de Google forms.

Mediante la presente me dirijo a usted, con la finalidad de saludarle muy cordialmente y a su vez solicitarle autorización para recabar información sobre los alumnos que hagan uso del laboratorio de robótica, para poder desarrollar la tesis con título "**LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE ROBÓTICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS, 2022**".

Por lo cual el proyecto de tesis se realizará en el periodo académico 2023-I, donde se recabará información mediante una encuesta digital de Google forms a los alumnos que hacen uso del laboratorio de robótica de la carrera profesional de Ing. de Sistemas e Informática.

Sin otro particular, me suscribo de Usted, no sin antes expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

Br. Marilyn Pilar Rondan Carpio
 70674888

Br. Juan Manuel Delgado Marcos
 77344460

CARGO

Anexo 5: Solicitud de validación de instrumento.**CARTA DE PRESENTACIÓN**

Señor: Mg. Miguel Angel Alatriza Aguilar

Presente.-

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNAMAD, requerimos validar el instrumento con el cual recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación, y por la cual aspiramos al título Profesional de Ingenieros de Sistemas e Informatica.

El título de nuestra investigación es "**LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE ROBÓTICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS, 2022**" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar el instrumento en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en las variables comprendidas en mi investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Juan Manuel Delgado Marcos.



Marilyn Pilar Rondan Caprio.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Gleizer Greewich Panduro Vasquez

Presente.-

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNAMAD, requerimos validar el instrumento con el cual recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación, y por la cual aspiramos al título Profesional de Ingenieros de Sistemas e Informatica.

El título de nuestra investigación es **"LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE ROBÓTICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS, 2022"** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar el instrumento en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en las variables comprendidas en mi investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Juan Manuel Delgado Marcos.



Marilyn Pilar Rondan Caprio.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Luis Alberto Holgado Apaza

Presente.-

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNAMAD, requerimos validar el instrumento con el cual recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación, y por la cual aspiramos al título Profesional de Ingenieros de Sistemas e Informatica.

El título de nuestra investigación es **"LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE ROBÓTICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS, 2022"** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar el instrumento en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en las variables comprendidas en mi investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Juan Manuel Delgado Marcos.



Marilyn Pilar Rondan Caprio.

Anexo 6: Ficha de validación.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE 1: LABORATORIO REMOTO Y VIRTUAL

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Herramienta de pruebas Apache JMeter	☒		☒		☒		
	DIMENSIÓN 2: Performance del laboratorio remoto	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Herramienta de monitoreo Prometheus	☒		☒		☒		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE 2: PRÁCTICAS DE ROBÓTICA

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Cognitivo							
1	¿El laboratorio virtual y remoto le proporciona funciones apropiadas para realizar sus prácticas de manera didáctica?	☒		☒		☒		
2	¿El uso del laboratorio virtual y remoto es adecuado para el desarrollo de las prácticas de robótica?	☒		☒		☒		
3	¿Consideras que las actividades propuestas en el laboratorio remoto ayudan a mejorar tu capacidad para programar y depurar código?	☒		☒		☒		
4	¿Los objetos en el ambiente virtual le facilitan realizar operaciones de entrenamiento para lograr el aprendizaje de la robótica en un menor tiempo?	☒		☒		☒		
	DIMENSIÓN 2: Procedimental	Si	No	Si	No	Si	No	
5	¿Cuál es su nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de reserva de horario para realizar actividades prácticas en el laboratorio virtual y remoto?	☒		☒		☒		
6	¿Cuál es su grado de satisfacción sobre la calidad de imagen de los objetos en el desarrollo de las prácticas de robótica?	☒		☒		☒		
7	¿Es satisfactorio el acceso remoto al laboratorio virtual de robótica para desarrollar las prácticas?	☒		☒		☒		
8	¿Las herramientas de la plataforma virtual proporcionan facilidad para el control y maniobrabilidad remota de los dispositivos físicos del laboratorio de robótica?	☒		☒		☒		
9	¿Los recursos disponibles le permiten conocer y explorar los conceptos teóricos de manera satisfactoria?	☒		☒		☒		
10	¿El material virtual disponible en la plataforma virtual es suficiente para realizar las prácticas manera efectiva?	☒		☒		☒		
11	¿El tiempo asignado para realizar las prácticas de robótica es adecuado para experimentar y aplicar los conceptos teóricos?	☒		☒		☒		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Miguel Angel Alatriza Aguilar

DNI: 42536459

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE 1: LABORATORIO REMOTO Y VIRTUAL

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Herramienta de pruebas Apache JMeter	☒		☒		☒		
	DIMENSIÓN 2: Performance del laboratorio remoto	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Herramienta de monitoreo Prometheus	☒		☒		☒		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE 2: PRÁCTICAS DE ROBÓTICA

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Cognitivo							
1	¿El laboratorio virtual y remoto le proporciona funciones apropiadas para realizar sus prácticas de manera didáctica?	☒		☒		☒		
2	¿El uso del laboratorio virtual y remoto es adecuado para el desarrollo de las prácticas de robótica?	☒		☒		☒		
3	¿Consideras que las actividades propuestas en el laboratorio remoto ayudan a mejorar tu capacidad para programar y depurar código?	☒		☒		☒		
4	¿Los objetos en el ambiente virtual le facilitan realizar operaciones de entrenamiento para lograr el aprendizaje de la robótica en un menor tiempo?	☒		☒		☒		
	DIMENSIÓN 2: Procedimental	Si	No	Si	No	Si	No	
5	¿Cuál es su nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de reserva de horario para realizar actividades prácticas en el laboratorio virtual y remoto?	☒		☒		☒		
6	¿Cuál es su grado de satisfacción sobre la calidad de imagen de los objetos en el desarrollo de las prácticas de robótica?	☒		☒		☒		
7	¿Es satisfactorio el acceso remoto al laboratorio virtual de robótica para desarrollar las prácticas?	☒		☒		☒		
8	¿Las herramientas de la plataforma virtual proporcionan facilidad para el control y maniobrabilidad remota de los dispositivos físicos del laboratorio de robótica?	☒		☒		☒		
9	¿Los recursos disponibles le permiten conocer y explorar los conceptos teóricos de manera satisfactoria?	☒		☒		☒		
10	¿El material virtual disponible en la plataforma virtual es suficiente para realizar las prácticas manera efectiva?	☒		☒		☒		
11	¿El tiempo asignado para realizar las prácticas de robótica es adecuado para experimentar y aplicar los conceptos teóricos?	☒		☒		☒		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Gleizer Greewich Panduro Vasquez

DNI: 70756317

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE 1: LABORATORIO REMOTO Y VIRTUAL

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Herramienta de pruebas Apache JMeter	☒		☒		☒		
	DIMENSIÓN 2: Performance del laboratorio remoto	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Herramienta de monitoreo Prometheus	☒		☒		☒		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE 2: PRÁCTICAS DE ROBÓTICA

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Cognitivo							
1	¿El laboratorio virtual y remoto le proporciona funciones apropiadas para realizar sus prácticas de manera didáctica?	☒		☒		☒		
2	¿El uso del laboratorio virtual y remoto es adecuado para el desarrollo de las prácticas de robótica?	☒		☒		☒		
3	¿Consideras que las actividades propuestas en el laboratorio remoto ayudan a mejorar tu capacidad para programar y depurar código?	☒		☒		☒		
4	¿Los objetos en el ambiente virtual le facilitan realizar operaciones de entrenamiento para lograr el aprendizaje de la robótica en un menor tiempo?	☒		☒		☒		
	DIMENSIÓN 2: Procedimental	Si	No	Si	No	Si	No	
5	¿Cuál es su nivel de satisfacción sobre la disponibilidad de reserva de horario para realizar actividades prácticas en el laboratorio virtual y remoto?	☒		☒		☒		
6	¿Cuál es su grado de satisfacción sobre la calidad de imagen de los objetos en el desarrollo de las prácticas de robótica?	☒		☒		☒		
7	¿Es satisfactorio el acceso remoto al laboratorio virtual de robótica para desarrollar las prácticas?	☒		☒		☒		
8	¿Las herramientas de la plataforma virtual proporcionan facilidad para el control y maniobrabilidad remota de los dispositivos físicos del laboratorio de robótica?	☒		☒		☒		
9	¿Los recursos disponibles le permiten conocer y explorar los conceptos teóricos de manera satisfactoria?	☒		☒		☒		
10	¿El material virtual disponible en la plataforma virtual es suficiente para realizar las prácticas manera efectiva?	☒		☒		☒		
11	¿El tiempo asignado para realizar las prácticas de robótica es adecuado para experimentar y aplicar los conceptos teóricos?	☒		☒		☒		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Luis Alberto Holgado Apaza

DNI: 44076704

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto.

Anexo 7: Consentimiento informado.



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"
UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA



CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE, DIRECTOR DE ESCUELA DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA;

HACE CONSTAR:

Que los jóvenes: Br. MARILYN PILAR RONDAN CARPIO con DNI N° 70674888 y Br. JUAN MANUEL DELGADO MARCOS con DNI N° 77344460, realizaron las pruebas y encuestas de la aplicación web con los alumnos que hacen uso del laboratorio de robótica de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, referente a la Tesis Titulada **"LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE ROBÓTICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS, 2022"**

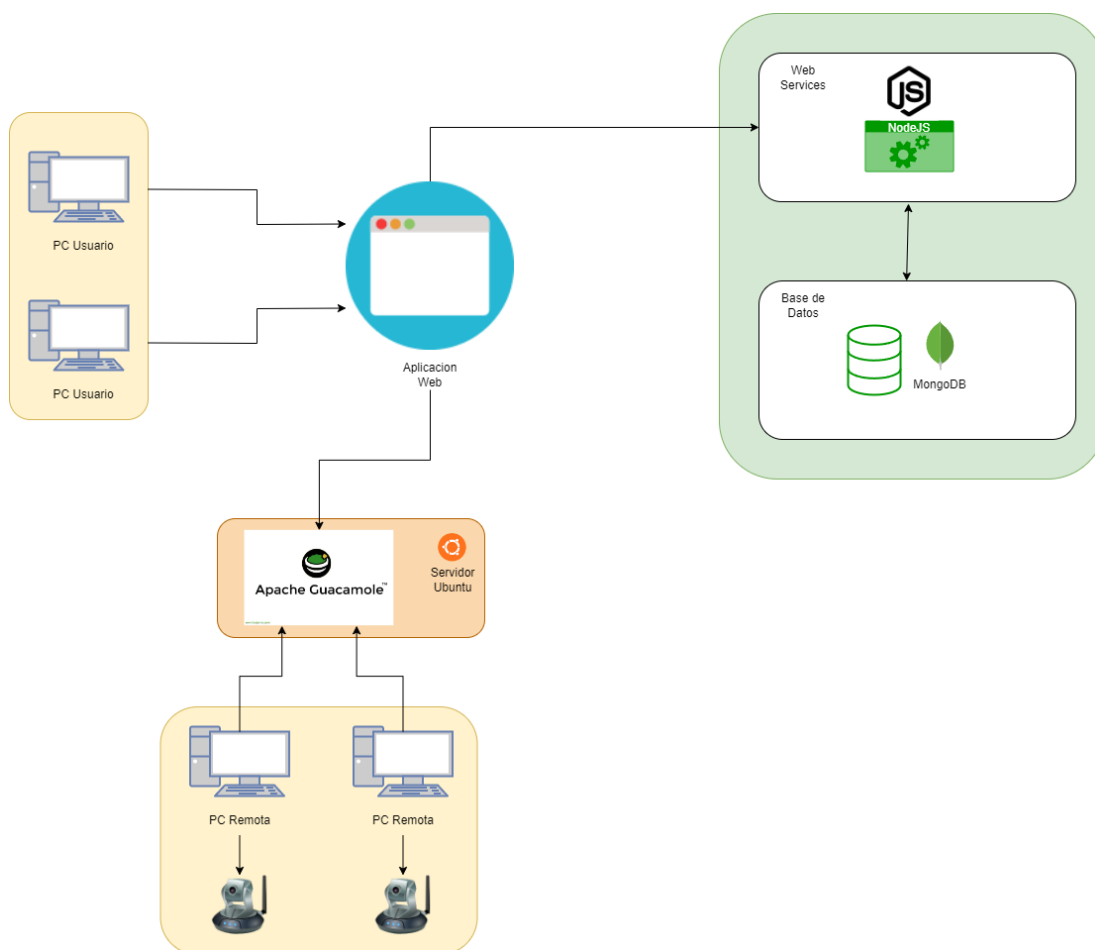
Se expide el presente documento, a solicitud de parte interesada para los fines pertinentes.

Puerto Maldonado, 17/07/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

Damiro Ramos Enciso
DIRECTOR

Anexo 8: Arquitectura del sistema.



Anexo 9: Especificación de casos de uso.

Actor: Profesor

Caso de Uso	CU1: Registrar usuario
Actor	Profesor
Precondiciones	El usuario se encuentra registrado en el sistema, ha iniciado sesión y se encuentra en la interface de gestión de usuarios.
Flujo Principal	1. MENÚ DE OPCIONES El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción “Usuarios”. 2. REGISTRAR USUARIO El usuario pulsa el botón agregar nuevo usuario e ingresa los datos solicitados.
Flujos alternativos	1. NO SE PUEDE REGISTRAR Del flujo principal REGISTRAR USUARIO. Si existe el Nro. De documento, el email, y el código ya existan no permitirá registrar el usuario.

Caso de Uso	CU2: Consultar usuario
Actor	Profesor
Precondiciones	El usuario se encuentra registrado en el sistema, ha iniciado sesión y se encuentra en la interface de gestión de usuarios.
Flujo Principal	1. MENÚ DE OPCIONES El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción “Usuarios”. 2. LISTAR USUARIOS El sistema muestra la lista de usuarios registrados en el sistema. 3. CONSULTAR USUARIO

	El usuario puede seleccionar un usuario de la lista para visualizar el detalle de su registro.
Flujos alternativos	1. NO HAY RESULTADOS Del flujo principal LISTAR USUARIOS. En caso de no existir usuarios registrados el sistema muestra una tabla vacía.
extensiones	1. MODIFICAR USUARIO Al consultar un usuario, se da la opción de modificar los datos del registro.

Caso de Uso	CU3: Crear programación
Actor	Profesor
Precondiciones	El usuario se encuentra registrado en el sistema, ha iniciado sesión y se encuentra en la interface de gestión de usuarios.
Flujo Principal	1. MENÚ DE OPCIONES El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción “Programación”. 2. LISTAR PROGRAMACIONES El usuario ingresa los datos de búsqueda que son la fecha de inicio, la fecha de fin y el turno para visualizar las programaciones creadas. 3. CREAR PROGRAMACIÓN El usuario pulsa el botón “agregar”, ingresa los datos solicitados y selecciona el turno para crear la programación. 4. CONSULTAR DETALLE DE PROGRAMACIÓN El usuario pulsa el botón de opciones que aparece en cada registro para visualizar los cupos generados para cada programación.
Flujos alternativos	1. NO HAY RESULTADOS Del flujo principal LISTAR PROGRAMACIONES. En caso de no existir programación para los filtros ingresados muestra una tabla vacía.

	2. NO SE PUEDE CREAR PROGRAMACIÓN Del flujo principal CREAR PROGRAMACIÓN. El sistema realiza una validación verificando si existe una programación en el rango de fechas indicado, de existir una programación no permite realizar el registro.
--	---

Actor: Profesor y estudiante.

Caso de Uso	CU1: Editar perfil
Actor	Profesor, Estudiante
Precondiciones	El usuario se encuentra registrado en el sistema, ha iniciado sesión y se encuentra en la interface de gestión de usuarios.
Flujo Principal	1. MENÚ DE OPCIONES El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción "Perfil". 2. MODIFICAR DATOS El usuario verifica sus datos y tiene la opción de modificarlos.
Flujos alternativos	1. NO SE PUEDE MODIFICAR Del flujo principal MODIFICAR DATOS. El sistema realiza una validación verificando que se ingresen los datos obligatorios, en caso no se ingresen el sistema lanzara un mensaje indicando que se completen los campos.

Caso de Uso	CU2: Reservar aula
Actor	Profesor, Estudiante
Precondiciones	El usuario se encuentra registrado en el sistema, ha iniciado sesión y se encuentra en la interface de gestión de usuarios.

Flujo Principal	1. MENÚ DE OPCIONES El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción “Reservas”. 2. LISTAR CUPOS El usuario ingresa la fecha deseada para obtener la lista de cupos disponibles. 3. REGISTRAR RESERVA El usuario selecciona un cupo disponible para realizar una reserva.
Flujos alternativos	1. NO SE PUEDE LISTAR Del flujo principal LISTAR CUPOS. El sistema valida que la fecha ingresada no sea anterior a la actual, en caso de ingresar una fecha anterior el sistema lanza una alerta indicando que no se puede realizar búsquedas con fechas anteriores. 2. NO SE PUEDE REGISTRAR Del flujo principal REGISTRAR RESERVA. Si el usuario intenta realizar más de una reserva el mismo día, el sistema lanza una alerta indicando que solo se puede realizar una reserva por día.
Inclusiones	1. SELECCIONAR CUPO Para poder realizar una reserva es necesario seleccionar un cupo disponible.

Caso de Uso	CU3: Acceder al aula virtual
Actor	Profesor, Estudiante
Precondiciones	El usuario se encuentra registrado en el sistema, ha iniciado sesión y se encuentra en la interface de gestión de usuarios.
Flujo Principal	1. MENÚ DE OPCIONES El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción “Aula virtual”. 2. LISTA DE ACTIVIDADES

	Cuando el usuario ingresa al “aula virtual”, el sistema le muestra una especie de menú con las actividades que están disponibles para adquirir el conocimiento teórico y realizar las simulaciones.
Extensiones	1. VER SIMULACIÓN Cuando el usuario selecciona un de los ejercicios disponibles, tiene la posibilidad de realizar la simulación del circuito presentado en cada ejercicio.

Caso de Uso	CU4: Acceder al aula remota
Actor	Profesor, Estudiante
Precondiciones	El usuario se encuentra registrado en el sistema, ha iniciado sesión y se encuentra en la interface de gestión de usuarios.
Flujo Principal	1. MENÚ DE OPCIONES El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción “Aula remota”. 2. LISTAR RESERVAS Al ingresar al aula remota el sistema muestra las reservas disponibles por alumno. 3. EMPEZAR AULA REMOTA El usuario identifica el aula que se encuentra activa y pulsa el botón empezar para acceder al aula remota. 4. INGRESAR AL AULA REMOTA El aula remota es una conexión a un servidor remoto externo que le solicita al usuario unas credenciales para iniciar sesión.
Flujos alternativos	1. NO HAY AULAS ACTIVAS Del flujo principal EMPEZAR AULA REMOTA. El sistema muestra una lista de cupos que se activan de acuerdo a la hora, si ninguna reserva cumple con el criterio no se podrá empezar el aula remota. 2. INTERACCIÓN CON AULA REMOTA

	Del flujo principal INGRESAR AL AULA REMOTA. Si el usuario ingresa las credenciales equivocadas, el sistema rechaza la conexión del usuario. 3. TIEMPO CADUCADO Del flujo principal INGRESAR AL AULA REMOTA. El sistema tiene un temporizados que va desde la hora de inicio a la hora final de la reserva, en caso acabe el tiempo el sistema expulsa al usuario del aula remota.
--	---

Anexo 10: Panel fotográfico.



Foto 1: Los estudiantes respondiendo el cuestionario.

Fuente: Elaboración propia.

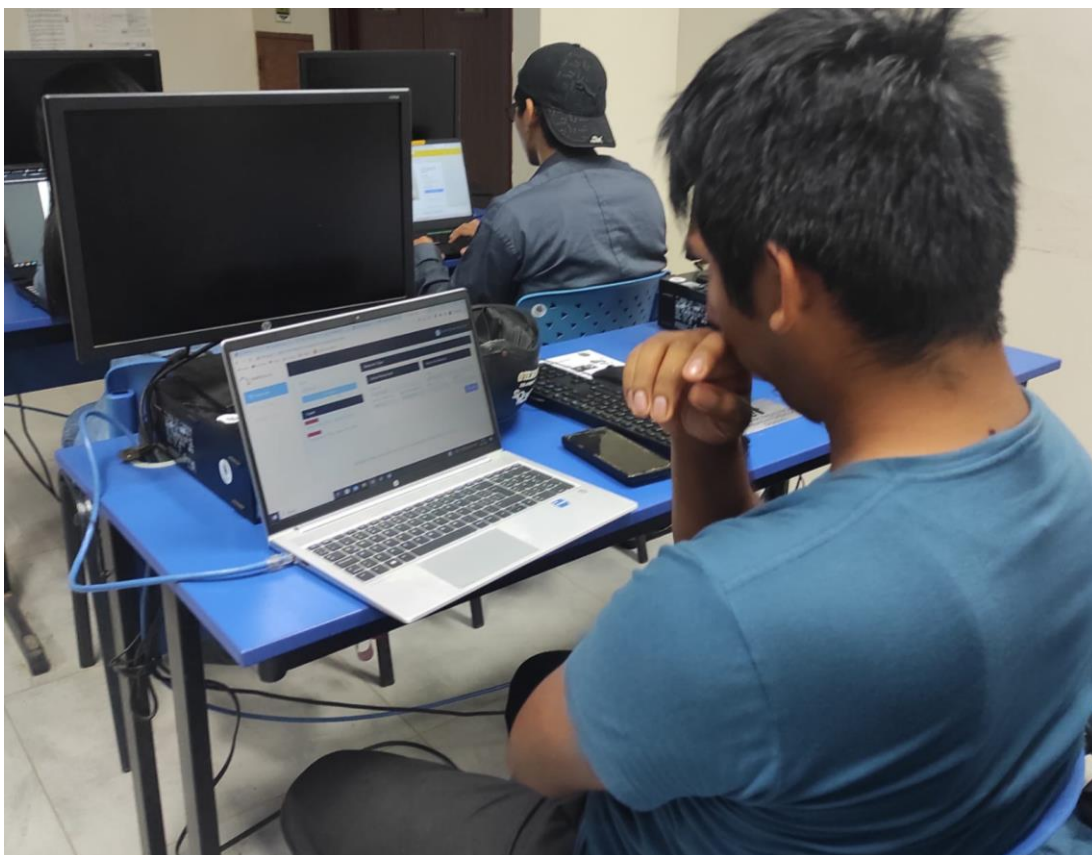


Foto 2: Los estudiantes interactuando con el aplicativo web.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 3: Demostrando el funcionamiento del laboratorio remoto a los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.