



TESIS

Universidad La Salle Noroeste

"Desarrollo de una plataforma para estudiantes del área de la salud que utilice la instrumentación virtual como complemento en su formación educativa"

Que para obtener el título de
Licenciatura en Ingeniería Biomédica

*con Reconocimiento de Validez Oficial No. 2007740
de 19 de octubre de 2007*

presentan:

**Ángel Francisco Arvizu Hernández,
Mario Alberto García Domínguez,
Jesús Francisco Soto Gaxiola**

*Director de Contenido
Ricardo Manuel Vega Borbón*

José Luis Arroyo Anderson

Ciudad Obregón, Sonora, México; abril 2025

ULSA – Biblioteca
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDS) de los Estados Unidos Mexicanos (México)

El uso para la reproducción parcial o total del contenido que sea objeto de protección de derechos de autor, se restringe para fines educativos e informativos, citando la fuente de donde se obtuvo y sus autores.

Sanciones pueden resultar aplicables en caso de lucro, reproducción, edición o modificación, sin la autorización del titular de los derechos.

Agradecimientos

A mi madre, cuyo amor y apoyo incondicional han sido la base de mis logros. Mamá, tu sacrificio, paciencia y fe en mí, incluso cuando yo dudé, han sido el mayor regalo que Dios me ha dado. Gracias por estar en cada paso y enseñarme que con determinación no hay barreras imposibles. Todo lo que soy y seré, te lo debo a ti.

A mis amigos, especialmente a Antonio, Mario y Jesús Soto, por su apoyo incondicional, sus consejos y por estar siempre ahí para impulsarme cuando más lo he necesitado. Antonio, hermano, gracias por ser mi mejor amigo y por caminar a mi lado en este viaje, ayudándome a transformar nuestros sueños en realidades. Mario, tu compañía y empuje constante han sido fundamentales en mi crecimiento. Jesús, gracias por las risas y por enseñarme a ver la vida y la carrera con una perspectiva más hermosa. Tenerlos a ustedes es un recordatorio de que Dios me ha bendecido con personas valiosas que me dan fuerza para seguir adelante. Gracias por ser mi refugio, mi impulso y la base sobre la cual construyo mi futuro.

Dedicatoria

A mis primitos Rafael y Cecilia, cuya alegría y ternura han iluminado mis días más difíciles, recordándome la importancia de disfrutar cada momento y enseñándome, sin saberlo, que siempre hay razones para sonreír. A mi hermano Diego, quien ve en mí un ejemplo y me motiva a superarme cada día. Esta tesis y el trabajo que hay detrás están dedicados a ellos, porque deseo guiarlos y motivar su crecimiento, apoyándolos siempre en el camino para que alcancen sus sueños con confianza en su talento y determinación.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento por formar parte de este proceso, por ser mi apoyo y mi impulso en cada desafío. Este logro no es solo mío, sino de todos los que me han acompañado y han creído en mí. Este trabajo es para ustedes, porque son una parte fundamental de mi vida y mi mayor inspiración. Con todo mi cariño y gratitud.

- Ángel Francisco Arvizu Hernández

Agradecimientos

A mi madre, Carolina, que siempre ha sido un ejemplo de superación y motivo para seguir esforzándome y dando lo mejor de mí en todo lo que me propongo. A mi novia, Rocío, por siempre apoyarme y ser mi acompañante en cualquier momento, tan bueno o malo, siempre mostrándome un apoyo incondicional y un espacio seguro cuando lo he necesitado.

A mis maestros, especialmente a aquel al que hoy tengo el gusto de llamar mi amigo, Ricardo Vega, mi director de contenido y una pieza clave en mi formación profesional.

A mis compañeros Jesús Soto y Ángel Arvizu, quienes en el camino demostraron ser un fuerte apoyo y por quienes, sin duda, este proceso ha valido más la pena. Su amistad es, sin dudarlo, una de las cosas más valiosas que mi trayecto universitario me dejó.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi padre, Mario Alberto García Torres, quien, aunque ya no esté en vida, sus enseñanzas y valores han influido en el hombre que soy hoy en día. Su recuerdo me acompaña diariamente.

Atentamente,

Mario Alberto García Domínguez

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad La Salle Noroeste por brindarme la oportunidad de desarrollar mis estudios y crear relaciones estrechas que perdurarán durante todo mi desarrollo profesional. A mis maestros por ejercer tan importante labor y servicio a la comunidad, formando a las próximas generaciones que representarán el futuro de nuestra sociedad. Quiero reconocer el apoyo del Ing. José Luis Arroyo quién fue guía durante todo mi proceso formativo, así como mi asesor metodológico para este proyecto. A mi maestro, el Ing. Ricardo Manuel Vega el cual tengo el honor de también llamarlo amigo, quien aceptó ser parte de este proyecto como director de contenido.

A mis amigos y compañeros los cuales hicieron mi estadía educativa mucho más placentera dándome ánimos dentro y fuera de las aulas de clase, ya sea desde los talleres de electrónica, así como en los talleres de teatro. Agradezco sobre todo a mis colegas, el Ing. Ángel Arvizu e Ing. Mario García los cuales fueron mi soporte tanto en el desarrollo de la carrera como en la elaboración de esta tesis, la cual sirve como prueba del fuerte lazo de amistad que hemos creado durante estos años de formación.

A las mujeres que siempre me dan la mano en mi caminar, mi novia Damari Figueroa quien me apoya en cualquiera de mis proyectos, mis hermanas Daniela Soto y Karla Soto mis compañeras de vida las cuales me inspiran a ser un mejor ser humano, por su amor e infinita paciencia. A mis primas y tías que siempre han estado presentes para brindarme su cariño y consejo. Quiero hacer una mención especial a mi tía Linda Soto quien me aceptó en su casa, me formó, me preparó sus comidas y me hace sentir amado como si fuera otro de sus hijos, su ejemplo y dedicación es parte fundamental de lo que define mi persona.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres Haydee Gaxiola Cota y Jesús Francisco Soto García, mis máximos maestros, consejeros, compañeros y amigos, quienes me llenan de amor y orgullo, prometo estar siempre a la altura de sus nombres. Ustedes son mi mayor ejemplo e inspiración. No puedo obtener un título más digno que ser reconocido como su hijo, el reflejo de su amor y dedicación es el hombre en el que me he convertido.

- Jesús Francisco Soto Gaxiola

Índice

Índice	v
Índice de figuras	viii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivos generales y específicos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivo específicos	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitaciones y limitaciones	5
1.5.1 Delimitaciones	5
1.5.2 Limitaciones	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Instrumentación virtual.....	7
2.1.1 ¿Qué es un instrumento virtual?	8
2.1.2 Instrumentación virtual en la educación	8
2.2 Plataformas educativas de salud	10
2.2.1 Diseño de una plataforma virtual.....	11
2.3 Técnicas de programación	11
2.3.1 Aplicaciones biomédicas	12
2.3.2 Herramientas de análisis y procesamiento de datos	12
2.4 Teoría de los signos vitales.....	13
2.4.1 Teoría de la fiabilidad y validez.....	14
2.4.2 Módulos	15
2.4.3 Parámetros de la señal ECG.....	17
2.5 Consideraciones en la plataforma.....	17
2.5.1 Evaluación y retroalimentación en la educación médica	17
2.5.2 Consideraciones éticas y legales.....	17
2.5.3 Personalización del aprendizaje	18
CAPÍTULO III. MÉTODO	19
3.1 Tipo de investigación	19
3.2 Variables de estudio	21

3.3 Sujeto u objeto de estudio.....	21
3.4 Métodos e instrumentos.....	22
3.5 Procedimiento	23
P1. Encuestas diagnósticas.....	23
P2. Interpretación de resultados.....	24
P3. Desarrollo y validación de cuestionarios.	25
P4. Desarrollo de simulaciones.	25
P5. Documentación y recursos digitales.	26
P6. Plataforma en la nube.....	27
P7. Evaluación de interfaz.....	28
P8. Evaluación final.....	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	30
4.1 Desarrollo del procedimiento	30
4.1.1 Encuestas diagnósticas.....	31
4.1.2 Interpretación de resultados.....	43
4.1.3 Desarrollo y validación de cuestionarios.....	47
4.1.4 Desarrollo de simulaciones.	53
4.1.5 Documentación y recursos digitales	78
4.1.6 Plataforma en la nube	79
4.1.7 Evaluación de interfaz	82
4.1.8. Evaluación final	93
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
Bibliografía	103
Anexos	107
Anexo 1. Encuesta inicial a estudiantes.....	107
Anexo 2. Prueba de simulación	108
Anexo 3. Prueba de funcionamiento con experto.....	109
Anexo 4. Formato de documentación de equipo médico	110
Anexo 5. Solicitud para desarrollar el proyecto en plataforma Moodle	112
Anexo 6. Lista de comprobación modalidades en plataforma.....	113
Anexo 7. Porcentaje de asignaturas	115
Anexo 8. Encuesta a estudiantes – Interfaz intuitiva.....	117
Anexo 9. Encuesta de satisfacción.....	119

Anexo 10. Fórmula estadística para poblaciones finitas.....	120
Anexo 11. Cuestionarios de anatomía y fisiología	121
Anexo 12. Manual de desfibrilador	127

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplo ECG. Elaboración propia	12
Figura 2. Ejemplo monitor de signos vitales. Elaboración propia.....	14
Figura 3. Módulo AD8232. Anggrek. (s.f.). Kit de sensor de ECG de módulo AD8232. Walmart México. Recuperado de https://www.walmart.com.mx/ip/electricidad/kit-de-sensor-de-ecg-de-modulo-ad8232-instalacion-pequena-y-sencilla-modulo-ad8232-material-de-pcb-de-alta-sensibilidad-para-monitoreo-remoto-de-salud-anggrek-otros/00620563939700	16
Figura 4. Módulo MAX30100. Walfront. (s.f.). Módulo de Sensor de Oxímetro de Frecuencia Cardíaca MAX30100. Recuperado de https://www.amazon.com.mx/Desarrollo-Ox%C3%ADmetros-Dispositivos-Auxiliares-Monitorizaci%C3%B3n/dp/B078M67D5N	16
Figura 5. Plan de estudios de Ingeniería Biomédica. Recuperado de: Universidad La Salle Noroeste. (s.f.). Ingeniería Biomédica. Recuperado de: https://www.lasallenoroeste.edu.mx/licenciaturas/ingenieria-biomedica/	31
Figura 6. Divisiones de plan de estudios. Elaboración propia	32
Figura 7. Cuestionario (vista google Forms). Elaboración propia.....	35
Figura 8. Capturas, comunicación por encuesta. Elaboración propia.	36
Figura 9. Resultado pregunta 1, encuesta 1. Elaboración propia	38
Figura 10. Resultado pregunta 2, encuesta 1. Elaboración propia	38
Figura 11. Resultado pregunta 3, encuesta 1. Elaboración propia.....	39
Figura 12. Resultado pregunta 8, encuesta 1. Elaboración propia	42
Figura 13. Mapa mental de conclusiones de necesidades. Elaboración propia	44
Figura 14. Necesidades captadas. Elaboración propia.....	44
Figura 15. Intersecciones. Elaboración propia	45
Figura 16. Requerimientos simulación de equipos. Elaboración propia.....	55
Figura 17. Diseño simulación de equipos. Elaboración propia.....	56
Figura 18. Diseño (2) simulación de equipos. Elaboración propia	56
Figura 19. Requerimientos simulación de circuitos. Elaboración propia	57
Figura 20. Diseño de simulación de circuitos. Elaboración propia	58
Figura 21. Diseño (2) de simulación de circuitos. Elaboración propia.....	58
Figura 22. Requerimientos de simulación de MSV. Elaboración propia	59
Figura 23. Diseño de simulador de MSV. Elaboración propia	60
Figura 24. Diseño de cubierta de módulos de MSV. Elaboración propia	60

Figura 25. Requerimientos de simulación de señales ECG. Elaboración propia	61
Figura 26. Diagrama de bloques de librería Biomedical Tool. Elaboración propia ...	61
Figura 27. Diseño de simulador de señal ECG. Elaboración propia	62
Figura 28. Diseño (2) de simulador de señal ECG. Elaboración propia	62
Figura 29. Inicio de interfaz (Sim. Equipo médico). Elaboración propia	63
Figura 30. Explicación (Sim. Equipo médico). Elaboración propia	63
Figura 31. Diagrama de bloques (Sim. Equipo médico). Elaboración propia	64
Figura 32. Interfaz (Sim. Circuito eléctrico). Elaboración propia	65
Figura 33. Interfaz proyecta resultado (Sim. Circuito eléctrico). Elaboración propia	65
Figura 34. Diagrama de bloques (Sim. Circuito eléctrico). Elaboración propia.....	66
Figura 35. Interfaz (Sim. Monitor de signos vitales). Elaboración propia	67
Figura 36. Implementación de módulos en caja. Elaboración propia.....	67
Figura 37. Diagrama de bloques (Sim. Monitor de signos vitales). Elaboración propia	68
Figura 38. Interfaz (Sim. Señales ECG). Elaboración propia	69
Figura 39. Diagrama de bloques (Sim. Señales ECG). Elaboración propia.....	69
Figura 55. Interacción de estudiantes con la plataforma. Elaboración propia	83
Figura 56. Cuestionario de interfaz en Google Forms. Elaboración propia.....	84
Figura 57. Resultado pregunta 1, encuesta 2. Elaboración propia.....	86
Figura 58. Resultado pregunta 2, encuesta 2. Elaboración propia.....	86
Figura 59. Resultado pregunta 3, encuesta 2. Elaboración propia.....	86
Figura 60. Resultado pregunta 4, encuesta 2. Elaboración propia.....	87
Figura 61. Resultado pregunta 5, encuesta 2. Elaboración propia.....	87
Figura 62. Resultado pregunta 6, encuesta 2. Elaboración propia.....	87
Figura 63. Resultado pregunta 7, encuesta 2. Elaboración propia.....	88
Figura 64. Resultado pregunta 8, encuesta 2. Elaboración propia.....	89
Figura 65. Resultado pregunta 9, encuesta 2. Elaboración propia.....	89
Figura 66. Resultado pregunta 10, encuesta 2. Elaboración propia	89
Figura 67. Resultado pregunta 11, encuesta 2. Elaboración propia	90
Figura 68. Resultado pregunta 12, encuesta 2. Elaboración propia	91
Figura 69. Resultado pregunta 13, encuesta 2. Elaboración propia	91
Figura 70. Resultado pregunta 14, encuesta 2. Elaboración propia	91
Figura 71. Encuesta de satisfacción en Google Forms. Elaboración propia	94

Figura 72. Resultado pregunta 1, encuesta final. Elaboración propia	95
Figura 73. Resultado pregunta 2, encuesta final. Elaboración propia	95
Figura 74. Resultado pregunta 3, encuesta final. Elaboración propia	96
Figura 75. Resultado pregunta 4, encuesta final. Elaboración propia	97
Figura 76. Resultado pregunta 6, encuesta final. Elaboración propia	98
Figura 77. Fórmula estadística para poblaciones finitas. Universidad Autónoma de Madrid. (n.f.). Instrumentos Estadísticos Avanzados. Facultad Ciencias Económicas y Empresariales. Recuperado de: https://estadistica.net/OPOSICION-ESTADISTICOS/finitas.pdf	120
Tabla 1. Variables de estudio. Elaboración propia.....	21
Tabla 2. Asignaturas por bloques. Elaboración propia	32
Tabla 3. Resultado pregunta 5, encuesta 1. Elaboración propia.....	39
Tabla 4. Resultado pregunta 6, encuesta 1. Elaboración propia	40
Tabla 5. Resultado pregunta 7, encuesta 1. Elaboración propia	41
Tabla 6. Detección de necesidades. Elaboración propia	43
Tabla 7. Propuestas de solución. Elaboración propia.....	46
Tabla 8. Temas para cuestionarios de Anatomía y Fisiología. Elaboración propia..	47
Tabla 9. Propuestas de simulación.....	53
Tabla 11. Lista de comprobación de cuestionarios. Elaboración propia.....	79
Tabla 12. Lista de comprobación de simulaciones. Elaboración propia.....	79
Tabla 13. Lista de comprobación de documentación. Elaboración propia.....	80
Tabla 14. Lista de comprobación de asignaturas en plataforma. Elaboración propia	81
Tabla 15. Materias más mencionadas por los estudiantes. Elaboración propia	82
Tabla 16. Justificación de resultados pregunta 7, encuesta 2. Elaboración propia	88
Tabla 17. Justificación de resultados pregunta 10, encuesta 2. Elaboración propia	90
Tabla 18. Justificación de resultados pregunta 14, encuesta 2. Elaboración propia	92
Tabla 19. Comentarios y sugerencias generales, encuesta 2. Elaboración propia .	92
Tabla 20. Justificación de resultados pregunta 1, encuesta final. Elaboración propia	95
Tabla 21. Justificación de resultados pregunta 2, encuesta final. Elaboración propia	96

Tabla 22. Justificación de resultados pregunta 3, encuesta final. Elaboración propia	96
Tabla 23. Respuesta pregunta 5, encuesta final. Elaboración propia.....	97
Tabla 24. Justificación de resultados pregunta 6, encuesta final. Elaboración propia	98
Tabla 25. Respuesta pregunta 7, encuesta final. Elaboración propia.....	98
Tabla 26. Respuesta pregunta 8, encuesta final. Elaboración propia	99
Tabla 27. Sugerencias y opiniones generales, encuesta final. Elaboración propia.	99

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Durante este capítulo se presentará el panorama general para el diseño y desarrollo de una plataforma educativa para estudiantes del área de la salud. Este capítulo abordará desde los antecedentes, planteamiento del problema hasta los objetivos y alcances de este proceso de investigación.

1.1 Antecedentes

La educación en el campo de la salud requiere de enseñar conocimientos teóricos y prácticos que permitan a los estudiantes tener la certeza de cómo aplicar estos conceptos en situaciones reales y resolver las problemáticas laborales del día a día. No obstante, se especula que en México no se aprovecha al máximo la tecnología que pudiese ser una herramienta valiosa para la formación de los futuros profesionales de la salud.

De acuerdo con información divulgada por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (inee, 2019, págs. 10-22), numerosas universidades en México lidian con problemas tecnológicos que afectan directamente la calidad de la educación. Añadiendo a esto, la Secretaría de Educación Pública ha resaltado la relevancia de modernizar los métodos de enseñanza mediante la aplicación de tecnologías digitales, especialmente en áreas esenciales como la salud "Para atajar las causas de raíz será necesario fortalecer la colaboración con el sector productivo y el vínculo entre la educación, la ciencia y la tecnología (Secretaría de educación pública, 2019).

Hoy en día, compañías tecnológicas como Apple ofrecen herramientas tecnológicas que transforman el modo en que la tecnología se incorpora en la vida diaria, con productos como "Apple Vision Pro", que incorporan recursos digitales al mundo real a través de hologramas. La constante incorporación de la tecnología en la vida diaria evidencia algo que también se manifiesta en el sector educativo. Las plataformas educativas en línea como EDUTEKA proporcionan un acceso sin restricciones al aprendizaje, posibilitan la valoración de las fortalezas y debilidades de los alumnos, y muestran contenidos de forma estimulante.

La Universidad La Salle Noroeste, casa de estudios donde se desarrollará esta investigación, no está exenta de tener que adaptarse constantemente al cambio tecnológico, donde la falta de equipos especializados y recursos tecnológicos pudieran ser un factor que limite la educación práctica de áreas fundamentales como fisiología, anatomía y dispositivos biomédicos, por mencionar algunos.

Por esta razón, se nota un interés creciente en la creación de plataformas digitales que ofrecen contenido de alta calidad ajustado a las demandas del alumno contemporáneo. La tendencia tecnológica del siglo XXI se orienta cada vez más hacia la incorporación de tecnologías como la IA generativa, la robótica impulsada por IA, la computación cuántica y las tecnologías sostenibles. Entre estas tecnologías, la IA es el ente protagónico ya que se extiende a múltiples áreas y maneras, desde la visión artificial o sistemas de recomendación (auraquant, s.f.)

Los simuladores en los centros educativos de educación superior permiten a los alumnos desarrollar competencias integrales ya que se evalúan en escenarios críticos con una fuerte alineación hacia los retos que enfrentarán en la vida real. "La simulación de procesos y escenarios es una excelente aliada para los estudiantes y los docentes en todas las áreas académicas de tu institución." (Pearson, 2024).

1.2 Planteamiento del problema

La formación práctica de los estudiantes de ingeniería biomédica en la Universidad La Salle Noroeste está limitada por la falta de acceso a equipos médicos y recursos técnicos profesionales. Esta deficiencia dificulta la comprensión de conceptos complejos relacionados con la fisiología humana y el funcionamiento de equipos médicos, afectando el desarrollo de habilidades prácticas necesarias para la actividad profesional. El problema no es exclusivo de esta escuela, ya que muchas universidades mexicanas pudieran enfrentar restricciones similares.

Las carreras médicas se han caracterizado desde generaciones pasadas y en diferentes culturas como algunas de las más complejas en el desarrollo técnico y práctico para los estudiantes, por su elevado contenido teórico, las extensas pruebas tanto profesionales como de estudio, así como la amplia gama de materias y las horas de inversión necesarias para entender procesos fisiológicos y anatómicos.

De acuerdo con los resultados de (Dyrbye, Thomas, & Shanafelt, 2006) los estudiantes de medicina enfrentan altos niveles de exigencia académica y emocional debido a la carga de trabajo, la dificultad del contenido y la presión constante por el rendimiento, lo que coloca a estas disciplinas entre las más desafiantes a nivel universitario.

La educación tradicional, centrada en la enseñanza de saberes teóricos, ha recibido críticas debido a su insuficiente preparación para capacitar a los estudiantes para enfrentar los desafíos reales de la industria de la salud, lo que ha resultado en una práctica praxis frágil y desorganizada.

Esta tesis busca generar un espacio virtual que promueva la enseñanza a través de recursos de fácil acceso para los estudiantes del área de la salud, para que futuras generaciones de biomédicos en mancuerna con otros miembros del área de la salud, puedan sumar modalidades, así como nuevas herramientas de instrumentación virtual, para nutrir una plataforma educativa destinada a estudiantes de medicina, fisioterapia, ingeniería biomédica y nutrición. En la tesis se buscará responder a la pregunta ¿De qué manera se podría mejorar la experiencia educativa para estudiantes del área de la salud de la Universidad La Salle Noroeste?

1.3 Objetivos generales y específicos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar una plataforma virtual educativa para estudiantes del área de la salud en la Universidad la Salle Noroeste, con el fin de fortalecer su proceso formativo, así como enriquecer sus conocimientos técnicos mediante cuestionarios, simulaciones, instrumentación virtual y documentación.

1.3.2 Objetivo específicos

Desarrollo de la plataforma:

- Diseño de la interfaz: Crear una interfaz intuitiva y fácil de usar para los estudiantes.
- Desarrollo de módulos: Crear módulos de aprendizaje estructurados y coherentes para cada área de conocimiento (fisiología, anatomía, electrónica).
- Integración de contenidos: Incorporar contenidos teóricos, artículos, documentos, videos, animaciones y simulaciones interactivas.

Contenido educativo:

- Banco de preguntas: Desarrollar un amplio banco de preguntas con diferentes niveles de dificultad para evaluar el conocimiento de los estudiantes.
- Simuladores: Crear simuladores realistas de equipos médicos comunes (electrocardiograma, monitor de signos vitales, máquina de anestesia, etc.) para permitir la práctica de procedimientos profesionales.

1.4 Justificación

Los aportes de esta plataforma van desde la practicidad por parte del estudiante del área de la salud para aprender a utilizar instrumentos virtuales y el aprendizaje de temas relacionados a la salud. La educación es un campo en constante actualización, en casi cualquier rama científica en la sociedad actual, de esta manera el proyecto busca brindar una herramienta más al plan de la Universidad La Salle Noroeste.

Este tipo de tecnologías suelen ser de alto costo, ya que se basan en el comercio de programas a partir de suscripciones; la plataforma a desarrollar busca cumplir una implementación económica, y de esta forma se vuelva propiedad permanente para la universidad, para que año con año pueda ser enriquecida por futuras generaciones estudiantiles del área de la salud y así, con el paso del tiempo exista una extensa plataforma la cual utilice distintos equipos, así como el dominio de temas de anatomía y fisiología del cuerpo humano.

El principal benefactor de la plataforma es el estudiante del área de salud, el cual pone a prueba sus conocimientos para entrenar y reforzar su aprendizaje mientras se desenvuelve en el transcurso de su carrera, permitirá conocer y simular en funcionamiento equipo médico de manera virtual aun cuando éste no sea dueño de alguna licencia o tenga un equipo de forma física bajo su propiedad. No solo beneficiará a los estudiantes al proporcionar un entorno interactivo y seguro para aprender, sino que, también, permitirá a los docentes optimizar sus métodos de enseñanza mediante recursos didácticos e innovadores, siendo una solución accesible y adaptable a las limitaciones de infraestructura y presupuesto.

El desarrollo de una herramienta educativa hecha con LabVIEW se basa en la necesidad de mejorar la formación práctica de los estudiantes del área de la salud en la Universidad La Salle Noroeste. Esta herramienta permitirá simular el funcionamiento de equipos médicos, facilitando la comprensión de conceptos complejos y el desarrollo de

habilidades prácticas sin requerir acceso directo a equipos costosos o difíciles de conseguir.

1.5 Delimitaciones y limitaciones

1.5.1 Delimitaciones

El proyecto se desarrolló dentro de las instalaciones de la Universidad La Salle Noroeste en un periodo que inicia en enero del 2024 y dará fin en marzo del 2025. Se implementaron funciones de anatomía y fisiología ya que son materias presentes en cada plan de estudio de las carreras del área de la salud, sin embargo, para la primera versión de la plataforma se centró mayormente en la creación de módulos exclusivos para biomédicos por términos de eficacia.

1.5.2 Limitaciones

Al no prescindir de sustento económico, las limitantes del proyecto se remiten únicamente a la recopilación de información, así como el contacto de consultores y la habilidad en diseño de programas. Además, también dependió de la disponibilidad de espacios en el plantel, así como equipo para calibrar prototipos.

Un factor de éxito considerable es el conocimiento en ambas áreas (medicina y programación) que cumplan los mínimos técnicos para un proyecto de investigación. Por ello, el acceso a la consulta de profesionales que pudieron validar el proyecto fue un factor clave para el desarrollo del diseño y la investigación precisa.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se exploran los aspectos teóricos esenciales para la investigación, desde los inicios de la instrumentación virtual hasta su aplicación actual en ingeniería y su impacto en la educación. El objetivo es establecer un marco conceptual sólido para respaldar la investigación en curso, examinando desde el origen, la evolución en ingeniería y las implicaciones educativas de la instrumentación virtual.

2.1 Instrumentación virtual

Según (Muñoz, 2017) el concepto de la instrumentación virtual fue introducido por la compañía *National Instruments*. Lo anterior surge ya que, en el año de 1983, Truchard y Kodosky, de National Instruments se dieron a la tarea de crear un software que permitiera usar un computador como instrumento para realizar mediciones. Les llevó tres años obtener la primera versión del software que permitió de manera gráfica y sencilla diseñar un instrumento en la PC.

Así fue como surge el concepto de instrumento virtual, que se define como “un instrumento no real que se ejecuta en un ordenador y tiene funciones definidas por el software”. A este software le dieron el nombre de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench, conocida por sus siglas LabVIEW. Este software que emplea una metodología de programación gráfica, a diferencia de los lenguajes de programación tradicionales. Algo importante a destacar es que el programa se realiza de forma similar a un diagrama de flujo, y su velocidad de ejecución es comparable con programas compilados en C.

Por lo anterior sabemos que desde su origen la instrumentación virtual surge a través del uso de un ordenador personal como una herramienta que permite realizar mediciones, estas mismas van desde medir temperatura, presión, flujo, etc. Sin embargo, el concepto de la instrumentación virtual también incluye el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución e implementación de datos Información relativa a la realización de una o más mediciones a algunas señales específicas.

2.1.1 ¿Qué es un instrumento virtual?

En otras palabras, cuando se emplea el término instrumentación virtual se refiere al uso de software personalizable y hardware de medición modular para crear sistemas de medición definidos por el usuario. En el contexto de la educación médica, la instrumentación virtual permite a los estudiantes realizar mediciones de fenómenos físicos, procesar, analizar, almacenar, distribuir y desplegar datos e información relacionados con la medición de señales específicas, así como la interfaz hombre-máquina, las funciones de análisis y procesamiento de señales, las rutinas de almacenamiento de datos y la comunicación con otros equipos.

Además, en tiempos de COVID-19, los simuladores virtuales se han convertido en herramientas fundamentales para la educación médica clínica, ya que permiten a los estudiantes continuar adquiriendo habilidades prácticas sin exponerse a riesgos externos. Por lo tanto, la instrumentación virtual, en particular cuando se utiliza con softwares como LabVIEW, desempeña un papel crucial en la formación de profesionales de la salud al proporcionar un entorno de aprendizaje práctico y seguro. (Serrano Paredes, Velecela Abambari, Cabrera Aguirre, & Chacha Astudillo, 2024)

La instrumentación virtual es de gran importancia como también una gran fuente de innovación en el ámbito de la educación médica debido a que proporciona a los estudiantes la oportunidad de adquirir y practicar habilidades en un entorno seguro y controlado, lo que es esencial en un campo tan crítico como la medicina (Serrano Paredes, Velecela Abambari, Cabrera Aguirre, & Chacha Astudillo, 2024).

2.1.2 Instrumentación virtual en la educación

La educación es un proceso esencial del desarrollo humano y social “la educación constituye un instrumento indispensable para que la humanidad pueda progresar hacia los ideales de paz, libertad y justicia social” (Delors, 1996). A lo largo de la historia se han desarrollado diversas teorías de la enseñanza con el objetivo de comprender y mejorar los métodos de transferencia de conocimiento estas teorías proporcionan un marco conceptual que puede ayudar a los educadores a desarrollar estrategias de enseñanza efectivas y adaptarlas a las necesidades de los estudiantes.

Los fundamentos pedagógicos son esenciales para el desarrollo de una plataforma educativa que utilice la instrumentación virtual como complemento en la formación de estudiantes del área médica. En primer lugar, es importante considerar teorías de aprendizaje, un término que puede resultar interesante es el del aprendizaje activo, ya que en este contexto en el que un estudiante como autodidacta accede a conocimiento y lo practica desde una plataforma si bien se brinda cierta información, parte del desarrollo de conocimiento no solo será de lo brindado en clase si no también, la construcción del conocimiento por parte del estudiante.

Asimismo, se debe considerar la teoría del aprendizaje experiencial, que aboga por el aprendizaje a partir de la experiencia directa y la reflexión. Esta teoría sostiene que el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar lo que han aprendido en situaciones prácticas y reflexionar sobre su experiencia. Continuando, la plataforma debe integrarse de manera coherente con el plan de estudios del área médica, asegurando que las actividades y recursos virtuales complementen y refuercen los objetivos de aprendizaje establecidos. “Se propone que las estrategias que promueven el aprendizaje activo se definan como actividades instruccionales que implican que los estudiantes hagan cosas y reflexionen sobre lo que están haciendo (Bonwell & Eison, 1991).

La plataforma debe ser diseñada para que los estudiantes puedan aplicar lo que han aprendido en situaciones prácticas y reflexionar sobre su experiencia. La accesibilidad y usabilidad de la plataforma son fundamentales para que los estudiantes

puedan utilizarla de manera efectiva. Lo anterior basándonos en las estrategias de aprendizaje activo promovidas por (Bonwell & Eison, 1991) en su trabajo.

La plataforma debe ser fácil de usar y estar disponible en múltiples formatos para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje. Además, se debe considerar cómo se evaluará el aprendizaje a través de la plataforma, así como la provisión de retroalimentación efectiva para los estudiantes.

Es por eso por lo que, los fundamentos pedagógicos son esenciales para el desarrollo de una plataforma educativa que utilice la instrumentación virtual como complemento en la formación de estudiantes del área médica. La plataforma debe estar lo mejor y más posiblemente fundamentada en teorías de aprendizaje, integrarse de manera coherente con el plan de estudios, ser accesible y fácil de usar, y abordar las consideraciones éticas y legales siempre apegados de los valores que la institución Universidad La Salle noroeste representan.

El desarrollo de la sociedad en términos de información se caracteriza por el amplio uso de las tecnologías y comunicaciones digitales que, están presentes cada vez más en todos los aspectos de la humanidad. La tendencia de la globalización económica y cultural requiere que la gente de este país desarrolle nuevas habilidades para afrontar con éxito el cambio (UNESCO, 2005)

En este sentido, es importante considerar modelos de integración curricular que permitan una implementación efectiva de la tecnología en la educación. También se debe considerar la equidad en el acceso a la tecnología, asegurando que todos los estudiantes tengan la capacidad de participar plenamente en la educación en línea. La plataforma debe ser diseñada para que los estudiantes puedan aplicar lo que han aprendido en situaciones prácticas y reflexionar sobre su experiencia. El hecho de desarrollar este proyecto dentro de la institución Universidad La Salle Noroeste, facilita el acceso a la tecnología misma que proporciona la institución a sus alumnos en los centros de cómputo y biblioteca.

La evaluación y retroalimentación en el contexto educativo son componentes esenciales para el desarrollo y el progreso de los estudiantes. La evaluación educativa tiene como objetivo medir el nivel de conocimientos, habilidades y competencias adquiridas por los estudiantes, así como identificar áreas de mejora. Y la retroalimentación consiste en proporcionar a los estudiantes información sobre su desempeño con el fin de apoyar su aprendizaje y promover su crecimiento académico.

En el ámbito educativo, la instrumentación virtual con LabVIEW, un software gráfico desarrollado por National Instruments, proporciona a los estudiantes la oportunidad de adquirir habilidades prácticas en un entorno simulado y seguro. LabVIEW es un entorno de programación gráfica que permite a los usuarios construir sistemas de medición personalizados, lo que incluye la adquisición de datos, el procesamiento, el análisis y la visualización de la información (National Instruments, 2020). Lo anterior proporciona un entorno virtual de fácil programación y que resulta

interactivo a nivel usuario, esto tendrá la capacidad de impactar en como el alumno recibe todo el conocimiento proveniente de la plataforma.

La elección del uso de instrumentos virtuales como complemento educativo, resultará en una herramienta de fácil acceso para los estudiantes del área de la salud de la Universidad La Salle Noroeste, ya que LabVIEW es un software bajo licencia que la universidad adquiere para sus alumnos de ingeniería y que se imparte como una competencia en materias curriculares para alumnos de la carrera de ingeniería biomédica.

2.2 Plataformas educativas de salud

Cuando hablamos de la educación de los futuros profesionales de la salud, la evaluación de conocimientos y la retroalimentación serán clave fundamental para el desarrollo de bases teóricas sólidas, así como habilidades clínicas. El retroalimentar efectivamente permite a los estudiantes reconocer sus avances o retrocesos, detectar áreas de mejora, lo que contribuye a un aprendizaje mejor dirigido.

Donde la integración de herramientas digitales para la evaluación y retroalimentación a distancia ha cobrado relevancia, especialmente en el contexto actual de educación remota. Estas herramientas permiten a los docentes evaluar el desempeño de los estudiantes y proporcionar retroalimentación de manera efectiva, a pesar de la distancia física.

La retroalimentación a través de plataformas virtuales y el uso de inteligencia artificial para la evaluación y retroalimentación académica son ejemplos de innovaciones que están transformando la forma en que se lleva a cabo este proceso, toma relevancia el uso de inteligencias artificiales en la educación cuando nos damos cuenta de las posibilidades de personalización del aprendizaje tal como lo menciona "La personalización del aprendizaje promueve la motivación y el compromiso de los estudiantes al ofrecerles la flexibilidad de elegir actividades y enfoques que se ajusten a sus preferencias. Esta adaptación continua es esencial para mantener el interés de los estudiantes y garantizar su participación activa" (Bolaño-García & Duarte-Acosta, 2023).

2.2.1 Diseño de una plataforma virtual

El diseño de una plataforma es un proceso estratégico que influye directamente en la eficacia del aprendizaje de sus usuarios. Esto implica la planificación y estructuración de contenidos, la secuenciación de actividades y la creación de entornos de aprendizaje interactivos (Bolaño-García & Duarte-Acosta, 2023) habla del uso de herramientas de IA para emplear juegos educativos en niveles de educación básicos o retroalimentar a los estudiantes en tiempo real analizando patrones de

comportamiento y recomendando cursos y asignaturas ajustadas a sus intereses y habilidades.

Planificación y estructuración de contenidos el diseño en las plataformas de educación virtual debe considerar la selección y organización de contenidos relevantes y significativos, así como su presentación en formatos atractivos y fáciles de entender por el usuario. Esto incluye la selección de medios y recursos didácticos adecuados, como textos, imágenes, videos, animaciones y simulaciones. Para este caso nos basaremos en el uso de recursos literarios como el libro de fisiología GUYTON usado en las asignaturas de fisiología humana de la universidad (Hall J. E., 2013).

Creación de entornos de aprendizaje interactivos el diseño de la plataforma debe promover la interacción y la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Esto implica la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la colaboración, la retroalimentación y la reflexión. Ejemplo de esto podría ser los foros de discusión, o actividades que promuevan la colaboración entre alumnos incluso, entre departamentos ya que esto podría generar espacios de convivencia que promuevan el intercambio de ideas.

2.3 Técnicas de programación

Programación gráfica. Este tipo de programación utiliza elementos visuales interactivos y configurables para crear interfaces de usuario atractivas y funcionales como es el caso de LabVIEW. Es especialmente adecuada para presentar simulaciones o la adquisición de datos en tiempo real de forma gráfica, como la adquisición en tiempo real de señales de ECG, siendo visualmente atractiva y muy útil en el ámbito de la educación médica.

En la plataforma se planea utilizar la programación gráfica en dos aspectos principales:

- Desarrollo de interfaces de usuario interactivas: Se diseñarán interfaces intuitivas y amigables, que tendrán la intención de facilitar el acceso a la información.
- Simulación de señales biomédicas: LabVIEW puede analizar señales biomédicas, como el electrocardiograma, permitiendo la visualización, procesamiento y extracción de características relevantes de estas señales.

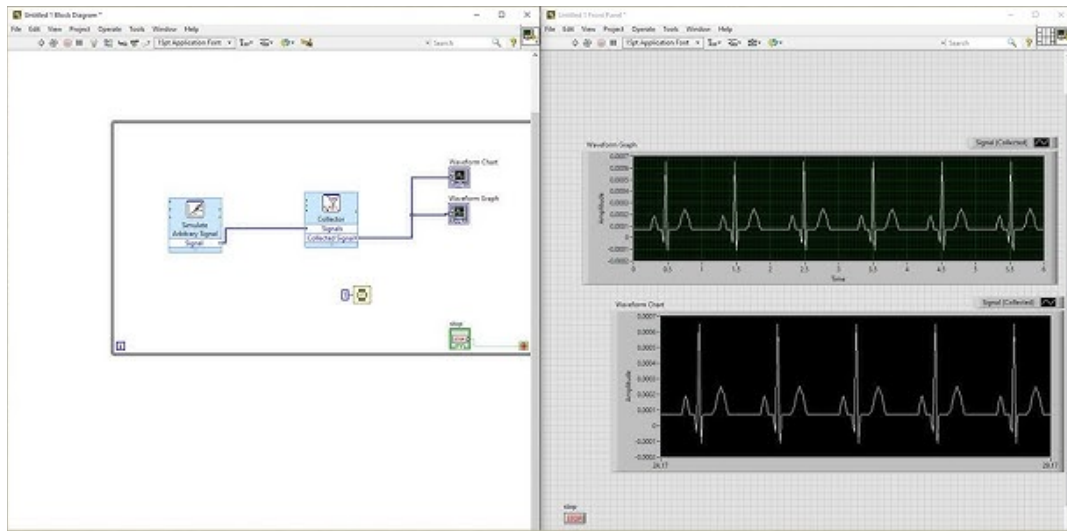


Figura 1. Ejemplo ECG. Elaboración propia

2.3.1 Aplicaciones biomédicas

“las herramientas de biomedicina de LabVIEW tienen una amplia gama de aplicaciones en el campo de la medicina y la investigación biomédica”. (National Instruments, 2023). Bajo esta premisa es que se considera a LabVIEW como un fuerte aliado en la ingeniería biomédica, pudiendo adquirir y representar imágenes médicas, señales fisiológicas como ECG, EMG o EEG que permitan familiarizar al estudiante con información que encontrarán el día de mañana en el mundo laboral.

A partir de esta afirmación, se podrá contar con aplicaciones que permitan usar estos recursos también para la visualización y análisis de señales de relevancia médica, que permitan al usuario interactuar de primera mano con esta información, de manera fácil.

2.3.2 Herramientas de análisis y procesamiento de datos

LabVIEW proporciona una amplia gama de herramientas y funcionalidades para el análisis y procesamiento de datos biomédicos “Al usar el Kit de Herramientas Biomédicas con el hardware DAQ de National Instruments, puede configurar un sistema para aprender técnicas de procesamiento de señales en bioinstrumentación.” (National Instruments, 2023)

En base lo anterior, LabVIEW permite realizar adecuaciones en la captación de señales, a partir de la detección de picos y periodos, y la implementación de filtros para la obtención correcta de señales fisiológicas. Lo que permitiría simular el funcionamiento, por ejemplo, de un monitor de signos vitales, ingresando señales ECG, SPO2 o de temperatura, ya sea de forma precargada o con instrumentación virtual, y, analizar la información que estas proporcionan, tal como periodo, amplitud, picos de voltaje.

También, permitirá adquirir señales fisiológicas en tiempo real como un electrocardiograma y usar el análisis de datos para detectar fases de la onda y calcular el ritmo cardíaco

2.4 Teoría de los signos vitales

La historia de los monitores de signos vitales se remonta a la década de 1950, cuando se reportó el primer monitor moderno en uso. En 1954, aparecieron los primeros monitores de producción, como el cardioscopio Cambridge. Los monitores de producción entraron en uso clínico en 1956, como el Electrodyne PM-65. En 1966, se emplearon pantallas no circulares e indicadores numéricos Nixie. En 1968, la frecuencia cardíaca se incluyó en CRT como indicador de barra de progreso. En 1970, apareció el monitor de memoria que permitía una visualización sin atenuación y entradas aisladas para mayor seguridad del paciente (Glenmed, 2017).

En 1975, se emplearon LED como indicadores numéricos en monitores fisiológicos. En 1978, las pantallas del monitor incluían la frecuencia cardíaca como un valor numérico en el CRT. En 1980, aparecieron los módulos de parámetros modulares modernos. En 1983, se hizo disponible el análisis de arritmias junto a la cama y aparecieron los primeros monitores fisiológicos de color. En 1990, aparecieron monitores de transporte que podrían transferir el mismo módulo y cableado del paciente a un monitor de cabecera. En 1995, algunos monitores podían ejecutar aplicaciones de Windows. En 1996, aparecieron los monitores de atención continua y los módulos de parámetros comenzaron a ser reemplazados por paneles de control.

Un monitor de signos vitales es un dispositivo médico que se utiliza para medir y monitorizar diferentes parámetros fisiológicos de un paciente, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la saturación de oxígeno en la sangre (SpO₂), la temperatura corporal y la frecuencia respiratoria. Estos monitores se utilizan en una variedad de entornos clínicos, como hospitales, centros de atención médica y hogares de ancianos, para ayudar a detectar y gestionar enfermedades y condiciones médicas.

En la actualidad, los monitores de signos vitales se han vuelto más compactos y portátiles, lo que permite una mayor movilidad y flexibilidad en el cuidado de los pacientes. Además, los avances tecnológicos han permitido la integración de sensores adicionales, como los sensores de oxígeno en sangre (SpO₂), que proporcionan a los profesionales de la salud una gama más amplia de datos para la evaluación y el tratamiento de los pacientes.

En la instrumentación virtual, los monitores de signos vitales se pueden simular mediante software que genera señales artificiales que representan los diferentes parámetros fisiológicos. Esto permite a los estudiantes practicar y adquirir habilidades en la interpretación y análisis de las señales sin la necesidad de un paciente real.

Las partes principales de un monitor multiparamétrico son las siguientes, aunque cabe aclarar que esto es solo de forma general, ya que el acomodo y distribución de los componentes de un monitor de signos vitales dependerá propiamente del modelo y marca elegido:

- Parte Frontal: alarma visual, visualización de señal ECG, visualización de señal SpO2, visualización de señal de respiración, asa para transportarlo, botón encendido.
- Parte Lateral: registrador, conector del sensor de SpO2, conector del cable de ECG, conector del sensor de temperatura, conector del brazalete de PNI y de parámetros en general.
- Parte trasera: se encontrará dependiendo del modelo y fabricante la batería, conector para cable de corriente, etiquetas informativas de número de serie.

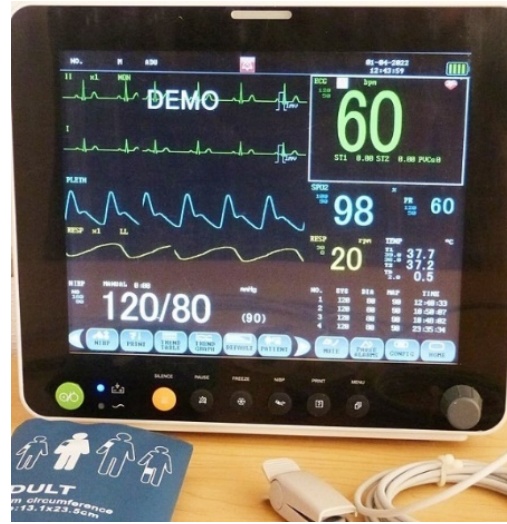


Figura 2. Ejemplo monitor de signos vitales. Elaboración propia

2.4.1 Teoría de la fiabilidad y validez

La fiabilidad y validez de los monitores de signos vitales son aspectos críticos que influyen en la utilidad y efectividad de estos dispositivos en entornos clínicos y de atención médica. La fiabilidad se refiere a la consistencia y precisión de las mediciones realizadas por el monitor, mientras que la validez se relaciona con la capacidad del dispositivo para medir de manera precisa lo que pretende medir.

La evaluación de la fiabilidad de un monitor de signos vitales implica la verificación de su capacidad para producir mediciones consistentes y reproducibles en diferentes condiciones y momentos. Esto se logra a través de pruebas de repetición, estabilidad y comparación con estándares de referencia.

Por otro lado, la validez se evalúa mediante la comparación de las mediciones del monitor con métodos de medición estándar o gold standard, para determinar su precisión y exactitud. La calibración regular, el mantenimiento adecuado y la validación periódica son prácticas esenciales para asegurar que estos dispositivos cumplan con los estándares de calidad y precisión requeridos en entornos clínicos y médicos y hay algunas marcas como Fluke que comercializan simuladores de pacientes para monitores de signos vitales y que son muy usados en la labor del ingeniero biomédico (Fluke biomedical, 2025).

2.4.2 Módulos

El primer uso del ECG se documentó en 1895, y desde entonces, se ha utilizado para diagnosticar diversas condiciones cardíacas, como arritmias, ataques cardíacos y otras enfermedades cardíacas. El electrocardiograma es un método no invasivo de registro de la actividad eléctrica del corazón. La actividad eléctrica del corazón se registra mediante electrodos colocados en diferentes partes del cuerpo, lo que permite obtener una representación gráfica de la actividad cardíaca. El ECG se utiliza en la detección y diagnóstico de diversas enfermedades cardíacas, como arritmias, infartos de miocardio y pericarditis. (Glenmed, 2017)

En años recientes, se han desarrollado avances en la tecnología del ECG, como el desarrollo de sistemas de telecardiología que monitorean múltiples derivaciones de ECG, incluyendo I, II, III, aVR, aVL, aVF y V1, con soporte para interacción con teléfonos y la internet.

Estos sistemas tienen diferentes modos de almacenamiento de datos, como almacenar datos en el teléfono, enviar algunos datos a internet y enviar datos a través de internet en el momento de la captura de ECG. La vida útil de la batería de estos sistemas varía según el modo, con una duración de 72 horas para el primer modo, 48 horas para el segundo y 6 horas para el tercero. Además, estos sistemas utilizan una frecuencia de muestreo de 250-500 Hz.

En la instrumentación virtual, el ECG se puede simular mediante software que genera una señal de ECG artificial, lo que permite a los estudiantes practicar la interpretación y análisis de las señales de ECG sin la necesidad de un paciente real. Además, la instrumentación virtual permite la adquisición y procesamiento de señales de ECG reales, lo que permite a los estudiantes analizar e interpretar señales reales en tiempo real.

La historia del sensor SpO₂ ha evolucionado significativamente hasta nuestros días. Inicialmente, para la medición de la saturación de pulso arterial de oxígeno, se tomaban en cuenta los tejidos que presentaban una absorción de luz constante y aquellos con disminución de la absorción de luz roja que pasa a través de estos. Con el avance tecnológico, se han desarrollado nuevas generaciones de oxímetros de pulso que han logrado disminuir significativamente el número de falsas alarmas y aumentar la precisión en la medición, incluso en estados de hipoperfusión y durante el movimiento, en comparación con los oxímetros de pulso convencionales.

El Sensor de SpO₂ es un dispositivo que mide la saturación de oxígeno en la sangre. La saturación de oxígeno en la sangre se mide mediante la absorción de luz por la hemoglobina, lo que permite determinar la cantidad de oxígeno presente en la sangre. El sensor de SpO₂ se utiliza en la monitorización de la saturación de oxígeno en pacientes con enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

En donde entra la instrumentación virtual, el sensor de SpO₂ se puede simular mediante software que genera una señal de SpO₂ artificial, lo que permite a los

estudiantes practicar la interpretación y análisis de las señales sin la necesidad de un paciente real. Por otro lado, es posible obtener parámetros fisiológicos reales a partir de módulos especializados que, en conjunto con el programa, hace posible su visualización y estudio.

Algunos de estos módulos son de fácil acceso en el mercado mexicano como lo son el módulo AD8232, el max30100, y más según se necesiten, estos módulos serán clave esencial para poder implementar la instrumentación virtual dentro de la plataforma.

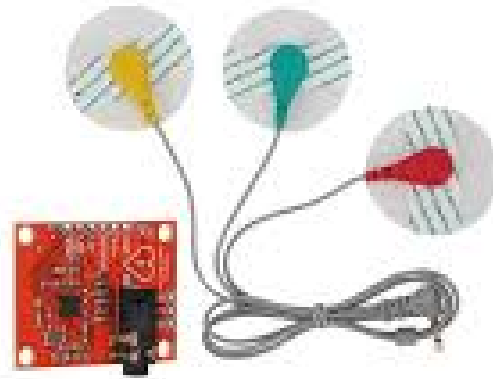


Figura 3. Módulo AD8232. Angrek. (s.f.). Kit de sensor de ECG de módulo AD8232. Walmart México. Recuperado de <https://www.walmart.com.mx/ip/electricidad/kit-de-sensor-de-ecg-de-modulo-ad8232-instalacion-pequena-y-sencilla-modulo-ad8232-material-de-pcb-de-alta-sensibilidad-para-monitoreo-remoto-de-salud-angrek-otros/00620563939700>

El módulo AD8232 es un componente crucial en la investigación biomédica y el diseño de dispositivos médicos, particularmente en la monitorización de señales electrocardiográficas. Este dispositivo, fabricado por Analog Devices, destaca por su capacidad para amplificar y filtrar señales de baja amplitud provenientes del corazón, permitiendo una detección precisa de patrones cardíacos.



Figura 4. Módulo MAX30100. Walfront. (s.f.). Módulo de Sensor de Oxímetro de Frecuencia Cardíaca MAX30100. Recuperado de <https://www.amazon.com.mx/Desarrollo-Ox%C3%ADmetros-Dispositivos-Auxiliares-Monitorizaci%C3%B3n/dp/B078M67D5N>

El módulo MAX30100 se centra en la medición precisa de la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno en la sangre. Este dispositivo, desarrollado por Maxim Integrated, destaca por su capacidad para integrar de manera eficiente un fotopletismógrafo y un sensor de oximetría en un solo chip, simplificando la implementación de soluciones de monitoreo de salud no invasivas. Su diseño compacto y bajo consumo de energía lo convierten en una opción ideal para aplicaciones portátiles.

2.4.3 Parámetros de la señal ECG

La señal ECG es una representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón, y se puede utilizar para diagnosticar una variedad de condiciones cardíacas. Algunos de los parámetros importantes que se pueden ver en una señal ECG incluyen:

- **Intervalo QT:** El intervalo QT es el tiempo entre el inicio del complejo QRS y el final de la onda T, y se mide en segundos.
- **Complejo QRS:** El complejo QRS es una onda grande y ancha que representa la despolarización de las cámaras ventriculares del corazón.
- **Onda P:** La onda P es una onda pequeña y redondeada que representa la despolarización del nodo sinusal y la activación de las cámaras auriculares del corazón.
- **Onda T:** La onda T es una onda pequeña y redondeada que representa la repolarización de las cámaras ventriculares del corazón.

La instrumentación virtual puede utilizarse para simular y adquirir señales ECG, lo que permite a los estudiantes practicar y adquirir habilidades en la interpretación y análisis de las señales ECG sin la necesidad de un paciente real. Además, la instrumentación virtual permite la adquisición y procesamiento de señales ECG reales, lo que permite a los estudiantes analizar e interpretar señales ECG reales en tiempo real. (Hall J. E., 2013, págs. 336-340)

2.5 Consideraciones en la plataforma

2.5.1 Evaluación y retroalimentación en la educación médica

La evaluación y la retroalimentación son componentes esenciales en la educación médica para garantizar que los estudiantes adquieran las habilidades y conocimientos necesarios para convertirse en profesionales médicos competentes. La instrumentación virtual, como LabVIEW, puede utilizarse para proporcionar evaluaciones y retroalimentación en tiempo real durante las simulaciones y prácticas de laboratorio.

2.5.2 Consideraciones éticas y legales

La instrumentación virtual puede recopilar y almacenar datos sensibles de los estudiantes, como resultados de pruebas y evaluaciones. Es importante garantizar la privacidad y confidencialidad de estos datos para proteger la integridad y los derechos de los estudiantes. Como a su vez será accesible para todos los estudiantes.

La personalización de la experiencia será clave para que el único que tenga acceso a datos sensibles como los resultados de evaluaciones sea el evaluador y el evaluado.

2.5.3 Personalización del aprendizaje

La personalización del aprendizaje en la plataforma educativa puede adaptar el contenido y las actividades de aprendizaje según las necesidades y el progreso de cada estudiante por parte del docente. Mediante el uso de rutas de aprendizaje adaptativas y retroalimentación individualizada para optimizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. Estas rutas de aprendizaje pueden ajustarse en tiempo real en función del progreso y desempeño de cada estudiante, y así, identificar áreas de mejora y fortalecer sus habilidades y conocimientos de manera personalizada.

CAPÍTULO III. MÉTODO

En este capítulo se describe a profundidad la metodología a emplear en la investigación, desde el diseño y desarrollo de la plataforma educativa hasta su estructura, su funcionalidad y modalidades de uso. Se definen las variables del estudio y se explican los procedimientos que requiere la metodología, junto con los instrumentos de evaluación que garantizan la correcta implementación y validación de la plataforma.

3.1 Tipo de investigación

La presente tesis corresponde a una investigación aplicada de enfoque mixto y diseño convergente, cuyo propósito fue desarrollar e implementar una plataforma virtual que fortalezca el proceso educativo del estudiante del área de la salud de la Universidad La Salle Noroeste. Además, por los instrumentos y objetivos planteados en el proyecto, también es clasificada como una investigación tecnológica y educativa.

(Cano, 2019), planteó como investigación básica, a la que pretende una descripción, explicación o predicción, mientras que, una investigación aplicada o tecnológica, cuando se establecen procedimientos, se plantean estrategias, se desarrollan y prueban modelos físicos y se estima su valor pragmático.

El proyecto colinda con la definición de una investigación aplicada, así como su objetivo en la promoción de herramientas educativas; el trabajo trasciende el ámbito teórico, centrándose en generar un producto práctico y funcional, un prototipo. Es una investigación aplicada porque se busca crear una herramienta funcional que responda a la necesidad de recursos interactivos para los estudiantes en donde se desarrollen cuestionarios, simulaciones, instrumentación virtual y documentación técnica.

La implementación de métodos tanto cuantitativos, como cualitativos, justifica el enfoque mixto de la investigación, se utilizan para evaluar la eficacia y percepción de la plataforma. Los métodos cuantitativos incluyen la medición de resultados mediante simulaciones y pruebas de error en la programación, lo que permite analizar el impacto de la herramienta en términos de rendimiento técnico. Los métodos cualitativos, por otro lado, recolectan datos sobre las opiniones, percepciones y experiencias de un juicio de expertos, así como de los estudiantes a través de encuestas, retroalimentando el diseño funcional e intuitivo de la plataforma.

Bajo el respaldo de un enfoque mixto en la investigación, se encontraron patrones y relaciones cuantitativas, dentro de las encuestas, cuestionarios y simulaciones. Además, se recolectaron datos descriptivos y recursos digitales, entendiendo significados, experiencias y perspectivas tras un enfoque cualitativo. (Lopez & Tenemaya, 2024) afirman que un diseño convergente, "Implica la recolección y el análisis de datos cualitativos y cuantitativos de manera simultánea, pero por separado".

De esta forma, se puede tomar la evaluación cualitativa de un juicio de expertos sobre el desarrollo del proyecto, mientras se toman encuestas de estudiantes para la elaboración y corrección de las simulaciones virtuales. No fue necesaria una investigación secuencial dentro de este apartado.

"El desarrollo tecnológico está destinado a dar como resultado un plan o diseñar un nuevo o mejorado producto o proceso..." (García Manjón, 2020). A partir de la cita

anterior, es posible afirmar que este proyecto es además un proyecto de innovación tecnológica ya que, cumple con el propósito de generar y utilizar una tecnología nueva en un sector productivo o aplicación específica, y permite a quienes lo desarrollen acumular conocimientos y las habilidades requeridas para explicar exitosamente la tecnología y posibilitar su mejora continua.

Finalmente, la investigación aplicada de enfoque mixto y diseño convergente colinda además como un proyecto educativo, puesto que, su objetivo principal es la mejora del conocimiento existente hacia la pedagogía y el sistema educativo, el desarrollo de nuevas formas de enseñanza y la mejora de las prácticas de aprendizaje.

3.2 Variables de estudio

Tabla 1. Variables de estudio. Elaboración propia

Variable	Definición conceptual	Escala de medición	Indicador
Interfaz intuitiva	Los estudiantes pueden navegar por la plataforma y acceder a las herramientas sin dificultad. Una interfaz intuitiva debe ser clara, organizada.	Cuestionarios con escalas tipo Likert 1-5	Promedio ≥ 4 entre los Cuestionarios
Programa funcional	Evalúa si la plataforma funciona correctamente, sin fallos técnicos. Si los módulos, simuladores y recursos educativos se ejecutan de manera adecuada.	Por medio de encuestas a experto, el cual, evaluará su funcionalidad	Calificación aprobatoria por un juicio de expertos
Distintas modalidades de estudio	Hace referencia a la variedad de enfoques educativos que ofrece la plataforma, como cuestionarios, simulaciones, juegos y contenido teórico, para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje.	Verificar que las distintas modalidades estén implementadas y disponibles por medio de una lista de comprobación.	Disponibilidad de al menos cuestionarios, simulaciones y recursos de lectura.
Contenido variado entre asignaturas	Que el contenido englobe un porcentaje considerable de las asignaturas definidas dentro del plan de estudios, pero dando prioridad a aquellas que los estudiantes encuestados indiquen necesarias a tratar.	Comparación porcentual entre las asignaturas del plan de estudio y las que engloba la plataforma	Al menos 10% de las asignaturas
Retroalimentación y viabilidad estudiantil	Evalúa si la plataforma es útil bajo la perspectiva del estudiante, si se percibe con potencial para mejorar procesos de aprendizaje	Encuestas de satisfacción a estudiantes	80% de las encuestas aprobadas

3.3 Sujeto u objeto de estudio

El sujeto principal dentro de la investigación engloba a la institución, Universidad La Salle Noroeste, ya que el objetivo general está directamente referenciándolo, y, dentro de este objeto de estudio se derivan muchos otros sujetos como:

Recordando la delimitación del proyecto, como primera fase hubo un enfoque especial en la carrera de ingeniería biomédica, por ende, el primer sujeto de estudio fueron los estudiantes de la misma, los cuales proporcionaron la perspectiva y experiencia de usuario requerida para la derivación de los objetivos específicos y la selección de recursos digitales y didácticos.

El cuerpo tecnológico y administrativo fueron primordiales para la implementación del proyecto en las instalaciones de la institución, dar de alta a los participantes del estudio en la plataforma, así como proporcionar los espacios para la realización de encuestas y entrevistas en los horarios académicos.

Cuerpo de maestros y tutores, los cuales servirán como el juicio de expertos requerido para la coordinación de los objetivos específicos, la dirección guía para cumplir con un material factible que promueva su labor docente, así como evaluar el estado del proyecto y poder realizar correcciones sugeridas.

3.4 Métodos e instrumentos

El primer método fue realización de encuestas a los estudiantes de las cuales se derivaron los temas, asignaturas y aplicaciones que precisan de un mayor recurso didáctico, consecuentemente pueden hacerse encuestas posteriores sobre el diseño de la plataforma, los equipos a simular o la satisfacción de los usuarios. (Vea instrumento en Anexo 1).

Simulaciones de prueba, para obtener la factibilidad de la programación, fue requerida la compilación constante de los programas para dar veracidad, que tanto la plataforma, como las simulaciones son funcionales, no cuentan con errores de interfaz y no genera daños al software. La evaluación individual de la simulación de prueba se realizó a partir de una lista de comprobación. (Vea instrumento en Anexo 2).

Pruebas de funcionamiento, a partir de un juicio de expertos, se realizaron evaluaciones con ayuda del cuerpo docente para la adecuación de los sistemas virtuales para optimizar la funcionalidad, así como la corrección de errores y mantenimientos. Se requirieron pruebas de funcionamiento según cada objetivo específico, por ende, se precisó la ponderación de un profesional de instrumentación virtual, telesalud, circuitos eléctricos, etc. (Vea instrumento en Anexo 3).

Redacción de material didáctico, la plataforma tiene un vasto recurso educativo como información de equipos médicos, manuales de mantenimiento, documentación virtual descargable y hojas de inducción que podrá ser útil para los procesos de

ingeniería de servicio. La redacción de documentos presentando la tecnología médica fue realizada bajo un mismo formato, adaptado a cada equipo. (Vea instrumento en Anexo 4).

Plataforma en la nube, con supervisión de la administración de la universidad se solicitó subir las funciones, módulos y programas a un mismo servidor que esté al alcance de la comunidad estudiantil, ya sea por Moodle, o algún espacio en donde sea posible dar de alta todos los recursos desarrollados y, que estos puedan ser ejecutados por los estudiantes biomédicos de diferentes generaciones. Para ello se solicitaron los permisos requeridos por medio de un documento que avale la actividad. (Vea instrumento en Anexo 5).

Modalidades disponibles en plataforma, antes de realizar las últimas pruebas de funcionalidad con usuarios, se realizó una última lista de comprobación para evaluar los recursos digitales que se encuentran dentro de la plataforma, verificando la disponibilidad de cada uno de los programas, su ejecución en la nube y su funcionalidad. (Vea instrumento en Anexo 6)

Porcentaje de asignaturas, a partir de una fórmula matemática se evaluaron las asignaturas que logra englobar el proyecto, dando prioridad a aquellas que los estudiantes seleccionaron como más necesitadas de recursos didácticos y apoyo de estudio. (Vea instrumento en Anexo 7).

Encuestas de interfaz, antes de concluir el diseño de la plataforma, fue necesario que esta se adapte a las necesidades y preferencias de los usuarios (estudiantes de ingeniería biomédica); para ello, se realizaron una prueba de interfaz beta, en donde un grupo de estudiantes pusieron a prueba las funciones de la plataforma, navegando por los programas y finalmente realizaron una encuesta de satisfacción, para evaluar si se desarrolló un diseño intuitivo y funcional. (Vea instrumento en Anexo 8).

Encuesta de satisfacción a estudiantes, para finalizar la investigación, se realizó una encuesta a los estudiantes que interactuaron con la plataforma para conocer sus opiniones con respecto al proyecto, así como la calificación de su funcionalidad y diseño, sus sugerencias y sus comentarios. (Vea instrumento en Anexo 9).

Fórmula estadística para poblaciones finitas, para evaluar una población efectiva y obtener resultados confiables en cada encuesta. Se utilizó una fórmula que definirá el tamaño de muestra mínimo para obtener resultados confiables. (Vea instrumento en Anexo 10).

3.5 Procedimiento

P1. Encuestas diagnósticas.

Durante este procedimiento se elaboró un formato electrónico con los cuestionarios necesarios para identificar las asignaturas y temas que requirieron mayor

apoyo didáctico según los estudiantes, mencionando cada una de las materias especificadas en el plan de estudios, así como la permisión de respuestas múltiples.

P1.1. Redacción y desarrollo. (Apoyarse del instrumento Anexo 1).

P1.1.1. Se obtuvo el plan de estudios de la carrera e identificar las asignaturas y sus divisiones.

P1.1.2. Se realizó una segregación de asignaturas a partir de los módulos mencionados en el plan de estudios para que fuera más sencillo identificar las áreas que requieren mayor apoyo didáctico.

P1.1.3. Se realizó un listado de materias.

P1.1.4. Se redactó preguntas que incluyan en la incógnita o la respuesta las asignaturas previamente listadas.

P1.1.5. Se dió formato al cuestionario en un documento tipo Forms.

P1.2. Encuestar al alumnado.

P1.2.1. Se contactó a un representante de cada grupo de las últimas 3 generaciones estudiantes de biomédica, ya que son quienes han experimentado un porcentaje considerable del plan de estudios (más del 50% de asignaturas cursadas).

P1.2.2. Se hicieron llegar a cada representante el link del Forms para que éste se lo haga llegar al resto de su salón.

P1.2.3. Se realizó el cálculo de una población efectiva, (instrumento Anexo 10); para definir el número de encuestas respondidas mínimas para el estudio.

P1.2.4. Se capturó las respuestas del cuestionario una vez se obtuvieron el mínimo definido (paso anterior); se adjuntaron al documento de investigación gráficas y resultados, así como una conclusión general de la encuesta señalando las materias y temas más mencionados.

P2. Interpretación de resultados.

A partir de la recopilación de resultados fue necesaria una valuación de los bloques, las materias y los temas que requieren mayor apoyo didáctico o estudio, de esta forma se buscaron puntos de intersección entre ellos y así buscar soluciones que enfrenten los problemas o potenciales de mejora más significativos.

P2.1 Detección de necesidades.

P2.1.1. Se hizo una tabla comparativa de bloques, asignaturas y temas que fueron indicados por la mayoría, evaluando la materia, la cantidad de menciones en los resultados y su definición.

Materia	Menciones	Definición/Propósito

P2.1.2. Se realizaron conclusiones de cada uno de los tópicos y materias seleccionadas. Se demostraron cuáles son las limitantes y obstáculos que dificultan el proceso didáctico.

P2.1.3. Se realizó un mapa mental con las conclusiones y se observaron puntos de intersección.

P2.2 Propuestas de solución.

P2.2.1. A partir de los puntos de intersección detectados, se redactaron posibles soluciones o mecanismos de acción que promuevan al estudiante.

P2.2.1. Se justificaron cada una de las soluciones, concluyendo cómo pueden ser implementadas en una plataforma virtual.

P3. Desarrollo y validación de cuestionarios.

Durante esta etapa detectan se detectaron las necesidades de los estudiantes, así como las de los maestros, con el objetivo de impulsar el estudio de las ciencias básicas de la medicina efectuando cuestionarios para que el alumno obtenga un recurso funcional en sus actividades pre examen, así como, obtener retroalimentación para conocer cuál es el dominio que este tiene sobre los temas desarrollados en su plan de estudios.

P3.1. Investigación de tópicos.

P3.1.1. Se obtuvo el temario de las materias de anatomía, principios básicos de fisiología humana y sistemas fisiológicos humanos.

P3.1.2. Se evaluó los temas presentes en el temario que se puedan tratar en la plataforma, hacer una elección de tópicos a partir de los recursos disponibles y la viabilidad.

P3.1.3. Se organizó los tópicos según la materia y sistemas que engloba, dividirlo en un formato tipo tabla en donde sea posible observar la asignatura, el sistema (anatómico o fisiológico), tema, subtemas, entre otros.

P3.2. Desarrollo de cuestionarios y evaluación con tutor.

P3.2.1 Se desarrollaron cuestionarios a partir de documentación, sitios de internet y recursos literarios.

P4. Desarrollo de simulaciones.

Dentro de esta fase se realizaron los recursos digitales con los cuales, los alumnos pudieron interactuar para poner a prueba sus conocimientos básicos sobre ingeniería, así como el fomento del aprendizaje durante el descubrimiento de aplicaciones. Tras el desarrollo de este procedimiento se crearon simulaciones funcionales, las cuales, sirvieron como una herramienta útil que pueden utilizar durante su proceso formativo.

P4.1. Propuestas de simulación.

P4.1.1. Se realizó una tabla comparativa sobre las propuestas previamente planteadas definiendo en qué temas o asignaturas benefician, cómo funcionaría y las necesidades que requieren efectuarla.

Propuesta	Tema	Definición/Propósito	Necesidades

P4.1.2. Se realizó planes de acción para llevar a cabo las soluciones a una simulación virtual. Hacer conclusiones en cada una.

(Los procedimientos siguientes se desarrollaron para cada una de las simulaciones)

P4.2. Definición de módulos.

P4.2.1. Presentación. Cómo se llevó a cabo dicha simulación, qué recursos necesita, qué programas se utilizaron y por qué.

P4.2.2. Definir el propósito de la simulación. Argumentar qué se quiere lograr, mencionar alguna simulación ya existente que sirva como referencia (si es que aplica).

P4.2.3. Dibujo explicativo del diseño del programa. A partir de este recurso gráfico (imagen, croquis o diagrama) se definió el módulo del programa, interfaces y funciones que esta requiera.

P4.3. Programación.

P4.3.1. A partir de cada programa mostrar código y captura de pantalla del prototipo.

P4.3.2. Realizar de prueba individual, para obtener la factibilidad de cada función. Se requirió la compilación constante de los programas para dar veracidad, que tanto la plataforma, como las simulaciones son funcionales, no cuentan con errores de interfaz y no genera daños al software. (Vea instrumento en anexo 2).

P4.3.3. Una vez verificada la simulación individual fue necesaria la aprobación de un experto por medio de otra prueba de funcionamiento, esta vez se recopilaron correcciones y sugerencias para mejorar el programa. (Vea instrumento en anexo 3). Fue necesaria la adecuación del código hasta que el asesor indicó una calificación aprobatoria.

P5. Documentación y recursos digitales.

Dentro de este procedimiento se desarrolló material didáctico en formato de texto para dar difusión al equipamiento médico, así como herramientas para la gestión de la tecnología hospitalaria.

P5.1. Elección de equipos médicos.

P5.1.1. A partir de la retroalimentación en las encuestas a los estudiantes se seleccionaron los equipos más mencionados, así como los que más recurrencia tienen en su estadía por la universidad.

P5.1.2. A partir de un formato base (vea instrumento en anexo 4) se definió la función del equipo, cómo se usa, sus funciones e información importante. Adjuntar recursos visuales de cada equipo.

P5.2. Adjuntar documentación técnica.

P5.2.1. A partir de la recopilación de proyectos escolares de generaciones biomédicas anteriores, se adecuó a un documento para la plataforma si este cumple con un potencial como recurso útil para el desarrollo profesional.

P6. Plataforma en la nube.

Para todas las aplicaciones y programas que se desarrollaron en el proyecto, fue necesario subirlas a un mismo espacio para que los estudiantes puedan utilizar dichas funciones. La plataforma debe estar al alcance de toda la comunidad estudiantil biomédica, así como un fácil alcance para que puedan ser utilizadas y así promover la estadía educativa de los alumnos.

P6.1. Elección de plataforma.

P6.1.1. Aprovechando las plataformas y servidores existentes en el mercado, se evaluaron opciones de plataformas que se encuentran al

alcance del proyecto, y, se realizó una tabla comparativa que evalúe precios, interactividad y presencia universitaria.

P6.1.2. Se seleccionó la plataforma más adecuada, justificando la elección como conclusión.

P6.2. Permiso de la universidad.

P6.2.1. En conjunto con el asesor se solicitaron los permisos requeridos por medio de un documento que avale la actividad al cuerpo administrativo de la universidad. (Anexo 5)

P6.3. Diseñar plataforma.

P6.3.1. A partir de un diseño base (según la plataforma asignada nos permita) se hizo la división para los apartados de cada aplicación, asignar un orden para una navegación más armónica e intuitiva.

P6.3.2. Se añadieron títulos, colores e imágenes según el apartado que se esté desarrollando.

P6.4. Programación de los cuestionarios.

P6.4.1. Se realizaron la división de temas y asignatura en plataforma, se apartó espacio para cada examen con su respectivo acomodo.

P6.4.2. Se programaron cuestionarios, asignar retroalimentación a cada uno a partir de un texto que indique el recurso bibliográfico a consultar para su resolución.

P6.5. Subir simulaciones.

P6.5.1. Se subieron a la plataforma cada simulación desarrollada en su espacio correspondido en el diseño de la plataforma.

P6.6. Subir documentación y recursos digitales.

P6.6.1. A partir del espacio asignado en el diseño de la plataforma, se diferencié cada documento con su título correspondiente.

P6.7. Realizar lista de comprobación.

P6.7.1. Se rellenó lista de comprobación. (Vea anexo 6).

P6.8. Evaluación porcentual de asignaturas.

P6.8.1. Para observar las asignaturas con las que logra englobar el proyecto y verificar que se acopla a lo requerido por los estudiantes, se

realizó una evaluación porcentual, con respecto a las materias que se encuentran en el plan de estudios a partir de una fórmula matemática. (Vea instrumento en anexo 7).

P7. Evaluación de interfaz.

Antes de concluir el diseño de la plataforma, fue necesario que esta se adapte a las necesidades y preferencias de los usuarios; para ello, se realizó una prueba de interfaz, en donde un grupo de estudiantes pusieron a prueba las funciones de la plataforma, navegaron por los programas y finalmente realizaron una encuesta de satisfacción, para evaluar si les pareció un diseño intuitivo y funcional.

P7.1. Muestra de población.

P7.1.1. Se describió el proceso de selección, así como, la narración de el proceso que se utilizará para realizar la evaluación.

P7.1.2. Se brindó acceso a la plataforma por un día a toda la muestra elegida y se tomó captura de los estudiantes que interactúan con ella.

P7.2. Desarrollo de la evaluación.

P7.2.1. Se hizo llegar la evaluación a los participantes por medio de un enlace que los direcciona a un documento tipo Forms. (Vea instrumento en anexo 8).

P7.2.2. Una vez se notificados que toda la muestra subió su evaluación, se recopilaron sus respuestas y se anexaron al documento de investigación.

P7.3. Se realizaron adecuaciones y sugerencias al diseño de la plataforma y sus funciones.

P8. Evaluación final.

Como último procedimiento se realizó una encuesta a los estudiantes que interactuaron con la plataforma para conocer sus opiniones con respecto al proyecto, así como la calificación de su funcionalidad y diseño, sus sugerencias y sus comentarios.

P8.1. Evaluación por estudiantes.

P8.1.1. Se habilitó el uso de la plataforma a los participantes del proceso anterior para conocer sus opiniones generales y sugerencias del proyecto en su totalidad.

P8.1.2. Se hizo llegar la evaluación a los participantes por medio de un enlace que los direcciona a un documento tipo Forms. (Vea instrumento en anexo 9).

P8.2. Recepción de encuestas.

P8.2.1. Una vez se notificó que toda la muestra subió su evaluación, se recopilaron sus respuestas y se anexaron al documento de investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Dentro de este apartado se presentan los resultados obtenidos al concluir el procedimiento planteado en la investigación. Se documentó cada método utilizado, incluyendo la implementación del programa, así como sus funciones; se anexarán además los ajustes requeridos al procedimiento que se hayan realizado durante su ejecución. Se exponen los hallazgos derivados de las investigaciones de campo, tales como las encuestas aplicadas a la población estudiantil, y también se agrega la validación del proyecto a partir de las conclusiones hechas por juicio de expertos

4.1 Desarrollo del procedimiento

A partir del procedimiento planteado se documentó el resultado de cada proceso para la creación e implementación de la plataforma. Se fueron utilizando todos los instrumentos descritos en el capítulo anterior, es posible consultar cada uno de ellos en los anexos.

4.1.1 Encuestas diagnósticas.

Plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica de la Universidad La Salle Noroeste:

SEMESTRES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
BLOQUE PROFESIONAL ESPECÍFICO	Electromédica			Circuitos Eléctricos	Dispositivos Electrónicos	Electrónica Analógica		Microcontroladores	Teoría de Control	Diseño de Instrumentación Biomédica
	Biomédica	Introducción a la Ingeniería Biomédica				Biomecánica	Biomateriales y su Interacción con el Cuerpo Humano		Bioinstrumentación	Seminario de Tópicos Selectos en Ingeniería Biomédica
	Informática Médica					Biología	Análisis de Señales y Proceso de Imágenes	Dispositivos de Monitoreo y Técnicas de Imagenología	Organización y Manejo de la Tecnología de Equipos Médicos	Sistemas de Calidad en Salud Consultoría y Desarrollo Profesional
	Administración de la Tecnología	Módulo en el Contexto Global					Base de Datos		Instrumentación Virtual	Telemedicina
BLOQUE PROFESIONAL BÁSICO	Ciencias Básicas de la Ingeniería	Álgebra	Estadística	Cálculo Vectorial						
	Ciencias Básicas de la Medicina		Cálculo Diferencial e Integral	Ecuaciones Diferenciales	Álgebra Lineal	Métodos Numéricos				
	Computación	Diseño de Programas	Física		Mecánica					
BLOQUE GENÉRICO	Investigación	Comunicación Oral y Escrita		Electricidad y Magnetismo	Física Moderna					
	Lengua Extranjera		Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa IV				
	Formación Humano Cristiana	Persona en Trascendencia	Crear en el Amor	Fe y Mundo Contemporáneo	Historia de la Salvación	Jesús Modelo de la Persona	La Iglesia Comunidad de Creyentes	Pensamiento Social Cristiano	Ética de Vida	

Figura 5. Plan de estudios de Ingeniería Biomédica. Recuperado de: Universidad La Salle Noroeste. (s.f.). Ingeniería Biomédica. Recuperado de: <https://www.lasallenoroeste.edu.mx/licenciaturas/ingenieria-biomedica/>

El plan de estudios de la universidad es seccionado en nueve semestres, cada uno compuesto por siete materias, lo que da un total de 63 asignaturas. Estas son divididas además en tres bloques según su propósito: profesional básico, profesional específico y genérico.

Este proyecto se centrará exclusivamente en los dos primeros bloques, omitiendo el genérico (investigación, lengua extranjera y formación humano cristiana); ya que el objetivo es diseñar un estudio específico para el área de ingeniería biomédica.



Figura 6. Divisiones de plan de estudios. Elaboración propia

Por lo tanto, el número total de asignaturas a evaluar durante el desarrollo del proyecto será de 48, organizadas en siete segmentos de forma no equitativa, pues la distribución responde a su área de estudio: electromédica, biomédica, informática médica, administración de la tecnología, ciencias básicas de la ingeniería, ciencias básicas de la medicina y computación.

Listado de materias:

Tabla 2. Asignaturas por bloques. Elaboración propia

Bloque	Asignatura
Electromédica	Circuitos eléctricos
	Dispositivos electrónicos
	Electrónica analógica
	Diseño de instrumentación biomédica
	Diseño lógico
	Microcontroladores
	Teoría de control
	Sistemas eléctricos
	Electrónica de potencia
Biomédica	Introducción a la ingeniería biomédica
	Biomecánica
	Biomateriales y su interacción con el cuerpo humano
	Bioinstrumentación
	Bioética

	Análisis de señales y proceso de imágenes
	Dispositivos de monitoreo y técnicas de imagenología
	Organización y manejo de la tecnología de equipos médicos
	Seminario de tópicos selectos de ingeniería biomédica
	Sistemas de calidad en salud
	Consultoría y desarrollo profesional
Informática médica	Base de datos
	Instrumentación virtual
	Telemedicina
	Redes computacionales
Administración de la tecnología	México en el contexto global
	Diseño en ingeniería
	Ingeniería clínica
	Administración hospitalaria
	Diseño hospitalario
	Evaluación de proyectos tecnológicos
Ciencias básicas de la ingeniería	Estadística
	Cálculo vectorial
	Álgebra
	Cálculo diferencial e integral
	Ecuaciones diferenciales
	Álgebra lineal
	Métodos numéricos
	Física
	Mecánica
	Electricidad y magnetismo
	Física moderna
Ciencias básicas de la medicina	Principios básicos de fisiología humana
	Sistemas fisiológicos humanos
	Química para bioingeniería
	Bioquímica
	Anatomía
Computación	Diseño de programas
	Programación orientada a objetos

Cuestionario (Extraído del Anexo 1):

1. ¿Cuál(es) de los siguientes bloques, que complementan tu formación en la universidad crees que requieran mayor material didáctico u otras formas de estudio?

- ° Electromédica
- ° Biomédica
- ° Ciencias básicas de la ingeniería
- ° Ciencias básicas de la medicina
- ° Ninguna

2. ¿Qué materias consideras más difíciles de comprender?

Listado de materias anterior

3. ¿Existe algún tema/materia dentro del plan de estudios que te haga sentir inseguro o poco preparado?

4. Si tu respuesta anterior fue "sí" menciona cuál o cuáles:

5. ¿Por qué crees que haya asignaturas en las que un porcentaje considerable de estudiantes no logra comprender?

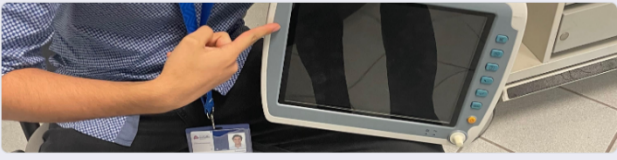
6. ¿Qué temas desarrollados en tu carrera te gustaría entrenar o aprender para tener un mayor dominio?

7. ¿Conoces los principales equipos médicos del sector hospitalario? (Menciona cuales)

8. ¿Los has usado o has tenido trato directo con ellos?

El cuestionario fue elaborado a partir de la observación del plan de estudios y las divisiones correspondientes a cada asignatura, el listado de materias funcionará para ser agregado como opción en las respuestas dentro del documento de encuesta, para que, de esta forma, el alumno a contestar no omita por olvido alguna asignatura.

Formato de cuestionario en Google Forms:



Encuesta inicial a estudiantes

Estimado ingeniero en proceso, estamos desarrollando un proyecto innovador para impulsar la formación de los próximos estudiantes de Ingeniería biomédica, tu experiencia dentro de la institución, nos parece vital para la adecuación de las soluciones que queremos ofrecer.

Electromédica

- Circuitos eléctricos
- Dispositivos electrónicos
- Electrónica analógica
- Microcontroladores
- Sistemas eléctricos
- Electrónica de potencia

Ciencias básicas de la medicina

- Sistemas fisiológicos humanos
- Química para bioingeniería
- Bioquímica
- Anatomía

Biomédica

- Introducción a la IBI
- Biomecánica
- Biomateriales
- Bioinstrumentación
- Dispositivos de monitoreo y técnicas de imagenología
- Organización y manejo de la tecnología de equipos médicos

Ciencias básicas de la ingeniería

- Estadística
- Cálculo vectorial
- Álgebra
- Cálculo diferencial e integral
- Ecuaciones diferenciales
- Física
- Mecánica

¿Cuál(es) de los siguientes bloques que complementan tu formación en la universidad crees que requieran mayor material didáctico u otras formas de estudio? *

Electromédica

Biomédica

Ciencias básicas de la ingeniería

Ciencias básicas de la medicina

Ninguna

¿Conoces los principales equipos médicos del sector hospitalario? (Menciona cuales) *

No

Otro: _____

¿Los has usado o has tenido trato directo con ellos (en mayoría)? *

Sí

No

Enviar Borrar formulario

¿Qué materias consideras más difíciles de comprender? *

Circuitos eléctricos

Dispositivos electrónicos

Electrónica analógica

Diseño lógico

Microcontroladores

Teoría de control

Sistemas eléctricos

Electrónica de potencia

Introducción a la ingeniería biomédica

Biomecánica

Biomateriales y su interacción con el cuerpo humano

Bioinstrumentación

Bioética

Análisis de señales y proceso de imágenes

Dispositivos de monitoreo y técnicas de imagenología

Organización y manejo de la tecnología de equipos médicos

Base de datos

¿Existe algún tema/materia dentro del plan de estudios que te haga sentir inseguro o poco preparado? *

Sí

No

Si tu respuesta anterior fue si menciona cuál o cuáles:

Tu respuesta _____

¿Por qué crees que haya asignaturas en las que un porcentaje considerable de estudiantes no logra comprender? *

Tu respuesta _____

¿Qué temas desarrollados en tu carrera te gustaría entrenar o aprender para tener un mayor dominio? *

Tu respuesta _____

Figura 7. Cuestionario (vista google Forms). Elaboración propia

Enlace de la encuesta:

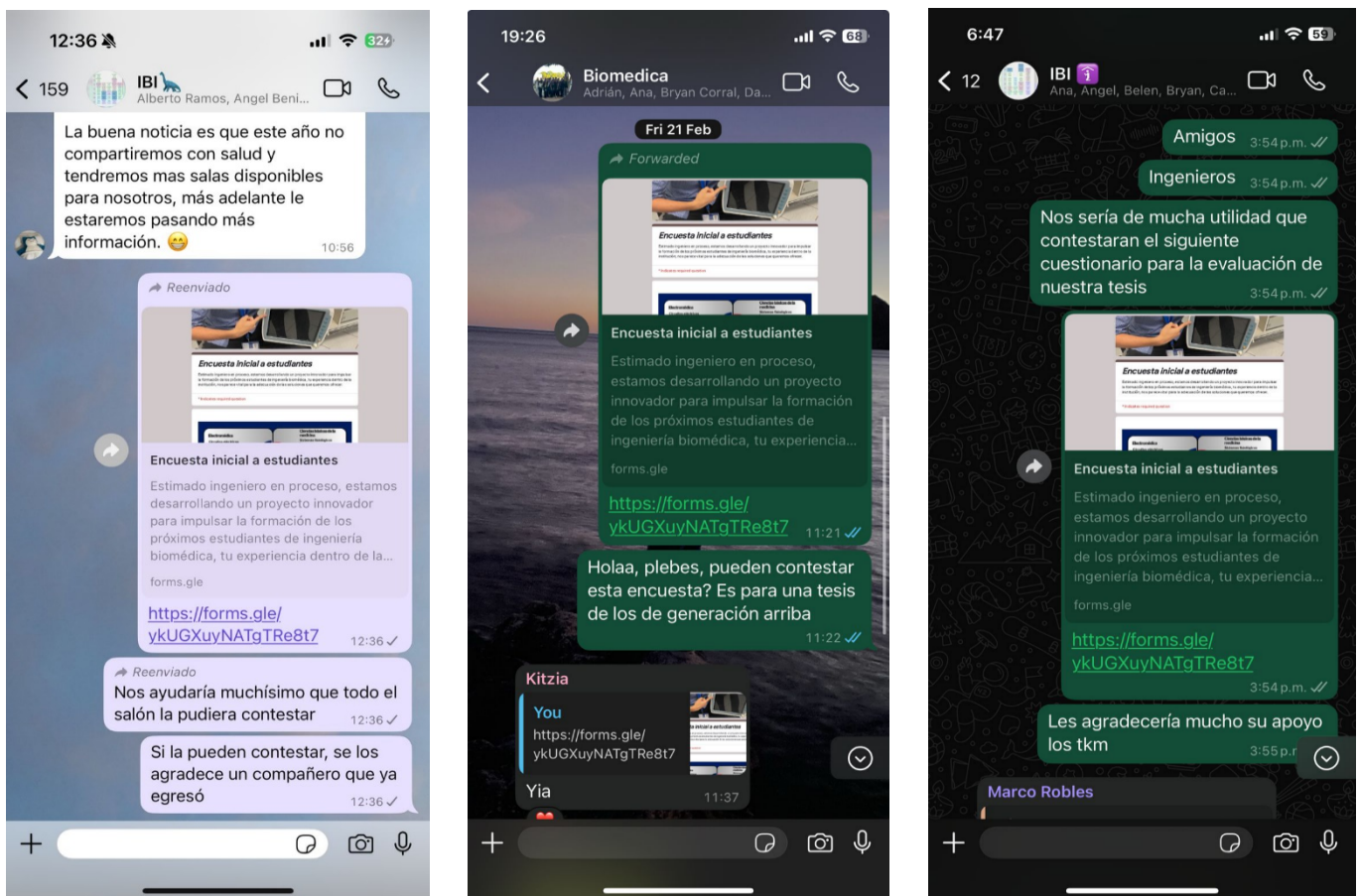
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfEh8EznCGvtI_D8wOw_euDtdf5LiOrgMfc1_eD8NswsYfMiA/viewform

El documento Google Forms cuenta con las 8 preguntas anteriormente planteadas, así como la posibilidad de dar diferente tipo de respuestas, puede participar cualquiera con el enlace y solo se le hará llegar a los participantes requeridos.

Encuesta al alumno:

La matrícula de ingeniería biomédica es aproximadamente de 120 estudiantes, sin embargo, para que la encuesta anterior pueda ser respondida se es necesario al menos, haber conocido un porcentaje considerable de las materias, por lo que, se solicitará la respuesta solamente de las últimas tres generaciones que cursan la licenciatura, un aproximado de 60 alumnos.

Figura 8. Capturas, comunicación por encuesta. Elaboración propia.



Se hizo llegar el link de la encuesta a los grupos de cada semestre haciendo que el proceso sea eficiente y veloz. Para concluir la recepción de respuestas será necesario llegar a un mínimo para obtener una retroalimentación considerable y de alta confiabilidad.

La siguiente fórmula es un estándar en metodología estadística para poblaciones finitas, muestra el mínimo poblacional que permita obtener un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% según la Universidad Autónoma de Madrid:

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e_{p\tau}^2 \cdot (N - 1) + z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}$$

(Instrumento en Anexo 10)

n = Tamaño de la muestra

N = Las tres generaciones mayores de la carrera de biomédica (60)

z = Valor de la distribución normal estándar para un nivel de confianza (1.96 para un 95% de confianza)

p = Proporción esperada de la población con la característica estudiada (si no se conoce, se usa 0.5)

q = 1 - p

E = Margen de error permitido (0.05)

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{60 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(60 - 1) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} \\
 &= \frac{60 * 3.8416 * 0.25}{59 * 0.0025 + 3.8416 * 0.25} \\
 &= \frac{60 * 0.9604}{0.1475 + 0.9604} \\
 &= \frac{57.624}{1.1079}
 \end{aligned}$$

$$= 52.03$$

Al aplicar la fórmula, se concluye que la población ajustada a 60 estudiantes, requiere obtener al menos 52 respuestas para asegurar un resultado confiable con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Resultados de la encuesta:

Pregunta 1: ¿Cuál(es) de los siguientes bloques que complementan tu formación en la universidad crees que requieran mayor material didáctico u otras formas de estudio?

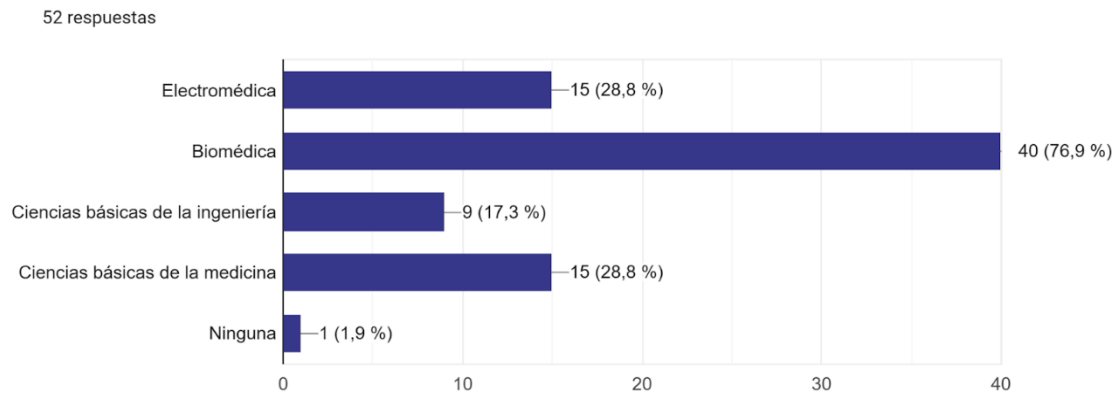


Figura 9. Resultado pregunta 1, encuesta 1. Elaboración propia

2. ¿Qué materias consideras más difíciles de comprender?

52 respuestas

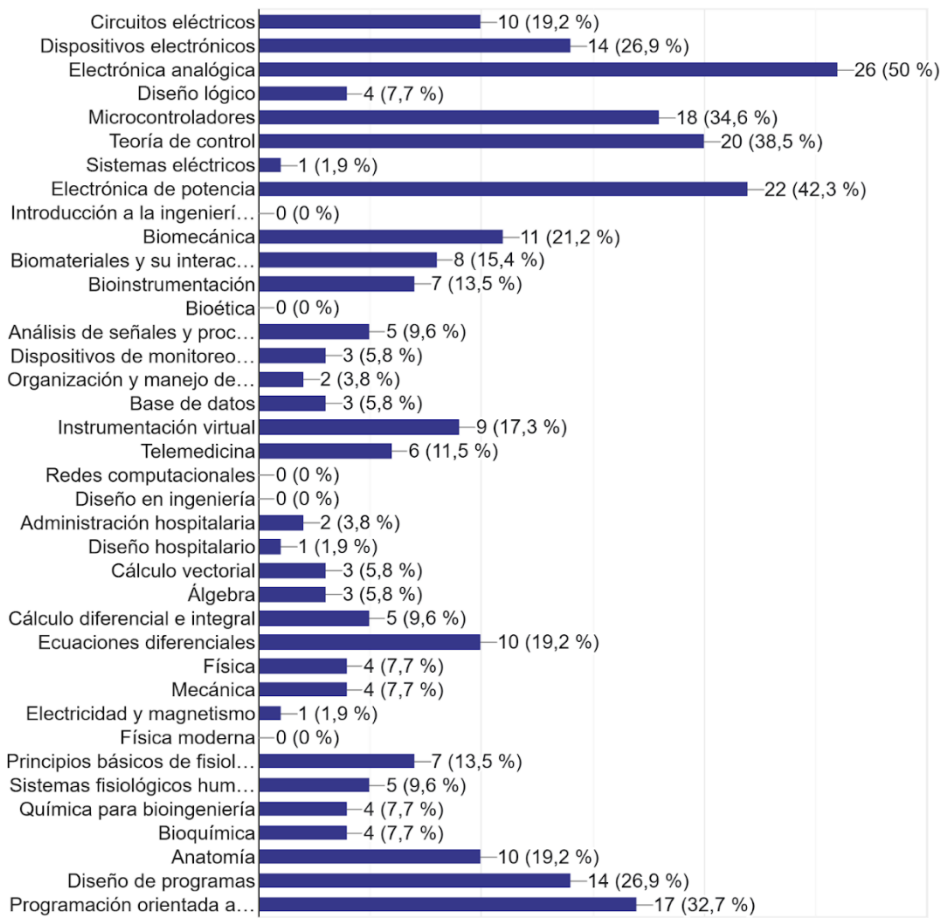


Figura 10. Resultado pregunta 2, encuesta 1. Elaboración propia

3. ¿Existe algún tema/materia dentro del plan de estudios que te haga sentir inseguro o poco preparado?

52 respuestas

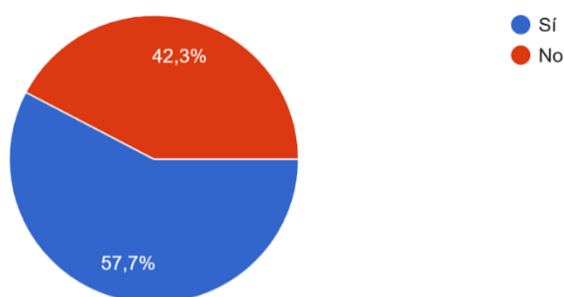


Figura 11. Resultado pregunta 3, encuesta 1. Elaboración propia

4. Si tu respuesta anterior fue si menciona cuál o cuáles:

- Electrónica, tuvo 14 menciones de 29 respuestas, sin embargo, se englobaron en una misma respuesta a las asignaturas de dispositivos eléctricos, electrónica analógica y electrónica de potencia.
- Teoría de control y programación tuvieron el segundo lugar en mayores menciones.
- En tercer lugar se englobaron los temas de medicina, biomecánica y biomateriales
- Mencionaron que no se conocen los suficientes equipos médicos
- Poco entendimiento de circuitos eléctricos y filtros.

5. ¿Por qué crees que haya asignaturas en las que un porcentaje considerable de estudiantes no logra comprender?

Tabla 3. Resultado pregunta 5, encuesta 1. Elaboración propia

Respuesta del encuestado	Número de respuestas similares
Por los pocos métodos de enseñanza que se usan, son ordinarios, no todos aprenden igual y cuesta adaptarse	14
Falta de preparación del maestro	12
La materia es complicada y la evalúan de manera difícil.	10
No contamos con las bases suficientes	6
Poco material de estudio y mucho contenido teórico en poco tiempo	5
Por el plan mal hecho	3

Porque se me dificulta entender los conceptos	3
Algunos temas quizás no están lo suficientemente explicados para alcanzar la comprensión de todos los alumno	3
Los estudiantes no quieren aprender	2
No hay equipos médicos con los que podamos practicar	1
Necesitamos maestros biomédicos o que tengan experiencia en el área	1
Falta de vocación de los maestros	0
No se les da ese tipo de materias	0
Porque se necesitan casos en donde podamos relacionarlos con la vida diaria	0

6. ¿Qué temas desarrollados en tu carrera te gustaría entrenar o aprender para tener un mayor dominio?

Tabla 4. Resultado pregunta 6, encuesta 1. Elaboración propia

Tema/Materia	Número de respuestas
Organización y manejo de la tecnología de equipos médicos	20
Electrónica	15
Temas relacionados al área de medicina	11
Ventas	6
Programación	5
Teoría de control	4
Biomecánica y biomateriales	6
Cómo desarrollarse y enfrentarse ante un problema que podría surgir sin haber existido antes	1
Inteligencia artificial	1
Simulaciones del trabajo real	1
Normativa	1

Dentro del tema de organización y manejo de la tecnología de equipos médicos siendo el más mencionado se englobaron las siguientes respuestas:

- Equipos y dispositivos médicos
- Uso de herramientas y equipo
- Mantenimientos preventivos y correctivos
- Administración
- Licitaciones y procesos de venta de tecnología médica
- Gestión hospitalaria
- Tratar con equipos

7. ¿Conoces los principales equipos médicos del sector hospitalario? (Menciona cuales)

Tabla 5. Resultado pregunta 7, encuesta 1. Elaboración propia

Equipo médico	Frecuencia
Monitor de signo vitales	23
Ventilador	15
Máquina de anestesia	14
Desfibrilador	12
Electrocauterio	5
Autoclave	4
Electrocardiógrafo	3
Bomba de infusión	3
Cama hospitalaria	3
Mesa quirúrgica	3
Ultrasonido	2
TAC (Tomografía computarizada)	2
Rayos X	2
Lámpara quirúrgica	2
Resonancia magnética (RM)	2
Torre de laparoscopia	2
Microscopio quirúrgico	2

Humidificador	1
Baumanómetro	1
Equipos de imagenología	1
Tomógrafo	1
Angiógrafo	1
Arco en C	1
Laringoscopio	1
Bomba extracorpórea	1
Aspirador quirúrgico	1
Negatoscopio	1

8. ¿Los has usado o has tenido trato directo con ellos?

52 respuestas

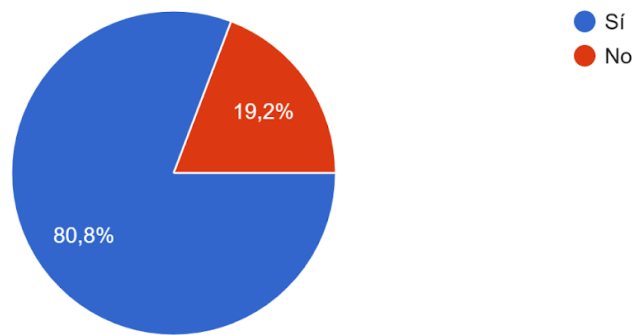


Figura 12. Resultado pregunta 8, encuesta 1. Elaboración propia

Al condensar los resultados generales en un mismo análisis se puede afirmar que los estudiantes presentan necesidades y desafíos educativos aun en las generaciones superiores de la carrera. A partir de las tablas y gráficas proporcionadas de la encuesta se logran observar los siguientes factores:

- Las áreas que requieren mayores recursos de estudio son los módulos de biomédica y de las ciencias básicas de la medicina.
- Las materias como teoría de control, microcontroladores, programación y electrónica fueron frecuentemente mencionadas como las más difíciles en cada semestre.

- Existe una inseguridad entre el cuerpo estudiantil en temas de electrónica principalmente, siguiendo teoría de control y programación.
- Exponen necesidad de trabajo con dispositivos médicos, así como en el diseño de circuitos.
- Formación en el manejo de la tecnología de equipos médicos fue el área más solicitada incluyendo habilidades prácticas como el uso de dispositivos médicos, realización de mantenimientos y gestión de equipo hospitalario.
- Expresaron un fuerte deseo de realizar simulaciones del mundo real, así como ejercicios para la resolución de problemas.
- Un número significativo de estudiantes expuso que los métodos de enseñanza actuales no son suficiente para abarcar todos los estilos y formas de aprender.

Los métodos de enseñanza que se utilizan en la carrera son demasiado ordinarios y difíciles de adaptar, lo que sugiere la necesidad de herramientas que permitan una formación más interactiva y atractiva para las generaciones actuales.

4.1.2 Interpretación de resultados.

Detección de necesidades.

Tabla 6. Detección de necesidades. Elaboración propia

Materia	Menciones	Definición/Propósito
Electrónica	56	Estudio de componentes electrónicos como transistores, diodos y resistencias para su aplicación en sistemas eléctricos. Análisis y diseño de circuitos electrónicos que trabajan con señales continuas, incluyendo amplificadores y filtros.
Programación	42	Estructurar un código funcional para aplicación de proyectos, así como la estructuración de entidades y clases.
Ciencias básicas de la medicina	33	Se refiere a las disciplinas científicas fundamentales que sustentan el conocimiento y la práctica médica. Incluye temas como anatomía y fisiología.
Organización y manejo de la tecnología de equipos médicos	33	Esto implica la planificación, coordinación y supervisión de equipos médicos, la tecnovigilancia y mantenimientos
Teoría de control	24	Una rama de la ingeniería y las matemáticas que trata del comportamiento de los sistemas dinámicos y cómo influir en sus salidas utilizando entradas (señales de control).
Biomecánica	15	El estudio de la estructura, función y movimiento de los sistemas biológicos, como el cuerpo humano, utilizando principios de mecánica.

Con base a lo anterior categorizado, se necesita implementar soluciones que mejoren la experiencia de aprendizaje. En este caso, simulaciones interactivas que permitan a los estudiantes explorar escenarios biomédicos sin necesidad de hardware físico, mientras que las prácticas guiadas y auto dirigidas promuevan un aprendizaje activo y la resolución de problemas reales.

Es de vital importancia incluir recursos educativos adicionales, crear una comunidad de aprendizaje en donde se publique la plataforma y pueda realizar evaluaciones interactivas con retroalimentación inmediata para asegurar que los estudiantes estén bien preparados para aplicar sus conocimientos en sus entornos correspondientes.

Mapa mental (Conclusiones).



Figura 13. Mapa mental de conclusiones de necesidades. Elaboración propia



Figura 14. Necesidades captadas. Elaboración propia

Intersecciones.



Figura 15. Intersecciones. Elaboración propia

Propuestas de solución.

Tabla 7. Propuestas de solución. Elaboración propia

Punto de Intersección	Solución	Justificación	Implementación en Plataforma Virtual
Falta de material didáctico e interacción con equipo médico	Documentación para explicar las funciones y uso del equipo médico, así como simulaciones para interactuar con estos.	Los estudiantes requieren material de estudio y solicitan mayor énfasis en tecnología médica y uso de equipos. Las simulaciones funcionan contra la falta de inventario.	Documentación descargable en PDF que funcione como guía para utilizar equipo médico. Simulaciones digitales de equipo médico.
Materias con alta carga matemática (Teoría de Control, Electrónica de Potencia, Cálculo Diferencial e Integral)	Simulación digital de ecuaciones y diseño de circuitos.	Permite visualizar respuestas en tiempo real, facilitando la comprensión de conceptos abstractos.	Programar módulos interactivos que retroalimenten con recursos visuales.
Recursos educativos adicionales para ciencias básicas médicas	Cuestionarios que pongan a prueba los conocimientos de los estudiantes y así, obtengan retroalimentación formativa.	Los cuestionarios sustentarán los conocimientos y la retro les indicará las áreas de crecimiento para su formación autónoma.	A partir de recursos bibliográficos y el plan de estudios, programar cuestionarios en una plataforma, con opción de retroalimentar con consejos y sugerencias.
Materias que requieren práctica (Microcontroladores, materias de electrónica)	Simulación de circuitos y conexión con Arduino.	Aprovechar entornos virtuales para comprender la electrónica de los proyectos.	Programar simulaciones, aprender circuitos sin hardware costoso.
Interdisciplinariedad y conocimientos previos (Biomecánica, Bioinstrumentación)	Instrumentación virtual de señales biomédicas y Arduino.	Permite estudiar el comportamiento del cuerpo humano sin necesidad de equipo o pacientes reales.	Generar un prototipo y programa que proyecte señales de sensores biomédicos como ECG o SpO2.
Dificultades en Programación (Programación Orientada a Objetos)	Laboratorio de programación.	Un espacio donde se agreguen cursos de video elaborado por estudiantes.	Uso de bloques en LabVIEW para crear controladores de sensores en Arduino y visualizar datos.
Falta de metodologías adecuadas	Creación de ejercicios interactivos digitales.	Aumenta el aprendizaje práctico sin depender de laboratorios físicos. Mayor conexión con nativos digitales.	Plataforma intuitiva que estimule un aprendizaje práctico, visual y que retroalimente.

	Crear un espacio para compartir proyectos y experiencias en un foro virtual	Aprovechar las experiencias obtenidas entre generaciones para obtener consejos e inspiración.	Foro controlado por el CEBI donde se compartirán proyectos sobresalientes y asesorías.
--	---	---	--

La integración de la tecnología digital ofrece un apoyo innovador y efectivo para el aprendizaje de disciplinas técnicas, especialmente en contextos educativos donde los laboratorios físicos pueden ser escasos. Esta combinación permite a los estudiantes interactuar con simulaciones y llevar a cabo ejercicios prácticos que ayudan a conectar la teoría con la práctica a escala.

4.1.3 Desarrollo y validación de cuestionarios.

A partir del plan de clase de las materias de anatomía y fisiología se seleccionaron los siguientes temas para desarrollarlos en distintos cuestionarios:

- Introducción y planimetría
- Osteología de cabeza y cuello
- Osteología de extremidades superiores
- Osteología de extremidades inferiores
- Columna y tórax
- Anatomía intracraneal
- Anatomía cardiovascular
- Circulación aorta, vasos y arterias principales
- Pulmones y pleura

Tabla 8. Temas para cuestionarios de Anatomía y Fisiología. Elaboración propia

Materia	Sistema	Subtema
Anatomía	sistema óseo	introducción y planimetría
Anatomía	sistema óseo	osteología de cabeza y cuello
Anatomía	sistema óseo	osteología de extremidades superiores
Anatomía	sistema óseo	osteología de extremidades inferiores
Anatomía	sistema óseo	columna y tórax
Anatomía	sistema nervioso	anatomía intracraneal generalidades
Anatomía	corazón y sistema circulatorio	anatomía cardiovascular
Anatomía	corazón y sistema circulatorio	circulación aorta, vasos, arterias principales
Fisiología	sistema respiratorio	pulmones y pleura
Fisiología	sistema respiratorio	Bronquios

Formulación de cuestionarios

Una vez que los temas fueron elegidos, se desarrollarán los cuestionarios a partir de bibliografía recomendada sobre temas acerca de fisiología (Hall J. E., 2013) y recursos de internet. Consiguientemente se incluirá al proyecto de investigación un ejemplo de los cuestionarios, el resto estarán disponibles para consultar en los anexos (Anexo 11)

Cuestionario corazón fácil:

1. ¿Cómo se llama la válvula que une la aurícula izquierda con el ventrículo izquierdo?

- > Mitral
- 2. ¿Cómo se llama el vaso sanguíneo por el que la sangre sale del corazón para repartirse por todo el cuerpo?
 - > Arteria aorta
- 3. ¿Cómo se llama el vaso sanguíneo por el que la sangre sale del corazón para ir a los pulmones?
 - > Arteria pulmonar
- 4. ¿Cómo se llaman las cavidades por las que la sangre entra al corazón?
 - > Aurículas
- 5. ¿Cómo se llaman los vasos sanguíneos por los que la sangre vuelve al corazón desde los pulmones?
 - > Venas pulmonares
- 6. ¿Cómo se llama la válvula que une la aurícula derecha con el ventrículo derecho?
 - > Tricúspide
- 7. ¿Cómo se llaman las cavidades que impulsan la sangre fuera del corazón?
 - > Ventrículos
- 8. ¿Cómo se llama el movimiento por el que el corazón se contrae?
 - > Sístole
- 9. ¿Cómo se llaman los vasos sanguíneos por los que la sangre regresa al corazón desde el cuerpo?
 - > Venas cavas
- 10. ¿Cómo se llama el movimiento por el que el corazón se dilata?
 - > Diástole

4.1.4 Desarrollo de simulaciones.

Propuestas de simulación.

Tabla 9. Propuestas de simulación

Propuesta	Temas/Asignaturas	Definición/Propósito	Necesidades
Simulaciones de equipo médico	Introducción a la ingeniería biomédica, Dispositivos de monitoreo, Organización y manejo de la tecnología de equipos médicos, Ingeniería clínica, Telemedicina.	Simulaciones que permitan interactuar con el equipo médico. A partir del modelado explicar las partes y funciones del equipo hospitalario, diferenciando entre modelos y marcas conocidas.	Convenio con instituciones de salud y comercializadoras de equipo médico para la obtención de imágenes en alta calidad del equipo. Simulación realizada a partir de LabVIEW.
Simulaciones de Circuitos eléctricos en LabVIEW	Electrónica Analógica, Circuitos eléctricos, Electrónica de potencia.	Simulación y construcción de circuitos en un entorno virtual para el cálculo automático de componentes.	Diseño de circuitos electrónicos básicos como referencia, LabVIEW para simulación.
Simulación de monitor de signos vitales y Arduino	Bioinstrumentación, Fisiología, Instrumentación virtual, Análisis de señales, Dispositivos de monitoreo, Telemedicina.	Lectura de ECG y SpO2 en tiempo real con sensores y Arduino para ser proyectadas las señales en un modelo virtual de monitor de signos vitales.	Sensores biomédicos, placa de Arduino, LabVIEW para visualización de señales en interfaz digital.
Simulación de señales ECG	Fisiología, Análisis de señales, Dispositivos de monitoreo, Telemedicina.	Que el alumno pueda familiarizarse con los tipos de señales ECG así como las anomalías producidas por cardiopatías.	Programación en LabVIEW y la librería biomedical toolkit por NI.

Planes de acción

Simulaciones de equipo médico:

1. Definir los equipos médicos que se desean simular a partir de los más mencionados en la encuesta.
2. Contactar a hospitales, centros médicos y comercializadoras de equipo médico y hacer solicitud para obtener las imágenes del equipo y así realizar el modelado.
3. Ir a las instituciones aprobadas para seleccionar los modelos a simular, así como la toma de fotografías en alta calidad.
4. Realizar mapeo de los equipos, definir en un documento las partes y funciones que cada componente realiza.

5. Realizar modelado del equipo a partir de las imágenes.
6. Programar la interfaz con nodos de propiedad y botones para la activación y deshabilitación de imágenes y texto explicativo del equipo.
7. Realizar adecuaciones al diseño estético como fondos y logo.

Simulación de circuitos eléctricos:

1. Seleccionar los circuitos a simular a partir del plan de trabajo de las materias de electrónica.
2. Utilizar Multisim o LabVIEW para modelar circuitos básicos de electrónica biomédica.
3. Programar ejercicios de análisis de señales y respuesta de circuitos a diferentes estímulos, a partir de nodos fórmula.
4. Modelar gráficamente el circuito a tratar por medio de las funciones de LabVIEW.
5. Realizar adecuaciones al diseño estético como fondos y logo.

Simulación de monitor de signos vitales:

1. Obtener módulos electrónicos para captación de señales ECG y SpO2
2. Programar utilizando un Arduino la adecuación de señales y obtención de datos
3. Programar un proyecto en LabVIEW para la adquisición y procesamiento de señales biomédicas como ECG y spO2.
4. Implementar herramientas de filtrado y análisis de señales en tiempo real.
5. Crear modelo de monitor de signos vitales digital, así como la adecuación estética de la proyección de las señales
6. Adecuar caja protectora de módulos que permita la conexión de cable serial y ECG.

Simulación de señales ECG:

1. Implementar una simulación en LabVIEW utilizando el Biomedical Toolkit para visualizar señales ECG normales y patológicas.
2. Crear un modelo de monitor de signos vitales
3. Asignar barra de menú para seleccionar patología y así visualizar su señal.
4. Realizar adecuaciones al diseño estético como fondos y logo.

Definición de módulos

Simulaciones de equipo médico.

A partir de una representación digital de equipos médicos, siendo los más mencionados en las encuestas y los más presentes en el plan de carrera; el usuario podrá interactuar con las funciones de dicho equipo, gracias a la recreación por medio de un software el estudiante podrá inspeccionar, reconocer las partes que lo componen, sus funciones, así como su modo de uso.

Para desarrollar este tipo de simulaciones se requiere un programa que permita interactuar con imágenes digitales, a partir de máquinas de estados el software logrará

simular cambios en la percepción del dispositivo, diseñar movimientos y habilitar o deshabilitar aplicaciones o comentarios. Para realizar un programa útil y atractivo se requerirá obtener los recursos gráficos del equipamiento hospitalario, ya sea bajo la descarga de imágenes de alta calidad por internet o la obtención directa de estas, bajo convenio con hospitales y escuelas.

El proyecto se desarrollará por medio del software LabVIEW ya que, permite programar de una manera sencilla las máquinas de estados junto los recursos gráficos, posibilita el diseño de una interfaz interactiva, fácil programación y, sobre todo, la universidad cuenta con las licencias necesarias para su uso. Además de la programación en LabVIEW, se requerirá también algún software para la adecuación de las imágenes como PowerPoint y Canva para mejorar la calidad de la imagen, cambiar tamaños y eliminar fondos.

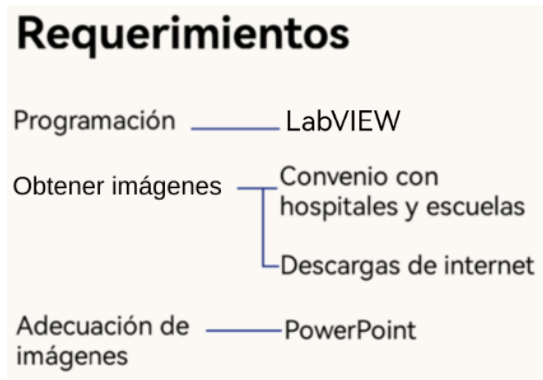


Figura 16. Requerimientos simulación de equipos. Elaboración propia

El propósito de estas simulaciones es permitir al estudiante interactuar con el equipo médico para que este se familiarice, conozca sus partes y sus funciones, sabiendo distinguir entre los distintos tipos de tecnologías que se manejan en el ámbito hospitalario, tanto por sus modelos como por sus marcas.

Para que el propósito de las simulaciones logre su éxito, se requiere que cada una de las funciones del programa cuenten con requisitos mínimos como, imágenes en alta calidad para que el usuario logre percibir a la perfección los modelos y partes que conforman al equipo, además de dar un agregado visual al diseño; interactividad, a partir de un modelo interactivo la aplicación funcionará como una extensión agradable para el fomento del aprendizaje y experiencia del estudiante.

Diseño preliminar.

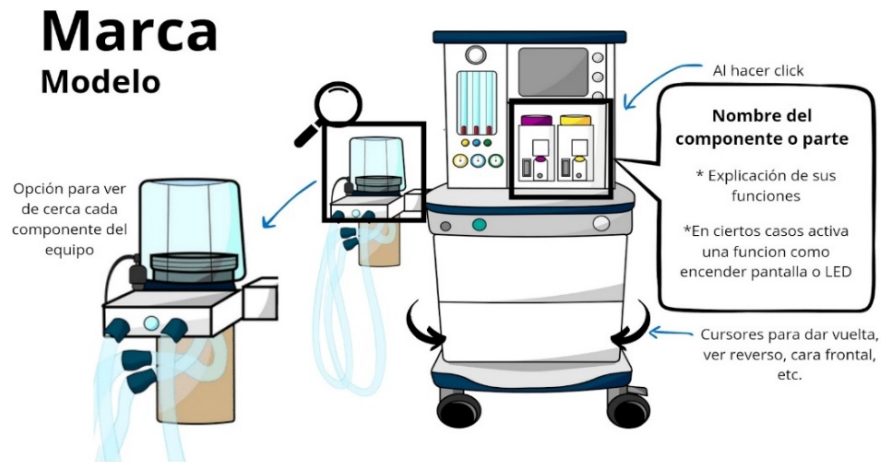


Figura 17. Diseño simulación de equipos. Elaboración propia

El programa funciona por medio de máquina de estados, se asignarán botones invisibles sobre la imagen, un botón por cada componente, según los botones que se vayan presionando se activarán unos y deshabilitarán otros, la imagen primaria cambia según el componente que se haya seleccionado, ya sea, para verlo más grande, bajo otra perspectiva, etc. así como, la activación de los comentarios explicando aquello que se está viendo.



Figura 18. Diseño (2) simulación de equipos. Elaboración propia

Según el componente que se seleccione el programa realiza una acción específica, hay botones que encienden componentes, simulando con el movimiento de imágenes, así pues, cada componente activa su nombre como título y una explicación de la función que ejerce en el equipo

Calculadora de circuitos eléctricos

Se desarrolló un simulador de circuitos eléctricos en donde, a partir de la selección de alguno de los diseños base, de filtros y Ley de Ohm, se podrán calcular los valores de los componentes que el circuito necesita. Para ello, se requiere de un repertorio de circuitos, preferentemente los más utilizados durante la carrera; el cálculo base de cada componente y un software que permita introducir valores mientras visualiza una representación gráfica del circuito y componentes a calcular.

A partir de los requisitos del programa se hace elección del software de LabVIEW ya que, además de su fácil alcance por la licencia que mantiene la universidad; permite realizar una interfaz interactiva, agregar recursos visuales para la interpretación del circuito y sus componentes, así como, agregar animaciones. Toda la simulación será desarrollada a partir de LabVIEW, sin necesidad de utilizar algún otro tipo de recurso digital, ya que, los diseños de los circuitos pueden ser realizados en el mismo software a partir de ejemplos obtenidos de material de estudio y bibliografía.

Requerimientos

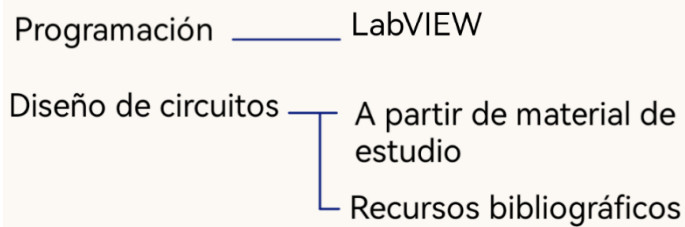


Figura 19.

simulación de circuitos. Elaboración propia

Requerimientos

El propósito de estas simulaciones es brindar al estudiante un manejo de herramientas que podrá utilizar durante toda su estadía educativa desde el tercer semestre, cursando electricidad y magnetismo hasta noveno en diseño de instrumentación biomédica. Con este recurso el alumno diseñará circuitos de una forma rápida y segura, gracias a la programación de fórmulas exactas para el cálculo de componentes.

Este tipo de aplicaciones se puede encontrar en software de diseño de circuitos, así como calculadoras online, el objetivo de agregarlo a la plataforma, es tener este tipo de recurso al alcance práctico del alumno, que tenga una variedad considerable de circuitos para poder hacer uso de este en muchas de las asignaturas que requieren esta clase de cálculos.

Diseño preliminar.

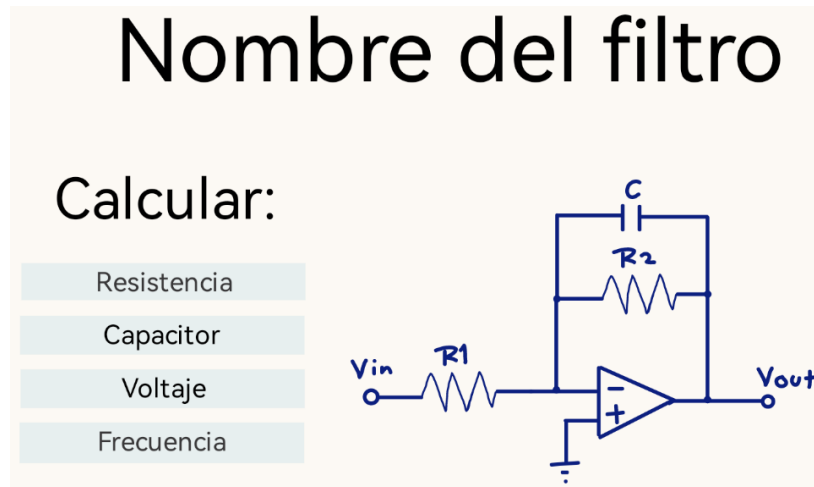


Figura 20. Diseño de simulación de circuitos. Elaboración propia

A partir de la selección de los circuitos disponibles, se logra apreciar en la interfaz el diseño del circuito, el nombre del filtro o fórmula requerida y, del otro lado las incógnitas, qué es lo que se busca calcular. Al escoger alguna de las opciones, haciendo clic en su botón, en el diagrama interno, se selecciona automáticamente el caso en donde se llaman las fórmulas requeridas para la operación, además, se deshabilitan textos y controladores para activar otros y así, seguir interactuando con el programa.

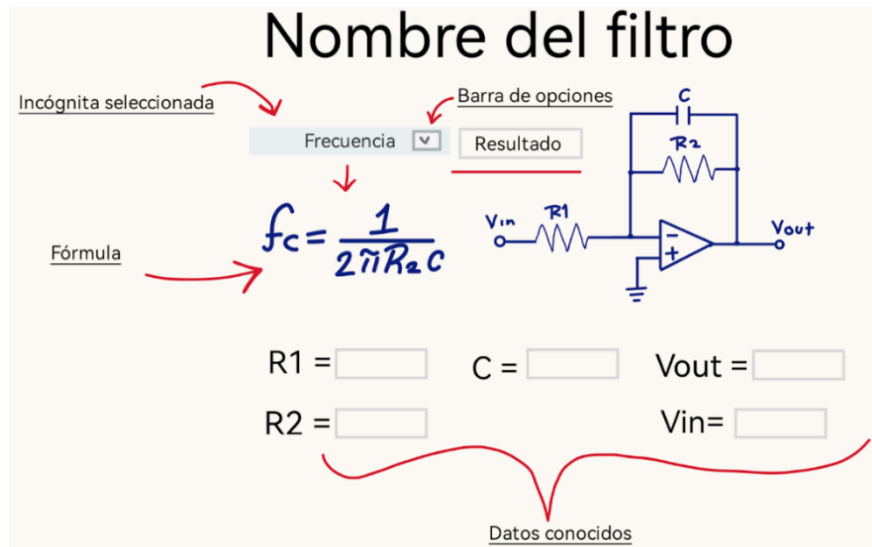


Figura 21. Diseño (2) de simulación de circuitos. Elaboración propia

Consecuentemente, la opción de botones cambia a una barra para poder cambiar de incógnita cada vez que se requiera, a su lado se proyectará el resultado. Abajo se hacen visibles los controladores para introducir los datos que se poseen, una vez que se obtengan los datos mínimos para hacer el cálculo, se proyectará el resultado en su indicador.

Monitor de signos vitales por medio de instrumentación virtual

Siendo el monitor de signos vitales el equipo más conocido y con más recurrencia entre las asignaturas de biomédica, se propone desarrollar un simulador como medio de primer contacto, para conocer y entender sus funciones, así como, poner a prueba al estudiante ante la instrumentación virtual, que comprenda los parámetros que lo componen, así como la interpretación de señales.

El programa requiere de dos fases, una consta del desarrollo de proyectos electrónicos, mientras que la segunda es puramente digital. Se adecuarán módulos ECG y SpO2 para captar señales fisiológicas reales, esta información será transferida por comunicación serial a un software en donde se proyectarán los resultados en un simulador de monitor de signos vitales. Para ello se requieren softwares de programación tanto para el control de componentes electrónicos, así como para el desarrollo de una interfaz atractiva y que pueda simular la señal como si se tratara de un monitor de signos vitales real.

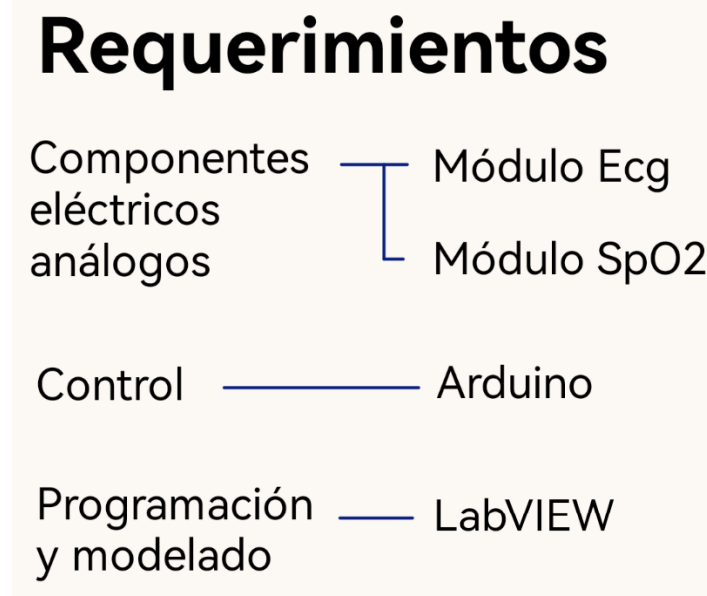


Figura 22. Requerimientos de simulación de MSV. Elaboración propia

El propósito es que el alumno conozca las aplicaciones de la instrumentación virtual poniéndola a prueba mientras comprende algunas funciones de los monitores de signos vitales. A partir de este tipo de simulación el estudiante podrá idear más funciones y programas, conocerá los módulos referentes en su carrera y podría utilizar estas herramientas para la calibración de circuitos, fomentar la creatividad en el diseño y adquirir un agregado visual a sus proyectos.

Diseño preliminar.

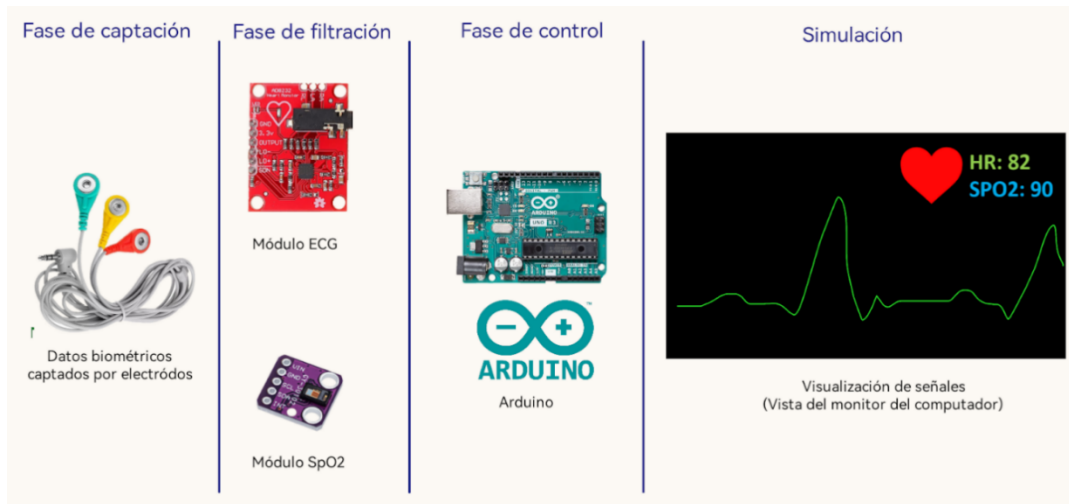


Figura 23. Diseño de simulador de MSV. Elaboración propia

Para captar los datos biométricos del usuario es necesario localizar las derivaciones del ECG a partir de electrodos, además, para la saturación de oxígeno, se requiere sobreponer el dedo índice sobre el módulo SpO2. El Arduino permite la alimentación y control de los circuitos de misma forma, permite interpretar la información de los módulos para transferirla por comunicación serial al computador que, por medio de LabVIEW se proyectan las señales a partir del simulador de monitor de signos vitales.

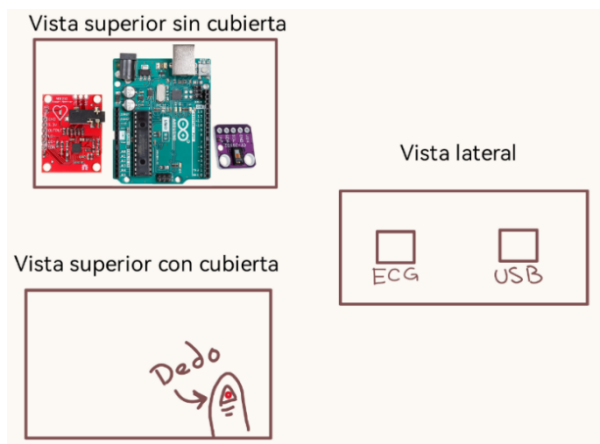


Figura 24. Diseño de cubierta de módulos de MSV. Elaboración propia

El proyecto adecuó una caja protectora en donde se depositaron todos los componentes electrónicos optimizando el diseño y la viabilidad del instrumento. Se grabó un dedo en la cubierta de la caja para indicar el haz infrarrojo del módulo SpO2 y así captar la saturación de oxígeno. Del lado lateral se realizaron los hoyos necesarios para el puerto USB del Arduino y el cable de derivaciones ECG.

Simulación ECG.

Se realizó un simulador de señales, modelando digitalmente un electrocardiógrafo, el cual, tendrá precargado diferentes tipos de señales ECG, las cuales, a partir de la elección de alguna cardiopatía, el simulador proyectará la señal que esta le representa. El programa requirió un software en el cual, el usuario pueda tener una interacción mínima con una interfaz que presentará en todo momento un diseño similar a una pantalla de electrocardiógrafo. El simulador deberá responder con señales gráficas en movimiento a partir de la entrada indicada.

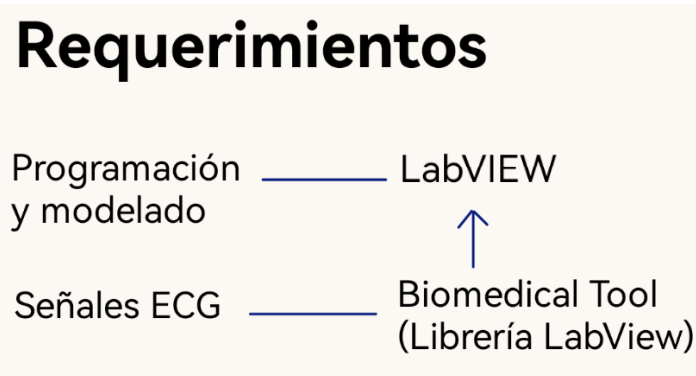


Figura 25. Requerimientos de simulación de señales ECG. Elaboración propia

La simulación fue desarrollada por medio de LabVIEW, aprovechando las librerías que el software admite, específicamente "biomedical tool kit", la cual, cuenta con distintas señales ECG diseñadas para su proyección a partir de un osciloscopio. No se requirió algún otro tipo de software, ya que, el modelado del electrocardiógrafo puede ser realizado, con las funciones gráficas de LabVIEW.

Biomedical Tool (Librería LabVIEW)

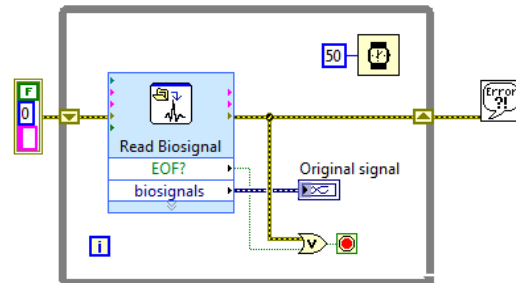


Figura 26. Diagrama de bloques de librería Biomedical Tool. Elaboración propia

El propósito de este programa es que el estudiante pueda identificar los tipos de señales que puede llegar a proyectar un electrocardiógrafo, que logre interpretar en un electrocardiograma las cardiopatías más comunes, así como, reconocer los resultados que sus calibraciones y filtros logran responder. Se busca que el alumno obtenga una guía de señales y así formar experiencia en la interpretación de señales ECG.

Diseño preliminar.

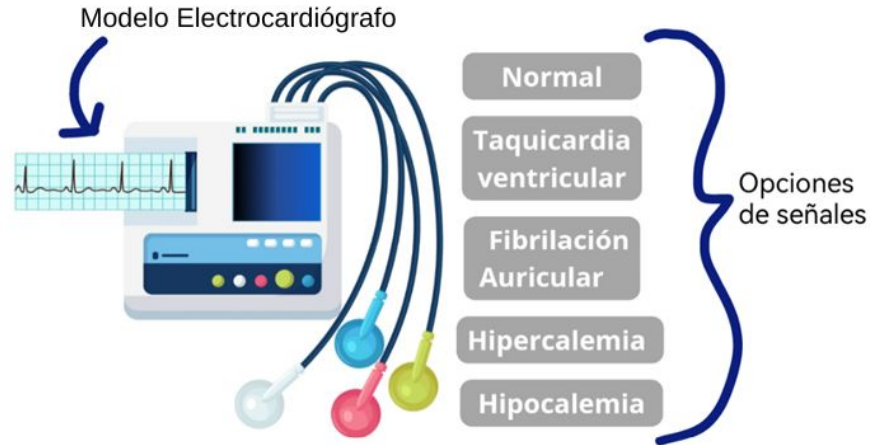


Figura 27. Diseño de simulador de señal ECG. Elaboración propia

La interfaz consta de un modelo de electrocardiógrafo y la opción de seleccionar la cardiopatía que deriva la señal en la proyección. El menú de opciones funciona como el controlador de la estructura de casos, el cual, a partir de la elección, lanza la señal precargada en la librería "Biomedical Tool kit" a un visualizados de señales que, a vista del usuario es un electrocardiógrafo.

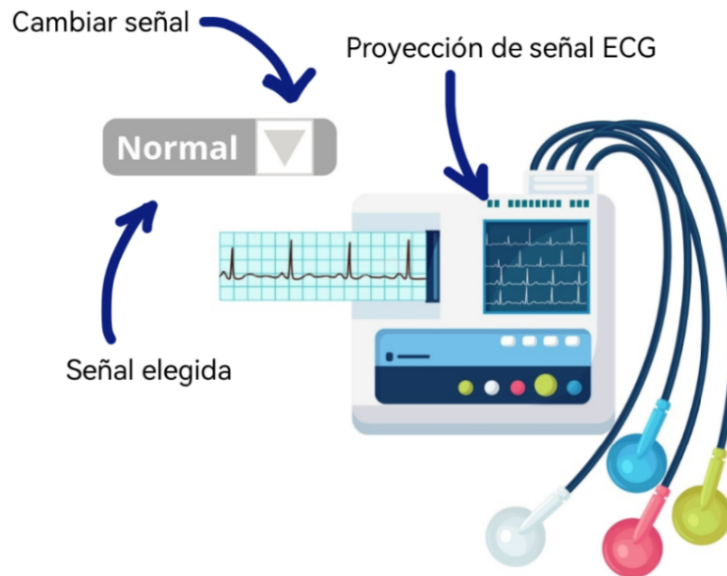


Figura 28. Diseño (2) de simulador de señal ECG. Elaboración propia

Una vez hecha la elección del menú de opciones la estructura de casos lanza la señal y desde la interfaz se puede observar la proyección de señal ECG, se muestra el nombre de la señal a visualizar. En todo momento es posible cambiar la cardiopatía escogida desplegando nuevamente el menú de opciones.

Programación

A continuación, se mostrará el código del programa representante de cada una de las simulaciones y se irán explicando cada uno de los recursos anexados como los diagramas de bloques y las interfaces. Posterior a la exposición de los programas se mostrará la evaluación de cada una de las simulaciones para corroborar su funcionalidad.

Programa1. Simulación de equipo médico:



Figura 29. Inicio de interfaz (Sim. Equipo médico). Elaboración propia

Las simulaciones de equipo médico comienzan proporcionando una vista general de todo el equipo, el fondo es de color blanco y cuenta con un estilo de desvanecido a gris en la parte inferior. Del lado superior izquierdo muestra en grande la marca del equipo, y debajo están los botones para retroceder, volver al inicio de la simulación y otro para volver a la interfaz inicial de la plataforma.



Figura 30. Explicación (Sim. Equipo médico). Elaboración propia

Al hacer clic en algún componente del equipo, automáticamente la imagen principal cambiará de acuerdo a lo seleccionado, del lado central izquierdo, se despliega un cuadro de texto explicativo que especifica el nombre del componente y su función que ejerce en el equipo. Hay partes de la máquina que solamente se pueden seleccionar posterior a una vista cercana, por lo que uno de los botones es para regresar a la vista en la que estaba anterior al clic de la elección.

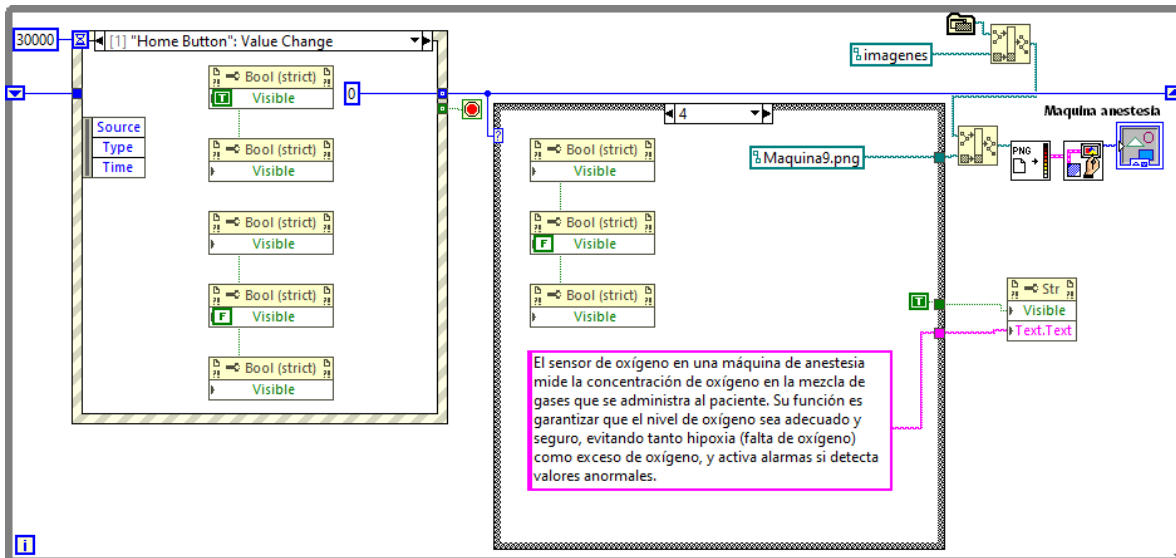


Figura 31. Diagrama de bloques (Sim. Equipo médico). Elaboración propia

El programa funciona a partir de la detección de clics a los botones invisibles sobrepuestos en la sección de imagen gracias a las funciones de *event cases*. Cuando dentro del *event case* se detecta una selección por parte del usuario el simulador acciona según el propósito del botón ya sea salir del simulador, volver a la página principal o un *case structure* (Figura 31). Cada caso realiza una cadena de acciones como activar y desactivar botones, hacer visible un cuadro de diálogo y cambiar la imagen extraída de una misma carpeta.

Programa 2. Calculadora de circuitos eléctricos:

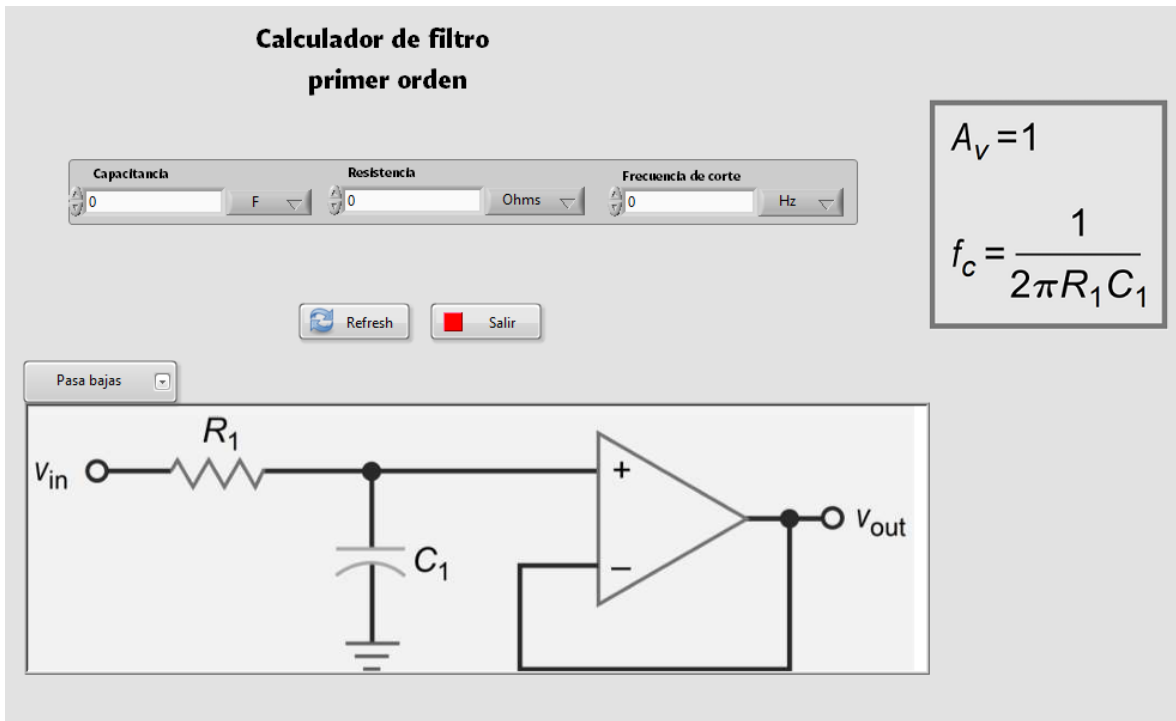


Figura 32. Interfaz (Sim. Circuito eléctrico). Elaboración propia

La interfaz consta de un recurso gráfico para el diseño del circuito, del lado superior derecho se encuentra la fórmula del filtro, la cual, se estará utilizando en el diagrama de bloques para encontrar la incógnita requerida. A partir de dos entradas en cualquiera de los tres controladores disponibles, la tercera será proyectada en un indicador, valor calculado a partir de la adecuación de la fórmula que requiere cada magnitud y tipo de unidad.

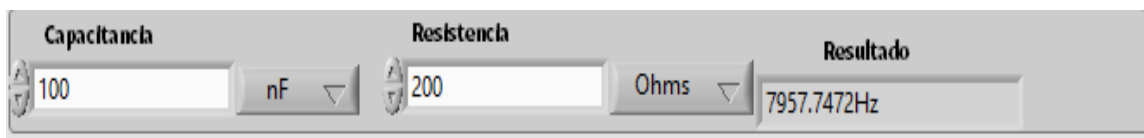


Figura 33. Interfaz proyecta resultado (Sim. Circuito eléctrico). Elaboración propia

Una vez que se proporcionen los datos mínimos para que la fórmula del circuito pueda resolver la incógnita, automáticamente el controlador del componente o magnitud faltante proyectara su valor necesario en formato de un indicador.

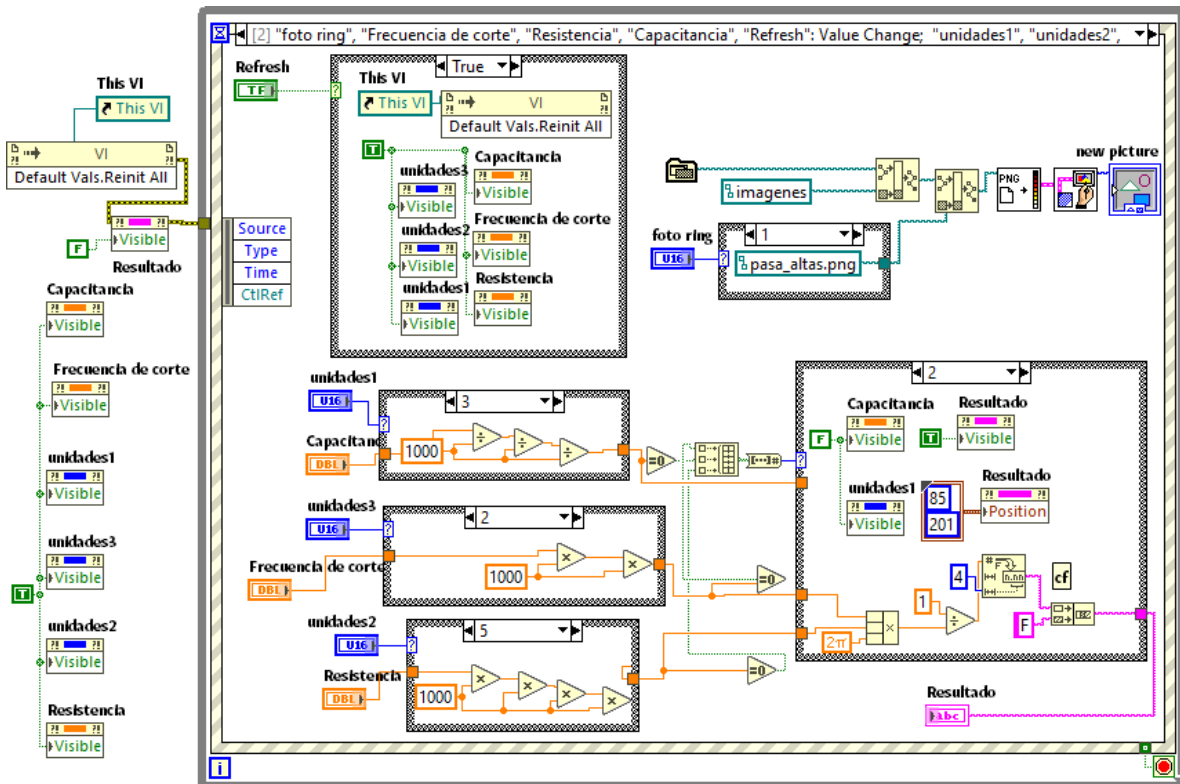


Figura 34. Diagrama de bloques (Sim. Circuito eléctrico). Elaboración propia

La funcionalidad del programa está englobado en un mismo event case, ya que, el otro evento posible es que el usuario haga clic al botón de salir para ir al inicio de la interfaz. El primer case structure activa un *refresh*, lo cual hace visible los controladores, ya que, una vez que se proyecta un resultado, el apartado de la incógnita deshabilita su controlador para proyectarse en un indicador.

El código muestra cómo es que se proyecta la imagen referente al circuito eléctrico a tratar, y los cases structure son para la interpretación de la fórmula según los datos que el usuario proporciona, funciona como una máquina de estados, si se tienen dos datos (los mínimos para desarrollar el problema) desencadenará en una fórmula específica, dependiendo qué datos se asignan, será el case con la fórmula requerida.

Programa 3. Monitor de signos vitales:

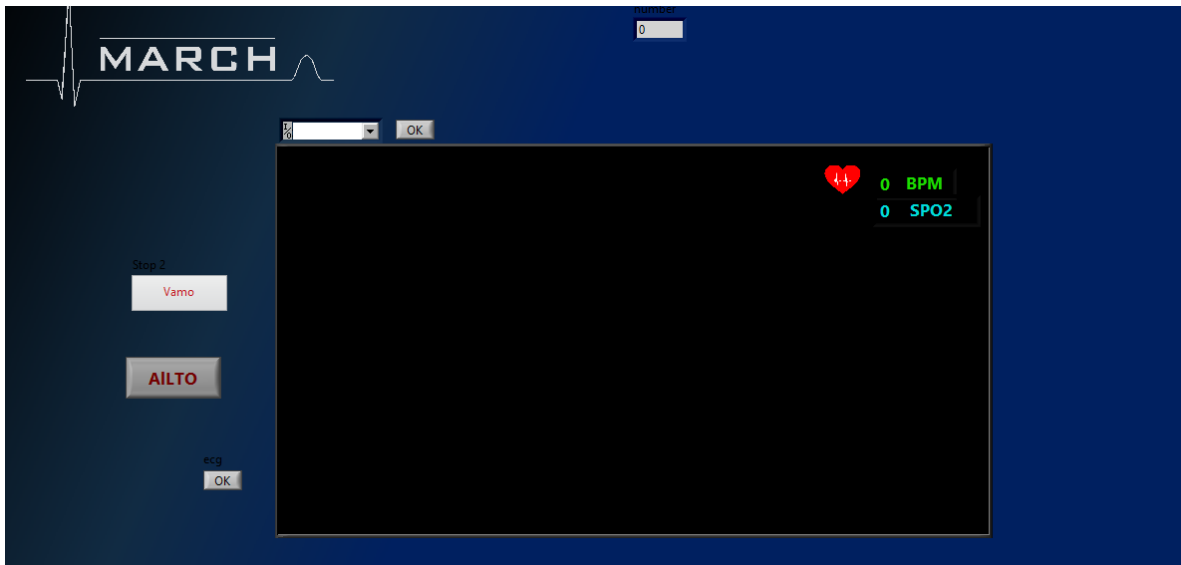


Figura 35. Interfaz (Sim. Monitor de signos vitales). Elaboración propia

La interfaz consta de un modelo de monitor (pantalla negra) el cual va proyectando la señal ECG captada por el Módulo ECG, así pues, a la esquina superior derecha del monitor proyecta el valor de latidos por minuto (BPM) y la saturación de oxígeno (SPO2). Por encima del monitor se encuentra la selección del puerto serial, el cual, debe ser seleccionado según cual tenga en conexión con los módulos, una vez elegido, se presiona ok para comenzar la comunicación serial. Los botones siguientes son para comenzar a visualizar las señales o por otro caso, terminar la conexión o salir de la pantalla de la simulación.

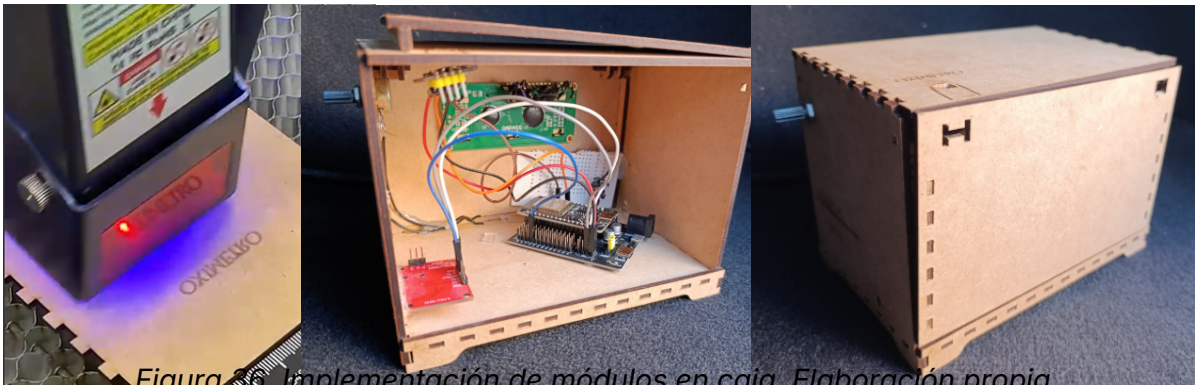


Figura 36. Implementación de módulos en caja. Elaboración propia

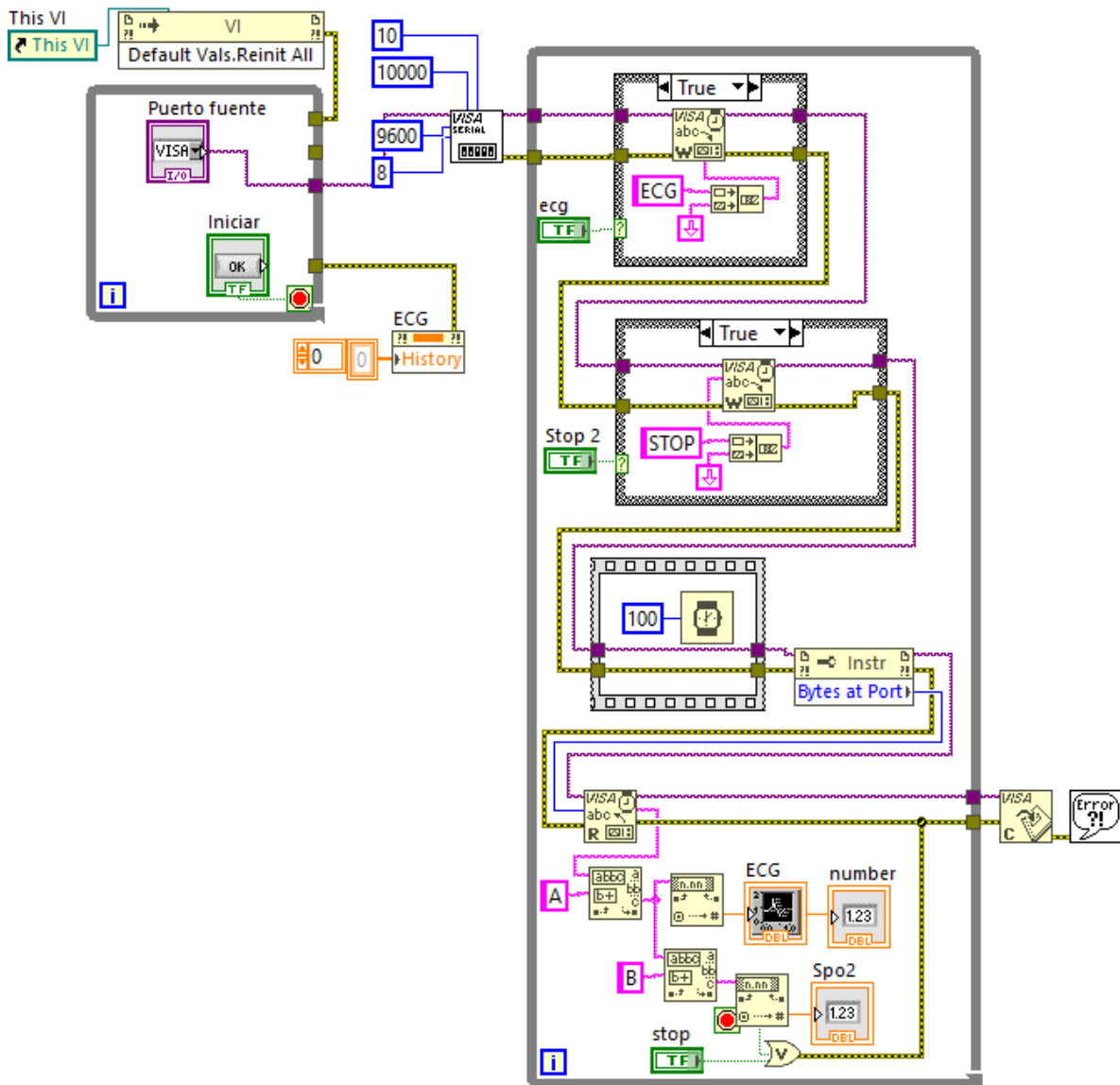


Figura 37. Diagrama de bloques (Sim. Monitor de signos vitales). Elaboración propia

Dentro del diagrama de bloques se puede observar cómo el programa consta primeramente de la comunicación serial mandando la señal al Arduino para que capte los datos desde los módulos, posteriormente el Arduino comunica los valores fisiológicos en un mensaje encriptado, desde LabVIEW se descifra y se asignan a los indicadores correspondientes.

Programa 4. Señales ECG:

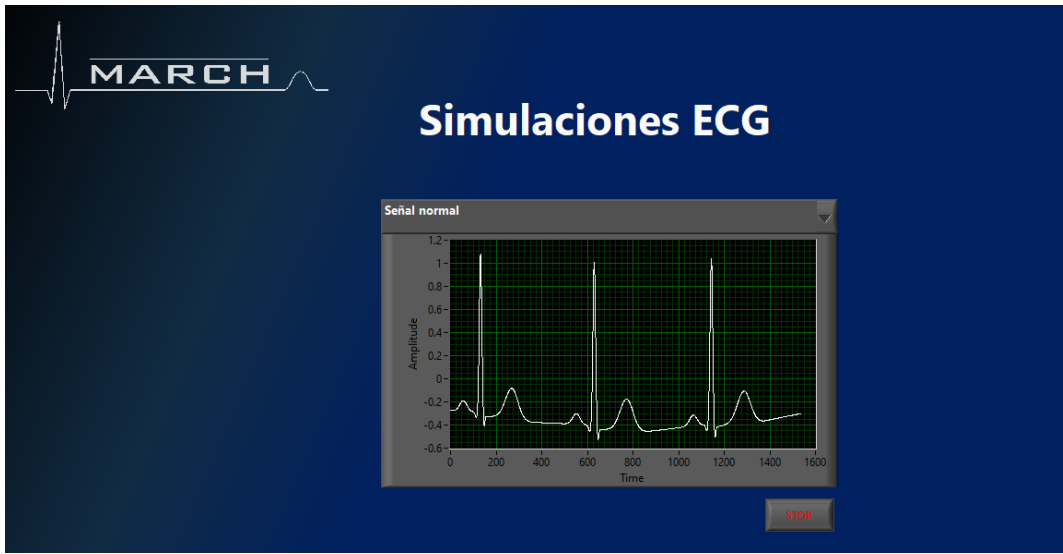


Figura 38. Interfaz (Sim. Señales ECG). Elaboración propia

La interfaz consta de una simulación gráfica de un electrocardiograma, la elección del tipo de señal está del lado superior del modelo, a partir de una barra de menú se puede elegir la cardiopatía o señal normal (como se observa en la Figura 38). Si se desea salir del programa será necesario presionar el botón STOP y automáticamente el usuario será transferido a la página principal de la plataforma.

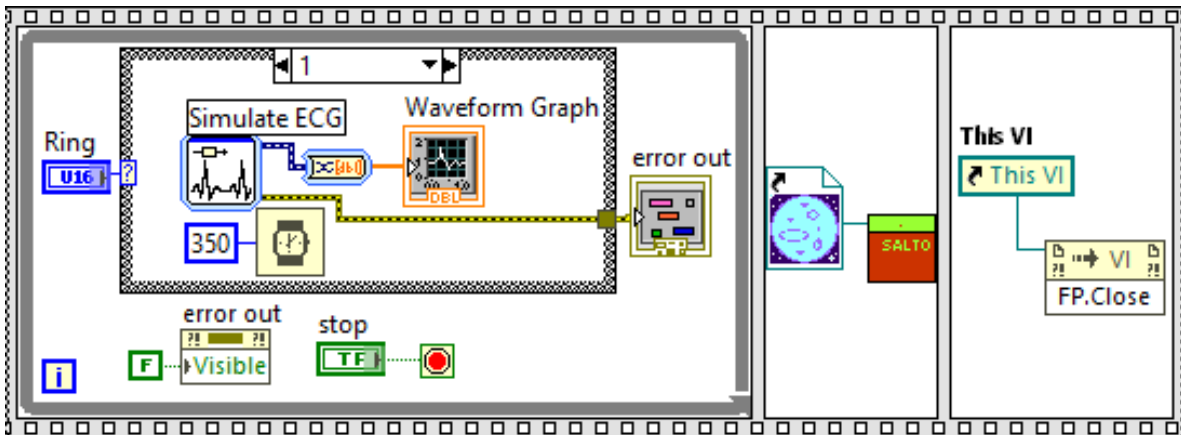


Figura 39. Diagrama de bloques (Sim. Señales ECG). Elaboración propia

Toda la simulación consiste de un case structure el cual es controlado por la barra de menú, según la señal elegida por el usuario, se proyecta el dato requerido de la librería Biomedical Tool. El Flat sequence funciona para salir de la simulación una vez se termine el While Loop por la presión del botón Stop.

Pruebas de funcionalidad individuales

Programa/Simulación: Simulación de equipo médico

Evaluación por: Ángel Arvizu

1. ¿Se pudo ejecutar el programa correctamente?

Si se pudo correr el programa correctamente

2. ¿Has detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctalo)

No se encontró ningún bug

3. Pondera del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X

4. Pondera del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X

5. Conclusiones de la simulación o programa

El programa funciona de manera óptima, ejecutando correctamente cada una de sus funciones planeadas.

Programa/Simulación: Calculadoras de circuitos eléctricos

Evaluación por: Ángel Arvizu

1. ¿Se pudo ejecutar el programa correctamente?

Si se pudo correr el programa correctamente

2. ¿Has detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctalo)

No se encontró ningún bug

3. Pondera del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X

4. Pondera del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X

5. Conclusiones de la simulación o programa

El programa funciona de manera óptima, ejecutando correctamente cada una de sus funciones planeadas.

Programa/Simulación: Monitor de signos vitales

Evaluación por: Ricardo Vega

1. ¿Se pudo ejecutar el programa correctamente?

Si se pudo correr el programa correctamente

2. ¿Has detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctalo)

No se encontró ningún bug

3. Pondera del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X

4. Pondera del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X

5. Conclusiones de la simulación o programa

El programa funciona de manera óptima, ejecutando correctamente cada una de sus funciones planeadas.

Programa/Simulación: SEÑALES ECG

Evaluación por: Ángel Arvizu

1. ¿Se pudo ejecutar el programa correctamente?

Si

2. ¿Has detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctalo)

No

3. Pondera del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X

4. Pondera del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X

5. Conclusiones de la simulación o programa

El programa funciona de manera óptima, ejecutando correctamente cada una de sus funciones planeadas.

Pruebas de funcionamiento con experto

Programa/Simulación: Simulaciones de equipo médico

Evaluación por: Ricardo Vega

1. ¿Se pudo correr el programa correctamente?

Si se pudo correr el programa correctamente

2. ¿Ha detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctelo)

No se encontró ningún bug

3. Pondere del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X_

4. Pondere del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X_

5. ¿Le parece trascendental o funcional el contenido del programa como recurso de estudio/didáctico?

Considero el contenido del programa funcional y trascendental porque ayuda a los estudiantes conocer de manera práctica los equipos biomédicos en primeros semestres de su carrera

6. Conclusiones y sugerencias de la simulación o programa

El programa funciona de manera óptima, ejecutando correctamente cada una de sus funciones planeadas.

Calificación de la prueba:10

Aprobatoria X

Reprobatoria_____

Programa/Simulación: Calculadora de Circuitos eléctricos

Evaluación por: Ricardo Vega

1. ¿Se pudo correr el programa correctamente?

Si se pudo correr el programa correctamente

2. ¿Ha detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctelo)

No se encontró ningún bug

3. Pondere del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1____ 2____ 3____ 4____ 5_X

4. Pondere del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1____ 2____ 3____ 4____ 5_X

5. ¿Le parece trascendental o funcional el contenido del programa como recurso de estudio/didáctico?

Considero el contenido del programa funcional y trascendental porque ayuda a los estudiantes a entender de manera práctica los circuitos básicos desde los primeros semestres de su carrera.

6. Conclusiones y sugerencias de la simulación o programa

El programa funciona de manera óptima, ejecutando correctamente cada una de sus funciones planeadas. Se puede mejorar la estética agregando un poco más de detalles

Calificación de la prueba:9.5

Aprobatoria X

Reprobatoria_____

Programa/Simulación: Monitor de Signos vitales

Evaluación por: Ricardo Vega

1. ¿Se pudo correr el programa correctamente?

Si se pudo correr el programa correctamente

2. ¿Ha detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctelo)

No se encontró ningún bug

3. Pondere del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X_

4. Pondere del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1___ 2___ 3___ 4___ 5_X_

5. ¿Le parece trascendental o funcional el contenido del programa como recurso de estudio/didáctico?

Considero el contenido del programa funcional y trascendental porque permite a los estudiantes explorar prácticamente la adquisición y visualización de señales de ECG y SpO2 conociendo parte de lo que será su formación en electrónica biomédica desde los primeros semestres

6. Conclusiones y sugerencias de la simulación o programa

El programa funciona de manera óptima, ejecutando correctamente cada una de sus funciones planeadas. El color de fondo es muy oscuro

Calificación de la prueba:10

Aprobatoria X

Reprobatoria_____

Programa/Simulación: _____Señales ECG_____

Evaluación por: _____Ricardo Vega_____

1. ¿Se pudo correr el programa correctamente?

Si se pudo correr el programa correctamente

2. ¿Ha detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctelo)

No se encontró ningún bug

3. Pondere del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1____ 2____ 3____ 4____ 5_X_

4. Pondere del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1____ 2____ 3____ 4____ 5_X_

5. ¿Le parece trascendental o funcional el contenido del programa como recurso de estudio/didáctico?

Considero el contenido del programa funcional y trascendental porque ayuda a los estudiantes a conocer las distintas señales de ECG.

6. Conclusiones y sugerencias de la simulación o programa

El programa funciona de manera óptima, ejecutando correctamente cada una de sus funciones planeadas. El color de fondo es muy oscuro

Calificación de la prueba:10

Aprobatoria _____X_____

Reprobatoria_____

4.1.5 Documentación y recursos digitales

Elección de equipos.

Análisis de frecuencia de equipos médicos mencionados en encuestas:

- Monitor de Signos Vitales: Este equipo fue mencionado en aproximadamente el 70% de las respuestas (36/52).
- Máquina de Anestesia: Fue mencionada en alrededor del 60% de las respuestas (31/52).
- Desfibrilador: Apareció en cerca del 50% de las respuestas (26/52).
- Ventilador Mecánico: Fue mencionado en aproximadamente el 45% de las respuestas (23/52).
- Bomba de Infusión: Apareció en alrededor del 40% de las respuestas (21/52).

Los equipos mencionados anteriormente fueron seleccionados debido a su alta frecuencia de mención y su importancia en el entorno biomédico. Además de los equipos previamente elegidos, para aportar bajo un volumen mayor, también se documentará sobre los siguientes equipos médicos:

- Electrocauterio
- Arco en C
- Máquina de rayos X
- Mesa quirúrgica
- Torre de laparoscopia

Desarrollo del documento

A partir de un modelo base (Anexo 4) se desarrollaron los formatos explicativos que fueron subidos a la plataforma en el apartado de documentación, se buscó definir la funcionalidad y modo de uso de los equipos siguiendo el mismo diseño. A continuación, se adjunta la información contenida en uno de los documentos que explican los equipos médicos seleccionados (Los documentos consiguientes se encuentran en Anexo 12):

4.1.6 Plataforma en la nube

Lista de comprobación de la plataforma

La siguiente lista de comprobación funcionará como evaluador de los recursos disponibles en la plataforma, el número de programas, así como la funcionalidad de cada uno de ellos. (Instrumento del anexo 6)

1. Cuestionarios dentro de la plataforma:

Tabla 11. Lista de comprobación de cuestionarios. Elaboración propia

#	Nombre del cuestionario	Número de preguntas	Ejecutable		Fallas detectadas
			Si	No	
1	Sistema óseo (fácil)	10	X		Actualización lenta
2	Sistema óseo (medio)	10	X		Actualización lenta
3	Sistema óseo (difícil)	10	X		Actualización lenta
4	Sistema muscular (fácil)	10	X		Actualización lenta
5	Sistema muscular (medio)	10	X		Actualización lenta
6	Sistema muscular (difícil)	10	X		Actualización lenta
7	Sistema circulatorio (fácil)	10	X		Actualización lenta
8	Sistema circulatorio (medio)	10	X		Actualización lenta
9	Sistema circulatorio (difícil)	10	X		Actualización lenta
10	Corazón (fácil)	10	X		Actualización lenta
11	Corazón (medio)	10	X		Actualización lenta
12	Corazón (difícil)	10	X		Actualización lenta
13	Electrocardiograma (fácil)	10	X		Actualización lenta
14	Electrocardiograma (medio)	10	X		Actualización lenta
15	Ventilación (fácil)	10	X		Actualización lenta
16	Ventilación (medio)	10	X		Actualización lenta
17	Ventilación (difícil)	10	X		Actualización lenta

2. Simulaciones:

Tabla 12. Lista de comprobación de simulaciones. Elaboración propia

#	Simulación	¿Cuál es su función?	Ejecutable		Fallas detectadas
			Si	No	
1	Ohmeda Modulus	Mostrar el equipo (máquina de anestesia) y sus componentes	X		Ninguna
2	Mindray Wato Ex 35	Mostrar el equipo (máquina de anestesia) y sus componentes	X		Ninguna
3	Mindray ePM 12M	Mostrar el equipo (monitor de signos vitales) y sus componentes	X		Ninguna
4	Mindray Benehealth D3	Mostrar el equipo (desfibrilador) y sus componentes	X		Ninguna
5	Infusomat Compact plus	Muestra el equipo e indicaciones para puesta en marcha	X		Ninguna

6	Filtro Pasa bajas y pasa altas	Calculadora de componentes para filtro	X		Ninguna
7	Ley de Ohms	Calculadora Ley de Ohms	X		Ninguna
8	Divisor de voltaje	Calculadora de un divisor de voltaje	X		Ninguna
9	Monitor de signos vitales	Mostrar las señales fisiológicas a partir de la instrumentación virtual	X		Ninguna
10	Electrocardiógrafo	Simular las señales posibles proyectas en un electrocardiógrafo	X		Ninguna

3. Documentación:

Tabla 13. Lista de comprobación de documentación. Elaboración propia

#	Nombre del documento	¿Cuál es su función?	Ejecutable		Fallas detectadas
			Si	No	
1	Desfibrilador	Conocer las partes del equipo, modo de uso y mantenimientos	X		Ninguna
2	Máquina de anestesia	Conocer las partes del equipo, modo de uso y mantenimientos	X		Ninguna
3	Monitor de signos vitales	Conocer las partes del equipo, modo de uso y mantenimientos	X		Ninguna
4	Inventario de equipo medico	Explica los pasos y estrategias clave para la creación y gestión de equipo medico	X		Ninguna
5	Manual para adquisición e instalación de equipos de imagenología	Una guía estructurada para estandarizar cada etapa ejemplificando los procesos con un arco en c.	X		Ninguna
6	Orden de servicio	Herramienta para documentar y organizar las tareas realizadas.	X		Ninguna

No. De cuestionarios disponibles y funcionales: 17

No. De simulaciones disponibles y funcionales: 10

No. De documentos disponibles y funcionales: 6

Evaluación porcentual de asignaturas

Para observar la proporción de materias que logra englobar la plataforma, se realizará una evaluación porcentual a partir del total de asignaturas presentes en el plan de estudios, y así, en función de una lista de comprobación se irán registrando, se contabilizarán y finalmente se le asignará un valor porcentual en comparación al total de materias. (Instrumento en Anexo 7).

Tabla 14. Lista de comprobación de asignaturas en plataforma. Elaboración propia

Bloque	Asignatura	
Electromédica	Circuitos eléctricos	X
	Dispositivos electrónicos	X
	Electrónica analógica	X
	Diseño de instrumentación biomédica	
	Diseño lógico	
	Microcontroladores	
	Teoría de control	
	Sistemas eléctricos	X
	Electrónica de potencia	
Biomédica	Introducción a la ingeniería biomédica	X
	Biomecánica	
	Biomateriales y su interacción con el cuerpo humano	
	Bioinstrumentación	X
	Bioética	
	Análisis de señales y proceso de imágenes	X
	Dispositivos de monitoreo y técnicas de imagenología	X
	Organización y manejo de la tecnología de equipos médicos	X
	Seminario de tópicos selectos de ingeniería biomédica	
	Sistemas de calidad en salud	
Consultoría y desarrollo profesional		
Informática médica	Base de datos	
	Instrumentación virtual	X
	Telemedicina	X
	Redes computacionales	
Administración de la tecnología	México en el contexto global	
	Diseño en ingeniería	
	Ingeniería clínica	X
	Administración hospitalaria	X
	Diseño hospitalario	X
Evaluación de proyectos tecnológicos		
Ciencias básicas de la ingeniería	Estadística	
	Cálculo vectorial	
	Álgebra	
	Cálculo diferencial e integral	
	Ecuaciones diferenciales	
	Álgebra lineal	
	Métodos numéricos	
	Física	

	Mecánica	
	Electricidad y magnetismo	X
	Física moderna	
Ciencias básicas de la medicina	Principios básicos de fisiología humana	X
	Sistemas fisiológicos humanos	X
	Química para bioingeniería	
	Bioquímica	
	Anatomía	X
Computación	Diseño de programas	
	Programación orientada a objetos	

Total de materias en plataforma: 18

Asignaturas que precisan de un mayor recurso de estudio y más dinámicas de aprendizajes según los estudiantes en la encuesta inicial:

Tabla 15. Materias más mencionadas por los estudiantes. Elaboración propia

Lugar	Materia	Menciones	Plataforma
1°	Electrónica	56	Si
2°	Programación	42	No
3°	Ciencias básicas de la medicina	33	Si
4°	Organización y manejo de la tecnología	33	Si
5°	Teoría de control	24	No
6°	Biomecánica	15	No

Porcentaje:

$$\frac{18}{48} * 100 = 37.5\%$$

$$18/48 * 100 = \underline{37.5\%}$$

4.1.7 Evaluación de interfaz

Dado que la población total (estudiantes de ingeniería biomédica) está dividida en 4 grupos de aproximadamente la misma cantidad de alumnos, una estrategia efectiva sería seleccionar 1 o 2 grupos completos para realizar la evaluación. Por términos de eficiencia en los resultados de la encuesta, se realizará la evaluación de interfaz a un solo grupo.

Se encuestará a la segunda generación más joven ya que, son la población que puede sacar mayor provecho a la plataforma ya que están cursando las materias de ciencias básicas de medicina e introducción a los circuitos electrónicos, cuentan con un conocimiento básico de los equipos médicos y están muy familiarizados con la plataforma Moodle.

Proceso de evaluación:

Se realizó la prueba a los alumnos de Ingeniería Biomédica de 4to semestre con el objetivo de mostrar la plataforma en su totalidad y que ellos puedan interactuar con la misma. Esto incluyó una introducción a los cuestionarios de anatomía y fisiología, así como una demostración de la simulación del monitor de signos vitales, el simulador de señales de ECG y todos los equipos médicos disponibles. Además, se les mostró el uso de las calculadoras de circuitos y otras funciones relacionadas.

Durante la actividad, los estudiantes tuvieron la oportunidad de experimentar de primera mano el funcionamiento de las herramientas y se les explicó el proceso que se utilizó, incluyendo el lenguaje de programación en LabVIEW. Este proyecto fue diseñado con la intención de motivar e incentivar el estudio a las futuras generaciones de biomédicos, sirviendo como una herramienta útil para practicar diversas actividades y materias clave en la carrera.

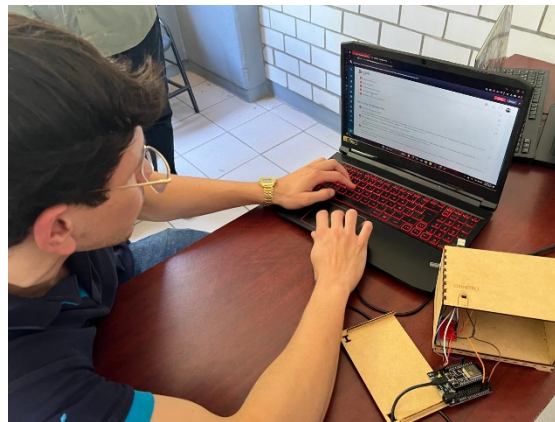


Figura 55. Interacción de estudiantes con la plataforma. Elaboración propia

Desarrollo de cuestionario

Cuestionario a estudiantes para evaluar interfaz (Instrumento en anexo 8):

1. ¿Te gusta que el proyecto esté disponible desde tu cuenta Moodle?

Si _____ No_____

¿Por qué?

2. ¿Cómo calificarías el orden de las funciones disponibles en la plataforma?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

3. ¿Cómo calificarías los colores y diseño de la plataforma?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

4. ¿Cómo calificarías el diseño de los cuestionarios?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

5. ¿Cómo calificarías el diseño de las simulaciones de equipo médico?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

6. ¿Qué tan sencillo fue interactuar con los simuladores de equipo médico?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

7. ¿Te gustaron las simulaciones de equipo médico?

Si _____ No_____

¿Por qué?

8. ¿Cómo calificarías el diseño de las simulaciones de circuitos eléctricos?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

9. ¿Qué tan sencillo fue comprender cómo funcionan las simulaciones de circuitos eléctricos?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

10. ¿Te gustaron las simulaciones de circuitos eléctricos?

Si _____ No _____

¿Por qué?

11. ¿Qué te pareció la documentación disponible en la plataforma?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

12. ¿Cómo calificarías el diseño de la documentación de equipo hospitalario?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

13. ¿Cómo calificarías el contenido de la documentación de equipo hospitalario?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

14. ¿Cómo calificarías la funcionalidad total de la plataforma?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

¿Por qué?

Por favor, apórtanos tus sugerencias y comentarios sobre la funcionalidad y diseño de la plataforma:

Formato de cuestionario en Google Forms:

Encuesta a estudiantes - Interfaz intuitiva

Ayúdanos a mejorar nuestra interfaz y el diseño de nuestro programa respondiendo la siguiente encuesta:

¿Te gusta que el proyecto esté disponible desde tu cuenta Moodle?

Sí
 No

1	Malo, sugiero mejora
2	Puede mejorar
3	Regular

¿Cómo calificarías el contenido de la documentación de equipo hospitalario?

1 2 3 4 5
Malo, sugiero mejorarlo Excelente

¿Cómo calificarías la funcionalidad total de la plataforma?

1 2 3 4 5
Malo, sugiero mejorarlo Excelente

¿Por qué?

Tu respuesta _____

Por favor, apórtanos tus sugerencias y comentarios sobre la funcionalidad y diseño de la plataforma:

Tu respuesta _____

¿Cómo calificarías el orden de las funciones disponibles en la plataforma?

1 2 3 4 5
Malo, sugiero mejorarlo Excelente

¿Cómo calificarías los colores y diseño de la plataforma?

1 2 3 4 5
Malo, sugiero mejorarlo Excelente

¿Cómo calificarías el diseño de los cuestionarios?

1 2 3 4 5
Malo, sugiero mejorarlo Excelente

¿Por qué?

Tu respuesta _____

¿Cómo calificarías el diseño de las simulaciones de circuitos eléctricos?

1 2 3 4 5
Malo, sugiero mejorarlo Excelente

¿Qué tan sencillo fue comprender cómo funcionan las simulaciones de circuitos eléctricos?

1 2 3 4 5
Malo, sugiero mejorarlo Excelente

¿Te gustaron las simulaciones de circuitos eléctricos?

1 2 3 4 5
Malo, sugiero mejorarlo Excelente

Enviar [Borrar formulario](#)

Figura 56. Cuestionario de interfaz en Google Forms. Elaboración propia

Link del cuestionario:

https://docs.google.com/forms/d/1qCb7fF9pWO23xofNwBrbH6ti-JOa_yJbfWe_fh0LJel/preview

Una vez los estudiantes conocieron e interactuaron con la plataforma se les hizo llegar el enlace de la encuesta para conocer la recepción de los programas, si es un proyecto intuitivo al navegar entre sus funciones, si compilan correctamente, qué opinan de su diseño, así como un apartado de sugerencias.

Resultados de la encuesta:

1. ¿Te gusta que el proyecto esté disponible desde tu cuenta Moodle?

27 respuestas

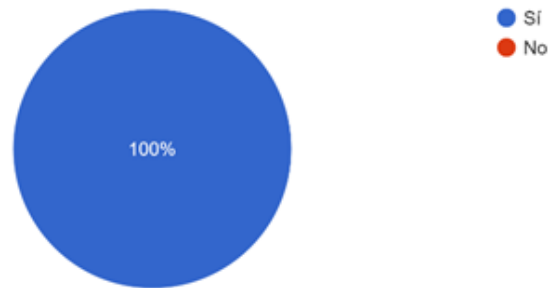


Figura 57. Resultado pregunta 1, encuesta 2. Elaboración propia

2. ¿Cómo calificarías el orden de las funciones disponibles en la plataforma?

27 respuestas

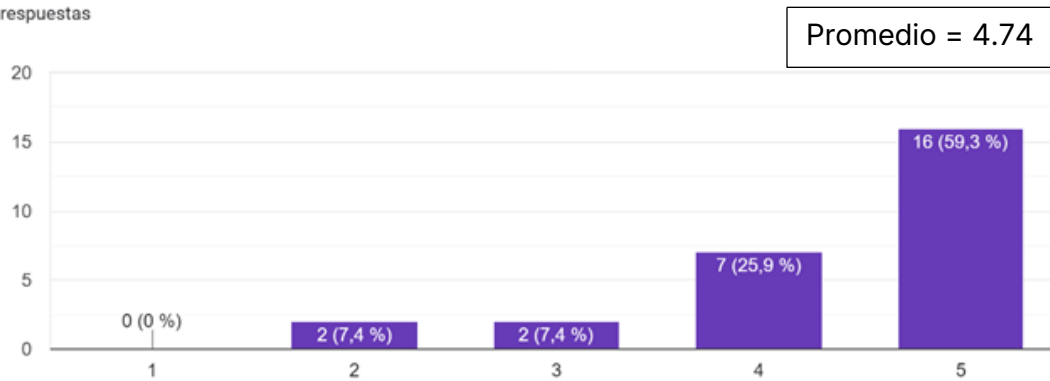


Figura 58. Resultado pregunta 2, encuesta 2. Elaboración propia

3. ¿Cómo calificarías los colores y diseño de la plataforma?

27 respuestas

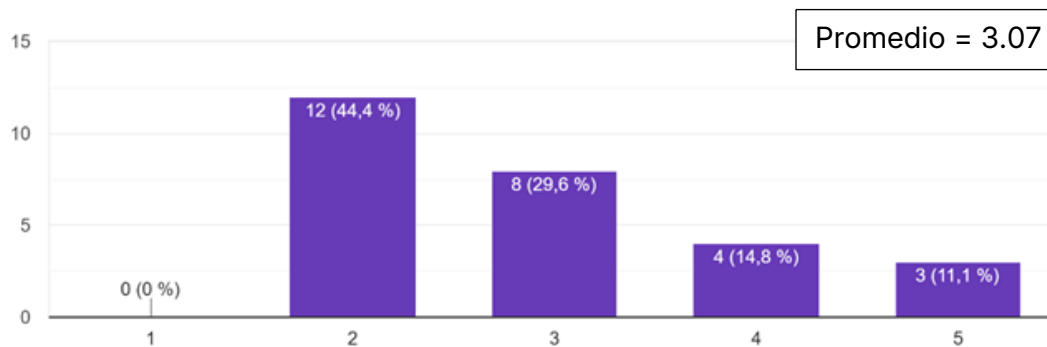


Figura 59. Resultado pregunta 3, encuesta 2. Elaboración propia

4. ¿Cómo calificarías el diseño de los cuestionarios?

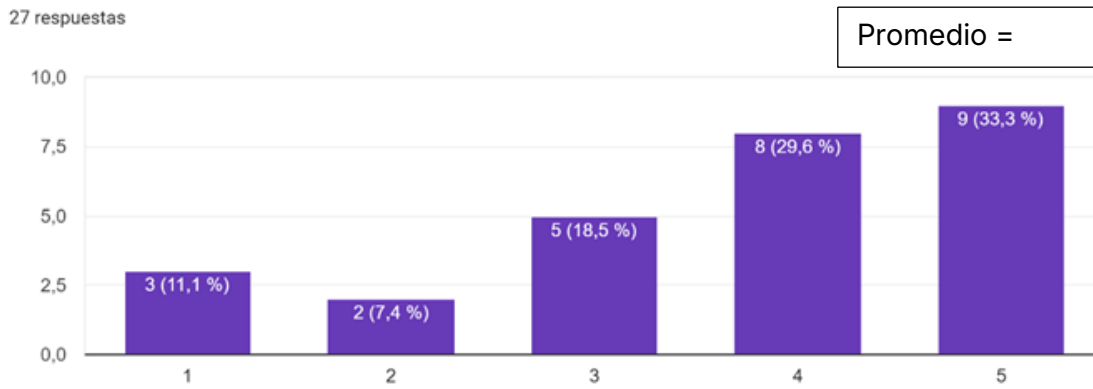


Figura 60. Resultado pregunta 4, encuesta 2. Elaboración propia

5. ¿Cómo calificarías el diseño de las simulaciones de equipo médico?

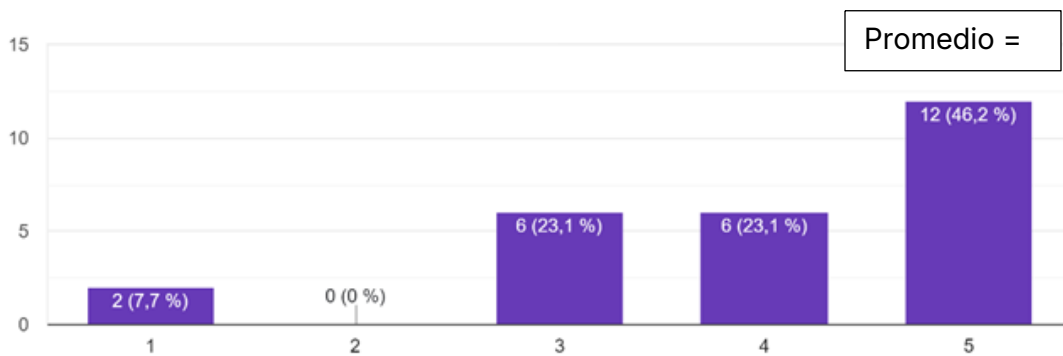


Figura 61. Resultado pregunta 5, encuesta 2. Elaboración propia

6. ¿Qué tan sencillo fue interactuar con los simuladores de equipo médico?

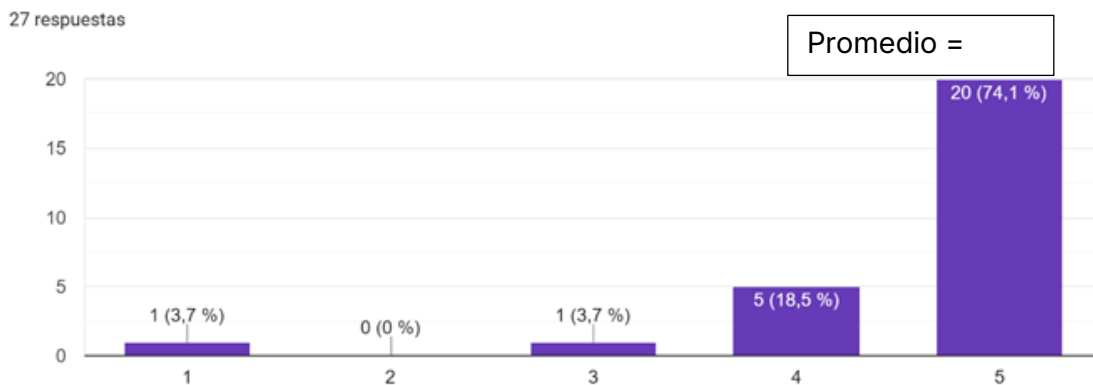


Figura 62. Resultado pregunta 6, encuesta 2. Elaboración propia

7. ¿Te gustaron las simulaciones de equipo médico?

27 respuestas

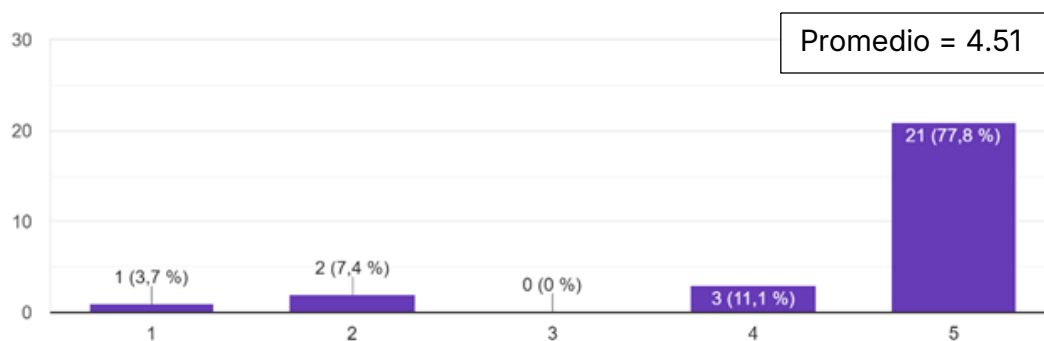


Figura 63. Resultado pregunta 7, encuesta 2. Elaboración propia

¿Por qué?

Tabla 16. Justificación de resultados pregunta 7, encuesta 2. Elaboración propia

Respuesta	Número de respuestas similares
Son claras y visualmente puedo entender a qué se refiere	6
Fue sencillo e intuitivo de utilizar, falta un poco mejorar el diseño pero es muy funcional	4
Tiene buenas funciones y es práctico de usar	4
Me ayuda a entender mejor cosas que pueden verse con mucha información y complicado cuando no sabes del tema	3
Tener una herramienta didáctica para aprender de una forma visual y sencilla, me ayudará mucho a tener un conocimiento sólido.	1
Porque explica términos básicos de cada equipo médico, que se pueden olvidar y rápidamente lo recuerdas ahí	1
Proporciona más visión que lo que se necesita	Respuesta única
Porque es algo nuevo para mí el verlo implementado de esta forma	Respuesta única
Siento que me va a servir mucho cuando llegue a mis prácticas	Respuesta única
Pienso que las simulaciones de equipo médico fueron una de las cosas más interesantes del proyecto y creo que está muy bien planteado por los creadores	Respuesta única
Presento un gran abanico de oportunidades	Respuesta única

8. ¿Cómo calificarías el diseño de las simulaciones de circuitos eléctricos?

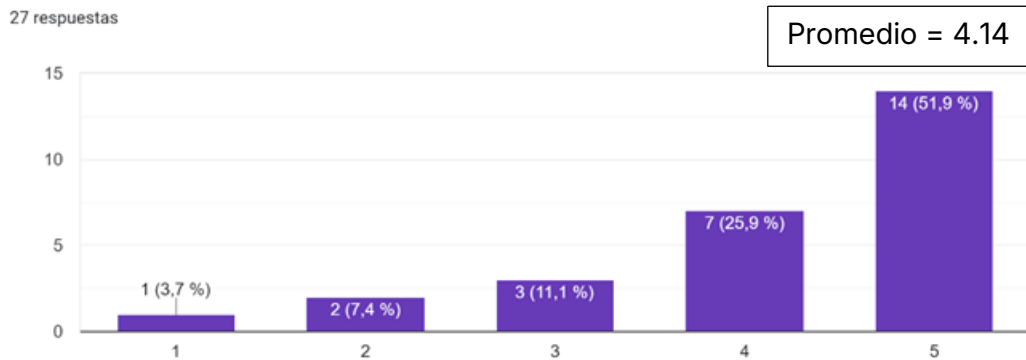


Figura 64. Resultado pregunta 8, encuesta 2. Elaboración propia

9. ¿Qué tan sencillo fue comprender cómo funcionan las simulaciones de circuitos eléctricos?

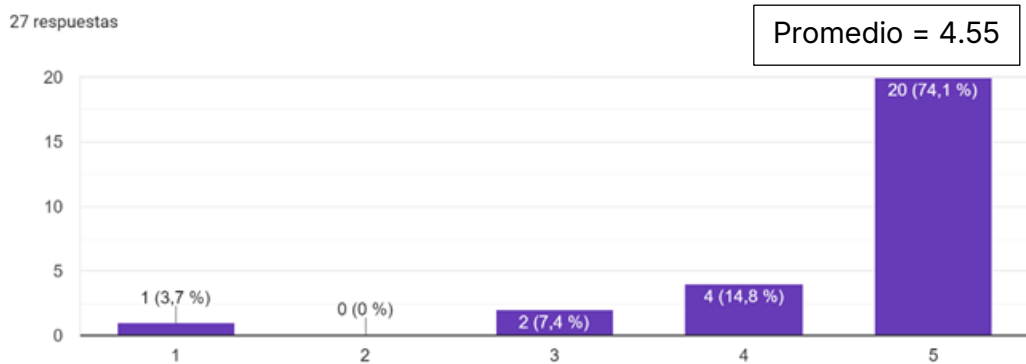


Figura 65. Resultado pregunta 9, encuesta 2. Elaboración propia

10. ¿Te gustaron las simulaciones de circuitos eléctricos?

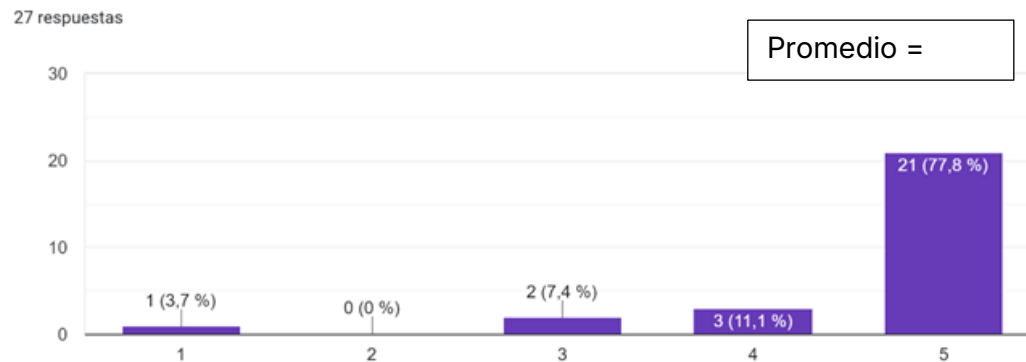


Figura 66. Resultado pregunta 10, encuesta 2. Elaboración propia

¿Por qué?

Tabla 17. Justificación de resultados pregunta 10, encuesta 2. Elaboración propia

Respuesta	Número de respuestas similares
Las simulaciones son intuitivas y sencillas de interpretar	6
Tiene gran utilidad para comprobar los resultados obtenidos del análisis de los circuitos	5
Son muy útiles para realizar esos cálculos rápidos	3
Son parecidos a los que estamos viendo en este momento.	3
Porque me permite experimentar y entenderlo de una mejor manera y más fácil	3
En lo personal me ayuda mucho estas herramientas	1
Fue muy interesante tener contacto con estos proyectos	Respuesta única
Tienen buenos gráficos	Respuesta única
Siento que es de las cosas más importantes en el programa	Respuesta única
Podría ser un diseño mucho más amigable	Respuesta única

11. ¿Qué te pareció la documentación disponible en la plataforma?

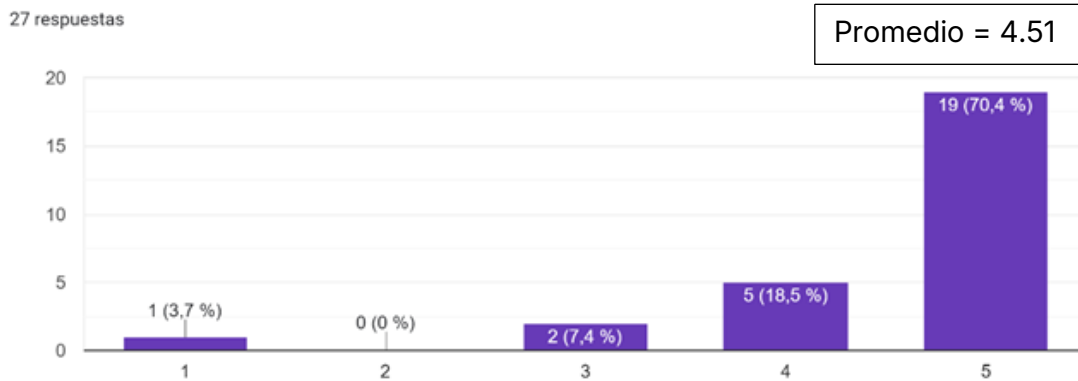


Figura 67. Resultado pregunta 11, encuesta 2. Elaboración propia

12. ¿Cómo calificarías el diseño de la documentación de equipo hospitalario?

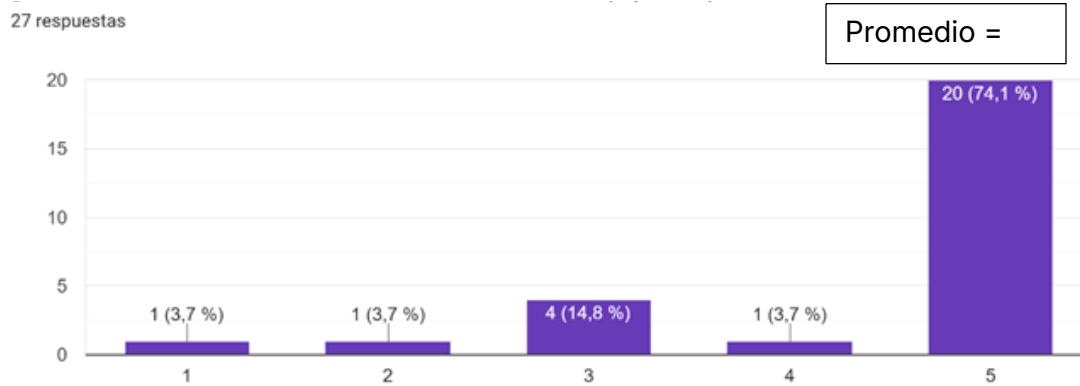


Figura 68. Resultado pregunta 12, encuesta 2. Elaboración propia

13. ¿Cómo calificarías el contenido de la documentación de equipo hospitalario?

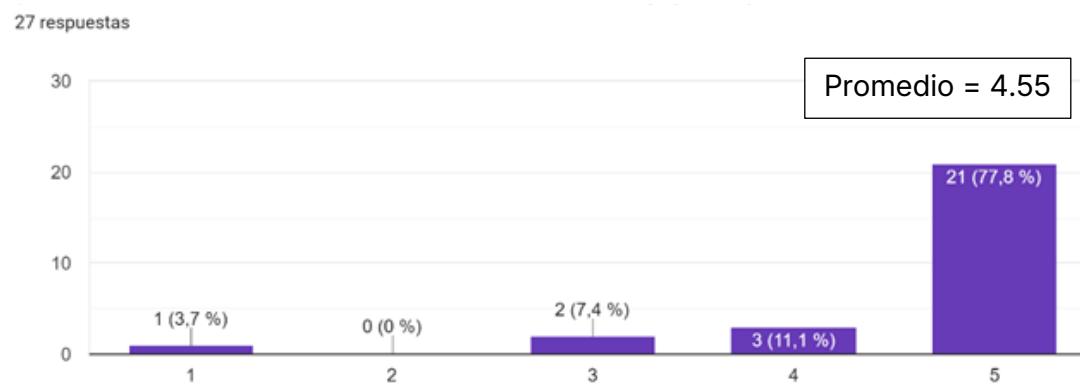


Figura 69. Resultado pregunta 13, encuesta 2. Elaboración propia

14. ¿Cómo calificarías la funcionalidad total de la plataforma?

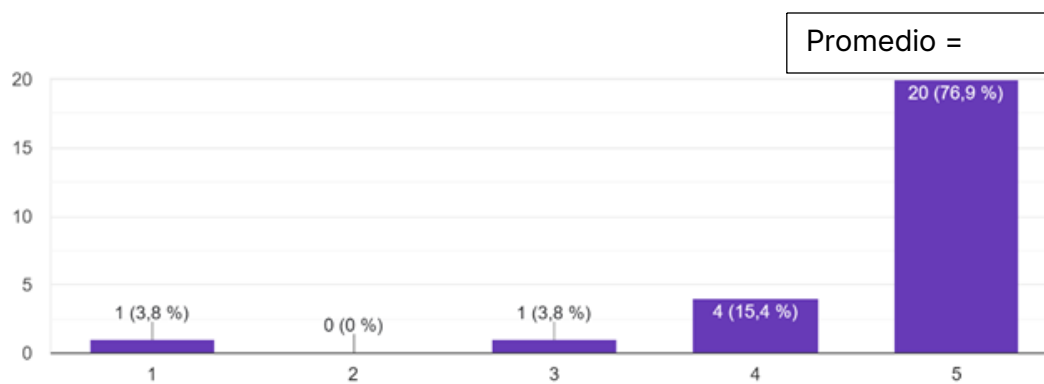


Figura 70. Resultado pregunta 14, encuesta 2. Elaboración propia

¿Por qué?

Tabla 18. Justificación de resultados pregunta 14, encuesta 2. Elaboración propia

Respuesta	Número de respuestas similares
Es demasiado intuitiva, todo está de manera sencilla para que todos sepan de que va el proyecto	5
Te especifica bien cada apartado y su funcionalidad es muy buena.	3
Las funcionalidades de la plataforma me parecen muy completas y útiles, al ser esto un prototipo necesita mejoras, pero pienso que van por el camino correcto	3
Ofrece gran cantidad de información	2
Es muy funcional porque hace más accesible diversos contenidos de la carrera	2
Gran herramienta a futuro	1
Me gustó mucho que en cada parte del equipo hace una explicación de su función, está muy padre porque podemos irnos a nuestro ritmo y saber la función de todo.	1
En lo personal la documentación del equipo hospitalario fue de lo que más me encantó, y considero muy necesario en la práctica. La documentación es útil y semejante a un manual 101 de cómo ser biomédico/ básicos de equipo médico. Muy padre proyecto!	Respuesta única
Tiene muy buen propósito	Respuesta única
La experiencia que tienen los demás Biomédicos es algo que no se puede comprar ni conseguir tan fácil, teniéndolo en un solo lugar es algo que facilita la carrera universitaria y profesional de un Biomédico.	Respuesta única

Tabla 19. Comentarios y sugerencias generales, encuesta 2. Elaboración propia

Comentario/Sugerencia
Mejorar los colores y estética de la aplicación.
Le cambiaría un poco el diseño de colorimetría y logotipos.
Me gustaría ayudar con el diseño de plataforma.
Mejorar el diseño, puede mejorar su distribución y su diseño.
Sugiero mejorar la interfaz y usar una tipografía clara.
Mejorar el diseño, pero en general toda la aplicación tiene muy buen concepto.
El fondo no me agrada mucho que esté degradado, se vería mejor si fuese un solo tono.

4.1.8. Evaluación final

La población que interactuó con la plataforma para la evaluación de interfaz, culminará su participación en el proyecto de investigación contestando una encuesta de satisfacción para conocer sus opiniones generales del proyecto, así como sus sugerencias y entonces, obtener una visión eficaz sobre la recepción de los programas.

Encuesta de satisfacción:

1. ¿Consideras apropiada una plataforma virtual como método complementario para tus estudios?

Si _____ No_____

¿Por qué?

2. ¿Consideras que la plataforma abarca las asignaturas más necesitadas en tanto métodos de aprendizaje de estudio y recurso virtual complementario?

Si _____ No_____

¿Cuáles otras materias consideras que necesitan este tipo de aplicaciones?

3. ¿Consideras nuestra plataforma funcional e intuitiva?

Si _____ No_____

¿Por qué?

4. ¿Crees que nuestra plataforma tenga potencial para mejorar su contenido, agregar más aplicaciones, así como englobar más asignaturas del plan de estudios?

Si _____ No_____

5. ¿Qué otros temas crees que puedan ser tratados dentro de la plataforma aprovechando las aplicaciones que brinda (o puede llegar a brindar)?

6. ¿Crees que esta plataforma sería utilizada por las próximas generaciones de ingeniería biomédica?

Si _____ No_____

¿Por qué?

7. ¿Qué tal te parecieron las simulaciones?

8. ¿Qué tal te parecieron los cuestionarios?

9. Por favor, redáctanos tus opiniones y sugerencias sobre la plataforma

Formato de encuesta en Google Forms:

Encuesta de satisfacción

Ingeniero en proceso, gracias por ser parte de este proyecto de investigación, sus comentarios respecto a la plataforma son fundamentales para el desarrollo correcto de nuestro trabajo, para finalizar, por favor responde con sinceridad la siguiente encuesta y no olvides dejar un comentario constructivo que pueda enriquecer nuestro proyecto.

1. ¿Consideras apropiada una plataforma virtual como método complementario para tus estudios?

Sí

No

¿Por qué?

2. ¿Consideras que la plataforma abarca las asignaturas más necesitadas en tanto métodos de aprendizaje de estudio y recurso virtual complementario?

Sí

No

¿Cuáles otras materias consideras que necesitan este tipo de aplicaciones?

Tu respuesta

3. ¿Consideras nuestra plataforma funcional e intuitiva?

Sí

No

¿Por qué?

Tu respuesta

4. ¿Crees que nuestra plataforma tenga potencial para mejorar su contenido, agregar más aplicaciones, así como englobar más asignaturas del plan de estudios?

Sí

No

5. ¿Qué otros temas crees que puedan ser tratados dentro de la plataforma aprovechando las aplicaciones que brinda (o puede llegar a brindar)?

Tu respuesta

6. ¿Crees que esta plataforma sería utilizada por las próximas generaciones de ingeniería biomédica?

Sí

No

7. ¿Qué tal te parecieron las simulaciones?

Tu respuesta

8. ¿Qué tal te parecieron los cuestionarios?

Tu respuesta

9. Por favor, redáctanos tus opiniones y sugerencias sobre la plataforma

Tu respuesta

Enviar

Borrar formulario

Figura 71. Encuesta de satisfacción en Google Forms. Elaboración propia

Link del cuestionario:

https://docs.google.com/forms/d/1O8KwG2Q1kV9Fsbj_Umi8EfnCgOJHJMceO6fY2Yo n29Y/preview

Desarrollo de la encuesta:

1. ¿Consideras apropiada una plataforma virtual como método complementario para tus estudios?

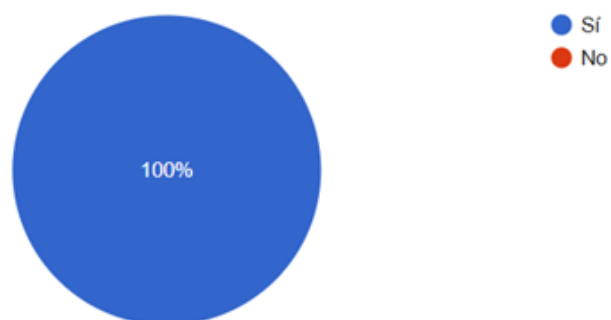


Figura 72. Resultado pregunta 1, encuesta final. Elaboración propia

¿Por qué?

Tabla 20. Justificación de resultados pregunta 1, encuesta final. Elaboración propia

Categoría de respuesta	Número de respuestas similares
Métodos de enseñanza poco efectivos y falta de preparación del maestro	26
Dificultad de la materia y evaluación complicada	16
Falta de recursos y tiempo insuficiente	6
Plan de estudios mal estructurado y temas poco explicados	6
Dificultades personales y falta de interés de los estudiantes	5

2. ¿Consideras que la plataforma abarca las asignaturas más necesitadas en tanto métodos de aprendizaje de estudio y recurso virtual complementario?

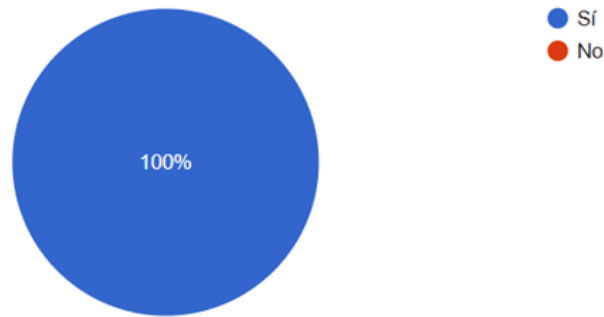


Figura 73. Resultado pregunta 2, encuesta final. Elaboración propia

¿Cuáles otras materias consideras que necesitan este tipo de aplicaciones?

Tabla 21. Justificación de resultados pregunta 2, encuesta final. Elaboración propia

Materias sugeridas	Número de respuestas similares
Programación	4
Áreas enfocadas a la ingeniería biomédica	3
Ciencias básicas médicas	2
No se necesitan más	2
Circuitos eléctricos	1
Álgebra y ecuaciones diferenciales	1
Química y bioquímica	1
Todas	1
Diseño lógico	Respuesta única
Mecatrónica	Respuesta única
Microcontroladores	Respuesta única

3. ¿Consideras nuestra plataforma funcional e intuitiva?

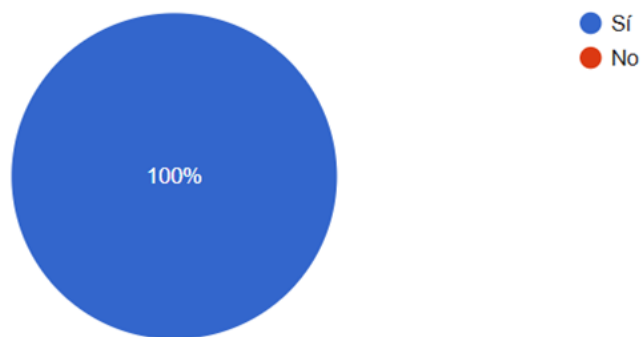


Figura 74. Resultado pregunta 3, encuesta final. Elaboración propia

¿Por qué?

Tabla 22. Justificación de resultados pregunta 3, encuesta final. Elaboración propia

Respuesta	Número de respuestas similares
Es fácil de usar y comprender	4
La plataforma tiene un diseño intuitivo	3
Los menús y opciones son fáciles de identificar	3
La interfaz es amigable y visualmente clara	3
Es funcional porque concentra toda la información en un solo lugar	3
Es accesible y ya estamos acostumbrados a Moodle	3
Es útil para comprender mejor los conceptos y materias difíciles	2

4. ¿Crees que nuestra plataforma tenga potencial para mejorar su contenido, agregar más aplicaciones, así como englobar más asignaturas del plan de estudios?

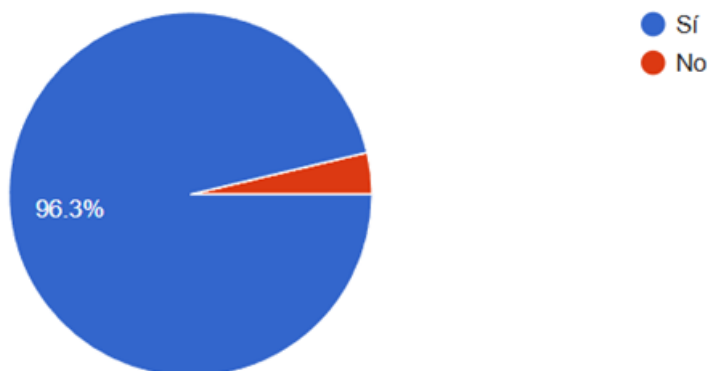


Figura 75. Resultado pregunta 4, encuesta final. Elaboración propia

5. ¿Qué otros temas crees que puedan ser tratados dentro de la plataforma aprovechando las aplicaciones que brinda (o puede llegar a brindar)?

Tabla 23. Respuesta pregunta 5, encuesta final. Elaboración propia

Respuesta	Número de respuestas similares
Ampliar el contenido en materias específicas (bioquímica, fisiología, mecánica, biomateriales, electrónica, circuitos eléctricos).	5
Incluir temas del ámbito laboral (prácticas profesionales, servicio social, experiencias en el área de trabajo).	4
Incorporar más contenido relacionado con la medicina y el área de la salud.	2
Agregar más funciones de programación (ciencia de datos, bases de datos, biosensores, ilustración de programación).	2
Crear un foro de comunicación entre estudiantes y profesionales biomédicos.	1
Añadir temas de diseño hospitalario.	1
Incluir información sobre empresas del sector biomédico.	1

Ampliar el enfoque en dispositivos médicos y problemáticas como enfermedades y discapacidades.	1
Mejorar la funcionalidad y experiencia del usuario sin agregar demasiadas cosas nuevas.	1
Explorar nuevas aplicaciones de la plataforma, como simulación de equipos y su funcionamiento.	1

6. ¿Crees que esta plataforma sería utilizada por las próximas generaciones de ingeniería biomédica?

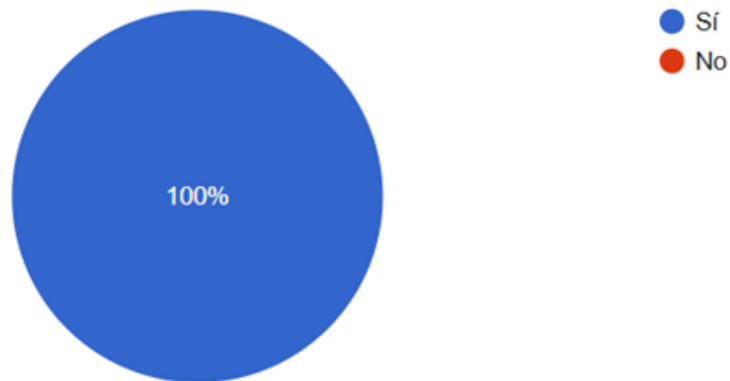


Figura 76. Resultado pregunta 6, encuesta final. Elaboración propia

¿Por qué?

Tabla 24. Justificación de resultados pregunta 6, encuesta final. Elaboración propia

Respuesta	Número de respuestas similares
Por su gran utilidad y versatilidad	5
Tiene muchas ventajas, además de estar en un lugar muy cómodo ya que todos utilizamos Moodle	4
Brinda un panorama general y básico a distintas áreas de biomédica y comprender cada una de ellas.	4
Tiene mucho potencial, seguro vendrán mejoras	3
Porque no tenemos una fuente con información clara	2
Entender mejor las materias y estudiar para exámenes	2
Para llegar a esas materias con bases bien asentadas.	1
Para que se interesen en la carrera o de lo contrario ver que la carrera no es para ellos	Respuesta única
Forma de educar a los futuros biomédicos de forma sencilla e intuitiva	Respuesta única

7. ¿Qué tal te parecieron las simulaciones?

Tabla 25. Respuesta pregunta 7, encuesta final. Elaboración propia

Respuesta	Número de respuestas
Muy buenas	7
Muy interesantes	3
Bien	2
Fáciles de interpretar y utilizar	4
Puntuales y precisas en los resultados	2
Claras y con buena visión hacia el futuro	2
Explican bien y son fáciles de entender	2
Atractivas y bien logradas	2
Útiles para estudiar patologías y actividad eléctrica del corazón	1
Diseño sencillo pero funcional	1
Le falta un diseño más profesional	1

8. ¿Qué tal te parecieron los cuestionarios?

Tabla 26. Respuesta pregunta 8, encuesta final. Elaboración propia

Respuesta	Número de respuestas
Buenos	10
Útiles	16
Claros	5
Bien	4
Repetitivos	1
Sencillos	1
Adaptables	1

9. Por favor, redáctanos tus opiniones y sugerencias sobre la plataforma

Tabla 27. Sugerencias y opiniones generales, encuesta final. Elaboración propia

Sugerencias y opiniones generales
Es una herramienta muy útil para todas las generaciones de biomédica
Es necesario mejorar el diseño
Quiero participar, tengo ideas para agregar a la plataforma
Quiero que lo implementen pronto
Agregar más contenido técnico

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo, culminará el proceso de investigación. A través del análisis e interpretación de los resultados obtenidos se evaluará el producto final contrastándolo a su vez con los objetivos planteados, permitiendo concluir al respecto y cerrar con una serie de recomendaciones que permitan sacar el máximo provecho a los futuros lectores y editores del trabajo.

Diseño de la interfaz: Se creó una interfaz intuitiva y fácil de usar, a partir de una arquitectura de programa de navegación por ventanas dentro la plataforma,

posibilitando el fácil acceso al usuario a los distintos recursos que en ella se encuentran. Esto se puede observar al analizar los resultados de las evaluaciones de interfaz y satisfacción, (tablas 16, 17, 18 y 22); donde la mayoría expone cómo se priorizó un diseño dinámico y fácil de comprender obteniendo un promedio general de 4.28 de las escalas tipo Likert.

Desarrollo de módulos: Se desarrollaron los distintos módulos de aprendizaje en áreas como fisiología, anatomía y electrónica permitiendo a los estudiantes del área de la salud un fácil acceso a los contenidos según los requieran. Esto se puede observar al analizar los resultados de las evaluaciones de interfaz y satisfacción, (tablas 16, 17, 18 y 22); donde la mayoría expone un diseño intuitivo y fácil de comprender.

Integración de contenidos: Se incluyó una amplia gama de recursos educativos, como documentación de equipos médicos tales como, desfibrilador, máquina de anestesia y algunos otros de relevancia en el sector salud. Algunos recursos profesionales como un formato de orden de servicio, un manual de adquisición e instalación de equipos de imagenología y un formato de inventario de equipo médico. Estos contenidos ya mencionados están disponibles en la plataforma Moodle para los estudiantes de la Universidad La Salle Noroeste tal como se observa en la figura 42, 43 y 44.

Banco de preguntas: Se desarrolló un banco de preguntas con diferentes niveles de dificultad que permiten a los usuarios evaluar sus conocimientos y, proporcionalmente retroalimentar su progreso. Esto se logró gracias al apoyo de maestros de la universidad; al facilitarnos los temarios de anatomía y fisiología. A partir de estrategias de programación, los cuestionarios muestran esta retroalimentación personalizada tal como se muestra en la figura 50.

Simuladores: Se crearon simuladores de equipos médicos comunes en la labor diaria de un ingeniero biomédico, los cuales, permiten a los estudiantes practicar sus conocimientos con respecto a la tecnología hospitalaria mediante un entorno virtual, seguro y controlado; ayudándoles a desarrollar habilidades prácticas. La aceptación por parte de los usuarios es perceptible en los resultados de la tabla 16.

Se desarrolló e implementó una plataforma virtual educativa para estudiantes del área de la salud con un módulo especializado para estudiantes de ingeniería biomédica de la Universidad la Salle Noroeste, a partir de las funciones que permite un software como LabVIEW, en conjunto con la plataforma Moodle. Al navegar por el programa, es posible poner a prueba los conocimientos teóricos mediante cuestionarios, simulaciones, instrumentación virtual y documentación, siendo expuesta la totalidad de sus funciones en la lista de comprobación de la plataforma (tabla 11, 12 y 13).

Las soluciones propuestas se orientan hacia dos ejes principales: mejorar el diseño gráfico de la misma esto obtenido como retroalimentación a través de las encuestas y promover la colaboración académica entre departamentos. En primer lugar, para mejorar el diseño gráfico de la plataforma, se propone la mejora en la elección de la paleta de colores de los distintos elementos que conviven en la plataforma.

Se sugiere a su vez entablar relaciones y conversaciones con las distintas carreras del área de la salud de la Universidad La Salle Noroeste, tales como médico cirujano, nutrición y fisioterapia para conocer sus necesidades y saber si se pudieran beneficiar de algún recurso que pueda añadirse a esta plataforma.

Finalmente, se propone la implementación de foros de discusión de temáticas de interés común que se conviertan en un espacio facilitador del intercambio de conocimientos entre estudiantes, fomentando así un modelo de aprendizaje colaborativo donde los estudiantes puedan resolver dudas, compartir recursos y construir conjuntamente, fortaleciendo tanto sus competencias técnicas como su capacidad de trabajo en equipo.

Aunque la plataforma hace posible la adquisición de múltiples beneficios académicos, los estudiantes también han señalado algunas áreas que podrían mejorar. Se mencionaron en los resultados de las encuestas opiniones dirigidas a las limitaciones en el diseño visual de la plataforma y, subrayando a su vez la necesidad de una paleta de colores más armoniosa, gráficos más elaborados y un mejor contraste entre los elementos visuales para ofrecer una experiencia más agradable y eficiente.

El desarrollo de una plataforma educativa complementada con instrumentación virtual superó las expectativas en cuanto a recibimiento por parte de la población objetivo. Bajo la premisa de las generaciones nativas digitales esta clase de proyectos cuentan con el potencial de contribuir a la forma en la que los estudiantes se relacionan con el conocimiento, lo que subraya la importancia de incorporar tecnologías interactivas en el currículo académico.

Bibliografía

- National Instruments. (1 de septiembre de 2020). *ni*. Obtenido de <https://www.ni.com/en/perspectives/engineering-education-from-a-distance.html>
- Apple. (s.f.). *Apple.com*. Obtenido de Apple vision Pro: <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>
- Artecnic. (s.f.). *Artecnic*. Obtenido de Prevención de incidentes adversos asociados a desfibriladores: <https://www.artecnica.com.mx/blog/eventos-adversos-desfibriladores>
- auraquantic. (s.f.). *auraquantic.com*. Obtenido de Top 10 tendencias tecnológicas 2025: <https://www.auraquantic.com/es/blog/top-tendencias-tecnologicas/>
- Bolaño-García, M., & Duarte-Acosta, n. (2023). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirujía*, 39(1), 53-60. doi:<https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Association for the Study of Higher Education., U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION. Obtenido de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>
- Cano, C. A. (2019). Dos visiones diferentes de entender la investigación, para la formación en educación superior. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Obtenido de DOS VISIONES DIFERENTES DE ENTENDER LA INVESTIGACIÓN, PARA LA FORMACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/07/investigacion-educacion-superior.html>
- Castro, e. a. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Scielo*, 20, 140-150. Obtenido de La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI.: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2023000100140

- Delors, J. (1996). *La Educación encierra un tesoro, informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI (compendio)*. UNESCO. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Deniz, L. &. (2007). Validity and reliability studies of the Information and Communication Technologies (ICT) self-efficacy scale in education. *Journal of Education Sciences*. 25. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/277515603_Professional_Self-Efficacy_Scale_for_Information_and_Computer_Technology_Teachers_Validity_and_Reliability_Study
- Dyrbye, L. N., Thomas, M. R., & Shanafelt, T. D. (Abril de 2006). Revisión sistemática de la depresión, la ansiedad y otros indicadores de malestar psicológico entre estudiantes de medicina de Estados Unidos y Canadá. *Academic Medicine. Journal of the Association of American Medical Colleges*, 8(4), 354-373. doi:<https://translate.google.com/website?sl=en&tl=es&hl=es&client=srp&u=https://doi.org/10.1097/00001888-200604000-00009>
- Eduteka. (s.f.). *Eduteka*. Obtenido de Página principal inicio: <https://eduteka.icesi.edu.co/>
- El Hospital. (13 de Marzo de 2003). *El Hospital*. Obtenido de Tipos de monitores de signos vitales y sus diferentes usos. : <https://www.elhospital.com/es/noticias/monitores-de-signos-vitales-parte-1>
- Fluke biomedical. (2025). *Fluke biomedical*. Obtenido de https://www-flukebiomedical-com.translate.goog/patient-monitor-simulator?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- Fluke biomedical. (s.f.). *fluke biomedical*. Obtenido de The importance of desfibrillator testing: <https://www.flukebiomedical.com/blog/importance-defibrillator-testing>
- García Manjón, J. V. (01 de Febrero de 2020). *jvmanjon*. Obtenido de Definiendo la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación: <https://jvmanjon.com/2020/02/01/definiendo-la-investigacion-el-desarrollo-tecnologico-y-la-innovacion/>
- Glenmed. (21 de 09 de 2017). *Glenmedsolutions*. Obtenido de <https://glenmedsolutions.com/2017/09/21/history-patient-monitoring-systems/>
- Gómez, A. (Enero de 2018). *Cinvestav.mx*. Obtenido de Centro de investigación y de estudios avanzados: <https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/2690/SSIT0015391.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Gutiérrez, M. (2001). *Portal Educativo De Las Américas. Recuperado de:*. Obtenido de La simulación e instrumentación virtual en el estudio y diseño de sistemas

electrónicos. : <https://recursos.educoas.org/publicaciones/la-simulacion-e-instrumentacion-virtual-en-el-estudio>

Hall, J. E. (2013). Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica.

Hall, J. E. (2013). *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica*. Mississippi: Elsevier. Obtenido de <https://cbtis54.edu.mx/wp-content/uploads/2024/04/Guyton-y-Hall-Tratado-de-Filosofia-Medica-John-E-Hall.pdf>

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). (2019). *inee*. Obtenido de <https://www.inee.edu.mx/publicaciones/panorama-educativo-de-mexico-2018-educacion-basica-y-media-superior/>

Jimenez, J. (21 de Febrero de 2022). *emergencyglobalsystem*. Obtenido de Mantenimiento de desfibriladores: prácticas preventivas de DEA / DESA: <https://emergencyglobalsystem.com/mantenimiento-de-desfibriladores/>

Lopez, J. L., & Tenemaya, L. (09 de Julio de 2024). La Investigación Mixta - Metodología de la Investigación. Obtenido de <https://youtu.be/05m4b4BIJZs?si=FYuXoU8FaZEP-coF>

MARCHENA BARRAZA, E. J., & SERPA PÉREZ, J. M. (2006). Obtenido de Aplicaciones de la instrumentación virtual en ambientes industriales. (2006). [Monografía para optar al título de Ingeniero Electrónico]. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.: <https://repositorio.utb.edu.co/server/api/core/bitstreams/8dc362c5-df2e-43dc-8991-d5df0e8f160c/content>

Mundana. (s.f.). *mundana.us*. Obtenido de Los 4 elementos de una plataforma de educación virtual. Mundana.: <https://www.mundana.us/blog/plataforma-de-educacion-virtual>

Muñoz Gualan, G. G., & Elias Sierra, R. (24 de Enero de 2025). La simulación clínica en la educación médica moderna: revisión de revisiones. *eugenio espejo*, 19. doi:<https://doi.org/10.37135/ee.04.22.08>

Muñoz, I. P. (2017). *Control remoto de instrumentación para radiocomunicación mediante Python*. Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería de las Tecnologías de Telecomunicación, Universidad de Sevilla, Teoría de la Señal y Comunicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Sevilla. Obtenido de https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/91618/fichero/TFG_IPM.pdf

National Instruments. (21 de 02 de 2023). *National instruments*. Obtenido de <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/labview-biomedical-toolkit-api-ref/page/lvbioconcepts/lvbioconcepts.html?srsltid=AfmBOooThBC4otlbu0vVxSMbm97vSxIkXj4ZI3mn4ZHaWE3M33-IQJyQ>

NHLBI. (18 de 07 de 2023). *NHLBI*. Obtenido de ¿Qué son los desfibriladores?: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/desfibriladores>

- Ortega, C. (s.f.). *QuestionPro*. Obtenido de Investigación educativa: Qué es y cómo llevarla a cabo.: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-educativa/>
- Pearson. (12 de 01 de 2024). *Pearsonlatam*. Obtenido de Ventajas del método de simulación en la educación superior: <https://blog.pearsonlatam.com/educacion-del-futuro/ventajas-del-metodo-de-simulacion-en-la-educacion-superior>
- Pilon, A. (1986). Desarrollo de la educación en salud: una actualización de conceptos. *Scielo*, 391-396. doi:<https://doi.org/10.1590/S0034-89101986000500009>
- PrecisionOS. (18 de Septiembre de 2023). *PrecisionOS*. (, 18). *Virtual Reality Medical Training Education - PrecisionOS*. *PrecisionOS*. Recuperado de:. Obtenido de PrecisionOs: <https://www.precisionostech.com/es/vr-training/>
- Quiñones, C., & Bernal, M. (2011). *LabVIEW y la instrumentación virtual aplicados*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5085383.pdf>
- Schiller. (2020). *Schiller*. Obtenido de Manual de usuario defigard HD-7: <https://schiller-medical.fr/>
- Secretaria de educación pública. (2019). *Programa Sectorial de Educación 2020-2024*. Obtenido de <https://www.planeacion.sep.gob.mx/medianoplazo.aspx#:~:text=El%20PSE%202020-2024%20define,12%20parámetros%20para%20su%20seguimiento>
- Serna, F. (25 de Agosto de 2023). *Cengage*. Obtenido de 27 Plataformas educativas virtuales gratuitas: <https://latam.cengage.com/27-plataformas-virtuales-educativas-gratuitas/>
- Serrano Paredes, K. d., Velecela Abambari, S. G., Cabrera Aguirre, M. P., & Chacha Astudillo, A. S. (Junio de 2024). Uso de simuladores virtuales en la educación médica. *ro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 8(52), 185-223. doi:<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol8iss52.2024pp185-223>
- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento: informe mundial de la UNESCO*. Ediciones UNESCO. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141908>
- Vidal, M. &. (15 de Octubre de 2008). Tecnología educativa, medios y recursos de enseñanza-aprendizaje. *Scielo*. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412008000400010&script=sci_arttext
- Vivero, L. y. (2018). *La investigación documental: sus características y algunas herramientas*. *Unidades de Apoyo para el Aprendizaje*. . Obtenido de unam: <https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/mo>

Anexos

Anexo 1. Encuesta inicial a estudiantes

Estimado ingeniero en proceso, estamos desarrollando un proyecto innovador para impulsar la formación de los próximos estudiantes de ingeniería biomédica, tu experiencia dentro de la institución, nos parece vital para la adecuación de las soluciones que queremos ofrecer.

1. ¿Cuál(es) de los siguientes bloques que complementan tu formación en la universidad crees que requieran mayor material didáctico u otras formas de estudio?

- ° Electromédica
- ° Biomédica
- ° Ciencias básicas de la ingeniería
- ° Ciencias básicas de la medicina
- ° Ninguna

2. ¿Qué materias consideras más difíciles de comprender?

3. ¿Existe algún tema/materia dentro del plan de estudios que te haga sentir inseguro o poco preparado?

4. Si tu respuesta anterior fue si menciona cuál o cuáles:

5. ¿Por qué crees que haya asignaturas en las que un porcentaje considerable de estudiantes no logra comprender?

6. ¿Qué temas desarrollados en tu carrera te gustaría entrenar o aprender para tener un mayor dominio?

7. ¿Conoces los principales equipos médicos del sector hospitalario? (Menciona cuales)

8. ¿Los has usado o has tenido trato directo con ellos?

Anexo 2. Prueba de simulación

Programa/Simulación: _____

Evaluación por: _____

1. ¿Se pudo correr el programa correctamente?

2. ¿Has detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctalo)

3. Pondera del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

4. Pondera del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

5. Conclusiones de la simulación o programa

Anexo 3. Prueba de funcionamiento con experto

Programa/Simulación: _____

Evaluación por: _____

1. ¿Se pudo correr el programa correctamente?

2. ¿Ha detectado algún error de programación o "bug" en el programa? (Si la respuesta es afirmativa redáctelo)

3. Pondere del 1 al 5 la velocidad con la que corre el programa

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

4. Pondere del 1 al 5 el diseño y estética del programa

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

5. ¿Le parece trascendental o funcional el contenido del programa como recurso de estudio/didáctico?

6. Conclusiones y sugerencias de la simulación o programa

Calificación de la prueba: Aprobatoria _____ Reprobatoria_____

Anexo 4. Formato de documentación de equipo médico

Portada:



Nombre del equipo médico

Imagen del equipo

Contenido:

¿Qué es este equipo?, ¿Para qué se utiliza?

¿Qué parámetros mide?

¿Cuáles son sus diferentes tipos?

¿Cómo se usa?

¿En qué áreas de un hospital lo puedes encontrar?

¿Qué accesorios y consumibles utiliza?

Anexo 5. Solicitud para desarrollar el proyecto en plataforma Moodle



FECHA

A quien corresponda:

Por medio de la presente se hace notificar que el proyecto de tesis titulado “Desarrollo de una plataforma para estudiantes del área médica como complemento en su formación educativa” desarrollado por los alumnos de ingeniería biomédica Mario Alberto Garcia Dominguez, Jesus Fransisco Soto Gaxiola y Angel Fransisco Arvizu Hernandez y dirigido por el maestro Ricardo Vega Borbón se les ha concedido el permiso de la creación de un curso en la plataforma Moodle bajo la supervisión del maestro Ricardo vega mismo que se responsabiliza ante cualquier circunstancia que pueda presentarse.

Mario Alberto Garcia Dominguez

Ángel Francisco Arvizu Hernández

Jesús Francisco Soto Gaxiola

Ricardo Vega Borbón

Anexo 6. Lista de comprobación modalidades en plataforma

La siguiente lista de comprobación funcionará como evaluador de los recursos disponibles en la plataforma, el número de programas, así como la funcionalidad de cada uno de ellos.

1. Cuestionarios dentro de la plataforma:

#	Nombre del cuestionario	Número de preguntas	Ejecutable		Fallas detectadas
			Si	No	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

2. Simulaciones:

#	Simulación	¿Cuál es su función?	Ejecutable		Fallas detectadas
			Si	No	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

3. Documentación:

#	Nombre del documento	¿Cuál es su función?	Ejecutable		Fallas detectadas
			Si	No	
1					
2					

3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

No. de cuestionarios disponibles y funcionales: _____

No. de simulaciones disponibles y funcionales: _____

No. de documentos disponibles y funcionales: _____

Anexo 7. Porcentaje de asignaturas

Bloque	Asignatura	
Electromédica	Circuitos eléctricos	
	Dispositivos electrónicos	
	Electrónica analógica	
	Diseño de instrumentación biomédica	
	Diseño lógico	
	Microcontroladores	
	Teoría de control	
	Sistemas eléctricos	
	Electrónica de potencia	
Biomédica	Introducción a la ingeniería biomédica	
	Biomecánica	
	Biomateriales y su interacción con el cuerpo humano	
	Bioinstrumentación	
	Bioética	
	Análisis de señales y proceso de imágenes	
	Dispositivos de monitoreo y técnicas de imagenología	
	Organización y manejo de la tecnología de equipos médicos	
	Seminario de tópicos selectos de ingeniería biomédica	
	Sistemas de calidad en salud	
	Consultoría y desarrollo profesional	
Informática médica	Base de datos	
	Instrumentación virtual	
	Telemedicina	
	Redes computacionales	
Administración de la tecnología	México en el contexto global	
	Diseño en ingeniería	
	Ingeniería clínica	
	Administración hospitalaria	
	Diseño hospitalario	
	Evaluación de proyectos tecnológicos	
Ciencias básicas de la ingeniería	Estadística	
	Cálculo vectorial	
	Álgebra	
	Cálculo diferencial e integral	
	Ecuaciones diferenciales	
	Álgebra lineal	
	Métodos numéricos	
	Física	
	Mecánica	
	Electricidad y magnetismo	
Física moderna		
	Principios básicos de fisiología humana	
	Sistemas fisiológicos humanos	

Ciencias básicas de la medicina	Química para bioingeniería	
	Bioquímica	
	Anatomía	
Computación	Diseño de programas	
	Programación orientada a objetos	

Total de materias: _____

Asignaturas que precisan de un mayor recurso de estudio y más dinámicas de aprendizajes según los estudiantes en la encuesta inicial (I1).

Lugar	Materia	Porcentaje	Plataforma
1°			
2°			
3°			
4°			
5°			
6°			

Porcentaje:

$$\frac{\text{ú} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}}}{\text{ú} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}} \quad \ddot{\text{A}}} * 100$$

$$\frac{\quad}{48} * 100 = \underline{\quad}\%$$

Anexo 8. Encuesta a estudiantes – Interfaz intuitiva

Ayúdanos a mejorar nuestra interfaz y el diseño de nuestro programa respondiendo la siguiente encuesta:

1. ¿Te gusta que el proyecto esté disponible desde tu cuenta Moodle?

Si _____ No_____

¿Por qué?

1	Malo, sugiero mejora
2	Puede mejorar
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

2. ¿Cómo calificarías el orden de las funciones disponibles en la plataforma?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

3. ¿Cómo calificarías los colores y diseño de la plataforma?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

4. ¿Cómo calificarías el diseño de los cuestionarios?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

5. ¿Cómo calificarías el diseño de las simulaciones de equipo médico?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

6. ¿Qué tan sencillo fue interactuar con los simuladores de equipo médico?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

7. ¿Te gustaron las simulaciones de equipo médico?

Si _____ No_____

¿Por qué?

8. ¿Cómo calificarías el diseño de las simulaciones de circuitos eléctricos?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

9. ¿Qué tan sencillo fue comprender cómo funcionan las simulaciones de circuitos eléctricos?

1____ 2____ 3____ 4____ 5____

10. ¿Te gustaron las simulaciones de circuitos eléctricos?

Si _____ No_____

¿Por qué?

11. ¿Qué te pareció la documentación disponible en la plataforma?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

12. ¿Cómo calificarías el diseño de la documentación de equipo hospitalario?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

13. ¿Cómo calificarías el contenido de la documentación de equipo hospitalario?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

14. ¿Cómo calificarías la funcionalidad total de la plataforma?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

¿Por qué?

Por favor, apórtanos tus sugerencias y comentarios sobre la funcionalidad y diseño de la plataforma:

Anexo 9. Encuesta de satisfacción

Ingeniero en proceso, gracias por ser parte de este proyecto de investigación, sus comentarios respecto a la plataforma son fundamentales para el desarrollo correcto de nuestro trabajo, para finalizar, por favor responde con sinceridad la siguiente encuesta y no olvides dejar un comentario constructivo que pueda enriquecer nuestro proyecto.

1. ¿Consideras apropiada una plataforma virtual como método complementario para tus estudios?

Si _____ No_____

¿Por qué?

2. ¿Consideras que la plataforma abarca las asignaturas más necesitadas en tanto métodos de aprendizaje de estudio y recurso virtual complementario?

Si _____ No_____

¿Cuáles otras materias consideras que necesitan este tipo de aplicaciones?

3. ¿Consideras nuestra plataforma funcional e intuitiva?

Si _____ No_____

¿Por qué?

4. ¿Crees que nuestra plataforma tenga potencial para mejorar su contenido, agregar más aplicaciones, así como englobar más asignaturas del plan de estudios?

Si _____ No_____

5. ¿Qué otros temas crees que puedan ser tratados dentro de la plataforma aprovechando las aplicaciones que brinda (o puede llegar a brindar)?

6. ¿Crees que esta plataforma sería utilizada por las próximas generaciones de ingeniería biomédica?

Si _____ No_____

¿Por qué?

7. ¿Qué tal te parecieron las simulaciones?

8. ¿Qué tal te parecieron los cuestionarios?

9. Por favor, redáctanos tus opiniones y sugerencias sobre la plataforma

Anexo 10. Fórmula estadística para poblaciones finitas

La siguiente figura muestra cómo definir una población a evaluar y así, obtener un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% según la Universidad Autónoma de Madrid:

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e_{p\tau}^2 \cdot (N - 1) + z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}$$

Figura 77. Fórmula estadística para poblaciones finitas. Universidad Autónoma de Madrid. (n.f.). Instrumentos Estadísticos Avanzados. Facultad Ciencias Económicas y Empresariales. Recuperado de: <https://estadistica.net/OPOSICION-ESTADISTICOS/finitas.pdf>

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población total

z = Valor de la distribución normal estándar para un nivel de confianza (1.96 para un 95% de confianza)

p = Proporción esperada de la población con la característica estudiada (si no se conoce, se usa 0.5)

q = 1 – p

E = Margen de error permitido (0.05)

Anexo 11. Cuestionarios de anatomía y fisiología

Cuestionario corazón medio

1. ¿Qué tipo de células forman la capa más interna del corazón?
 - > Endoteliales
2. ¿Cuál es el componente principal del líquido pericárdico?
 - > Agua
3. ¿Qué arterias irrigan al músculo cardíaco?
 - > Arterias coronarias
4. ¿Cuál es el nombre de las válvulas ubicadas entre las cavidades auriculares y ventriculares del corazón?
 - > Auriculoventriculares
5. ¿Cuál es la unidad básica contráctil del músculo cardíaco?
 - > Sarcómero
6. ¿Cuál es el período de relajación del corazón durante el ciclo cardíaco?
 - > Diástole
7. ¿Cuál es el nombre de la fase del ciclo cardíaco en la que los ventrículos se contraen?
 - > Sístole ventricular
8. ¿Cuál es el nombre de la estructura que conecta la arteria pulmonar y la aorta en el feto?
 - > Ducto arterioso
9. ¿Qué estructura del corazón actúa como un marcapasos natural?
 - > Nodo sinoauricular
10. ¿Qué tipo de tejido forman las válvulas cardíacas?
 - > Conectivo fibroso

Cuestionario corazón difícil

1. ¿Cuál es la principal enzima liberada por el tejido cardíaco dañado durante un ataque al corazón?
 - > Troponina
2. ¿Qué sustancia es liberada por las células endoteliales para promover la vasodilatación y la inhibición de la agregación plaquetaria?
 - > Óxido nítrico

3. ¿Qué efecto tiene la estimulación del nervio vago en el corazón?
 - > Disminuye frecuencia
4. ¿Cuál es el efecto principal de la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona en el corazón?
 - > Aumenta la presión arterial y la retención de sodio y agua
5. ¿Cuál es la principal función de las células de Purkinje en el corazón?
 - > Conducción impulsos
6. ¿Cuál es la hormona liberada por la glándula tiroides que afecta la actividad cardíaca?
 - > Tiroxina
7. ¿Cuál es el principal efecto de la hiperpotasemia en el corazón?
 - > Disminuye conducción
8. ¿Qué factor contribuye principalmente a la formación de un coágulo sanguíneo en el corazón?
 - > Activación plaquetas
9. ¿Cuál es la función principal de las células Purkinje en el corazón?
 - > Conducción impulsos eléctricos
10. ¿Qué papel desempeña la hormona antidiurética (ADH) en la función cardíaca?
 - > Retención de agua

Cuestionario ECG fácil

1. ¿Cuál es la velocidad de impresión de un electrocardiograma?
 - > 25 mm/seg
2. Es un ritmo sinusal con frecuencia cardíaca mayor de 100 latidos por minuto:
 - > Taquicardia sinusal
3. ¿Qué parámetro del ECG indica la dirección promedio de la actividad ventricular?
 - > Eje eléctrico
4. Única derivación en donde la onda P es negativa:
 - > AVR
5. ¿Hay cuadros grandes en conjunto a cuadros pequeños en un electrocardiograma?

- > Sí
- 6. En esta derivación el complejo QRS es negativo:
 - > DIII
- 7. ¿Cuál es la frecuencia cardíaca en la bradicardia sinusal?
 - > Menos de 60 latidos/min
- 8. Signos de arritmia que pueden ser identificados en el ECG:
 - > Frecuencia cardíaca irregular
- 9. El segmento ST debe estar alineado con cuál otro segmento:
 - > Segmento PR
- 10. La onda T es frecuentemente negativa en V1 y V2 especialmente en:
 - > Mujeres y niños

Cuestionario ECG intermedio

1. El ancho del QRS no debe exceder:
 - > Menos de 3 cuadros pequeños
2. Distancia real de 2 y 1/2 de cuadros:
 - > 0.10 pulgadas
3. Distancia en que la onda P está separada del complejo QRS:
 - > 3 a 5 cuadros pequeños
4. ¿Cómo se calcula la frecuencia cardíaca en un ECG?
 - > Dividiendo 1500 entre el número de cuadros pequeños entre dos ondas R
5. ¿Cuáles son los criterios diagnósticos de un infarto agudo de miocardio en un ECG?
 - > ST mayor a 1mm
6. Morfología de la derivación V6:
 - > qR
7. Si las tres derivaciones bipolares DI, DII y DIII son positivas, ¿dónde se encuentra el eje eléctrico?
 - > Entre 0 y 90
8. Si existe un predominio de la negatividad en DI, el eje está:

> Desviado a la derecha

9. Si hay negatividad en DIII y positividad en DI y DII, el eje está:

> Entre 0 y -45

10. Si se encuentra que las derivaciones DII y DIII son predominantemente negativas, el eje está:

> Desviado a la izquierda

Cuestionario ventilación fácil

1. ¿Cuál es el proceso mediante el cual el aire entra y sale de los pulmones?

> Ventilación

2. ¿Cuál de las siguientes estructuras está involucrada en la inspiración durante la ventilación pulmonar?

> Diafragma e intercostales

3. ¿Qué estructura se contrae para aumentar el volumen torácico durante la inspiración?

> Diafragma

4. ¿Qué medida representa la cantidad máxima de aire que puede ser exhalada después de una inspiración máxima?

> Capacidad vital

5. ¿Qué tipo de células en los alvéolos facilita el intercambio de gases entre el aire y la sangre?

> Neumocitos

6. ¿Cuál es el proceso por el cual el oxígeno se transporta desde los alvéolos hasta los tejidos corporales?

> Difusión alveolo-capilar

7. ¿Qué hormona se libera en respuesta a niveles bajos de oxígeno en la sangre y estimula la ventilación pulmonar?

> Eritropoyetina

8. Proceso por el cual el oxígeno pasa de los alvéolos a la sangre a través de los capilares que revisten las paredes alveolares.

> Difusión

9. Es el intercambio de gases entre la sangre y otros tejidos y la utilización de oxígeno por los tejidos.

> Respiración

10. Es el proceso mecánico que mueve aire hacia adentro y hacia afuera de los pulmones.

> Ventilación

Cuestionario ventilación intermedio

1. ¿Cuál es el volumen de aire que queda en los pulmones después de una espiración completa?

> Volumen residual

2. ¿Cuál es el principal músculo de la espiración activa durante el ejercicio físico intenso?

> Músculos abdominales

3. ¿Qué tipo de células producen surfactante pulmonar, una sustancia que reduce la tensión superficial en los alvéolos?

> Neumocitos tipo II

4. ¿Qué tipo de tejido conectivo rodea y sostiene las estructuras bronquiales dentro de los pulmones?

> Tejido cartilaginoso

5. Durante la inspiración, ¿qué músculos se contraen para elevar las costillas y expandir la cavidad torácica?

> Músculos intercostales

6. ¿Qué tipo de ventilación se utiliza comúnmente en el tratamiento de la apnea del sueño?

> Presión positiva continua

7. ¿Qué parámetro se ajusta para controlar la presión en la vía aérea en un ventilador mecánico?

> PEEP

8. ¿Qué modo de ventilación se utiliza para mantener una presión positiva en la vía aérea al final de la espiración?

> Con presión de soporte

9. ¿Qué parámetro se ajusta para controlar la relación inspiración/espiración en un ventilador mecánico?

> Tiempo inspiratorio

10. ¿Qué modo de ventilación se utiliza para permitir que el paciente inicie cada respiración y el ventilador solo asiste cuando es necesario?

> Espontánea

Cuestionario ventilación difícil:

1. ¿Qué parámetro se ajusta para medir la presión meseta en un ventilador mecánico?
 - > Pausa inspiratoria
2. ¿Cuál es el objetivo principal de la estrategia de ventilación Open Lung en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA)?
 - > Mejorar oxigenación
3. ¿Qué tipo de ventilación se recomienda inicialmente en pacientes con EPOC exacerbado?
 - > No invasiva con presión positiva
4. ¿Qué parámetro se ajusta para controlar la pendiente de ascenso del flujo inspiratorio en un ventilador mecánico?
 - > Flujo inspiratorio
5. ¿Qué parámetro se ajusta para controlar la presión de distensión transpulmonar en un ventilador mecánico?
 - > Presión meseta
6. ¿Qué tipo de ventilación se utiliza comúnmente en pacientes con insuficiencia cardíaca aguda?
 - > No invasiva
7. ¿Qué parámetro se ajusta para controlar la relación inspiración/expiración en un ventilador mecánico?
 - > Relación I:E
8. ¿Cuál es el objetivo principal de la estrategia de ventilación permissive hypercapnia en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA)?
 - > Reducir el daño pulmonar inducido por la ventilación mecánica, aceptando niveles elevados de CO₂
9. ¿Qué tipo de ventilación se utiliza comúnmente en pacientes con neumonía grave?
 - > Controla
10. ¿Qué parámetro se ajusta para controlar la presión pico en un ventilador mecánico?
 - > Volumen corriente

Anexo 12. Manual de desfibrilador



Desfibrilador



Índice

¿Qué es un desfibrilador?	129
Tipos de desfibriladores	129
Mantenimiento preventivo	130
Fallas comunes	131
Referencias	132



¿Qué es un desfibrilador?

Según (NHLBI, 2023) Los desfibriladores son dispositivos que envían una corriente o descarga eléctrica al corazón para restaurar el latido normal.

Tipos de desfibriladores

Los desfibriladores tienen distintos usos, y esto se da según el tipo de desfibrilador, estos son algunos de ellos:

- **Desfibrilador Externo Automático (DEA):** Se encuentran en espacios públicos, diseñados para asistir a una persona que está en paro cardiaco. El dispositivo guía al usuario sobre qué debe hacer, lo que significa que una persona sin capacitación pueda usarlo.
- **Desfibrilador Cardioversor Implantable (DCI):** Se colocan en el pecho bajo un procedimiento quirúrgico. Están diseñados para detectar automáticamente un paro cardiaco o arritmia, enviando una descarga eléctrica para detener una arritmia o reiniciar el latido del corazón.
- **Desfibrilador manual:** Aquel que se encuentra en los "carros rojos" en las distintas áreas hospitalarias. El desfibrilador básico consta de botón de encendido, selección de energía, carga de energía y descarga.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo en estos equipos es sumamente importante para garantizar el buen funcionamiento del equipo, los tiempos y los pasos a seguir dependerán del fabricante, en lo siguiente mostraremos la tabla de intervalos de mantenimiento del desfibrilador "DEFIGARD®HD-7"

Intervalo	Mantenimiento	Responsable
Antes de cada uso	<p>Funciones vitales; compruebe lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del aparato y los accesorios (consulte la sección 10.2.1) • Encienda el equipo y asegúrese de que la batería tenga suficiente carga (consulte el apartado 10.2.2). <p>Después de cada intervención</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del equipo y accesorios (consulte la sección 10.2.1). • Revisión de la batería (consulte el apartado 10.2.2). • Prueba de descarga del desfibrilador (consulte los apartados 10.2.3) • Auto comprobación en el menú Ajustes de prueba (consulte el apartado 10.2.4) 	→ Usuario
Mensualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba funcional del condensador de descarga (consulte el apartado 10.2.4) 	→ Usuario
Cada 12 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de medición y de seguridad e inspecciones según las instrucciones del manual de mantenimiento • Comprobación de la NIBP. • Comprobación de ECG • Comprobación de SpO₂. • Comprobación del tramo de gas EtCO₂ y fugas • Comprobación del funcionamiento del desfibrilador. 	→ Personal técnico autorizado por SCHILLER
Sustitución de elementos con vida útil limitada	<p>Las siguientes piezas se deben revisar y sustituir en caso necesario</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sustituir la batería de alimentación; consulte el apartado 10.4.1. • Sustituir la pila de botón interna (cada 10 años). • Sustituir solo el condensador de desfibrilación (si la energía aplicada [J] se desvía más del 15 % del valor previsto) (solo DEFIGARD®HD-7). 	→ Personal técnico autorizado por SCHILLER

SCHILLER MEDICAL. (2020)

Algunas de las herramientas o analizadores utilizados permiten evaluar y corroborar que la descarga eléctrica se encuentra dentro de los parámetros permitidos, una marca famosa de analizadores es "Fluke Biomedical".



Biomedical, F. (s. f.-b).

Fallas comunes

Según (Artecnica, s.f.), algunas de los factores que pueden contribuir a la falla de uno de estos equipos y que pueden contribuir a que algún paciente o profesional resulte herido pueden ser los siguientes:

Descarga imprecisa:

Uno de los factores más críticos es asegurar que el nivel de energía programado en el desfibrilador realmente sea el suministrado, pues de no ser así, desconoceríamos la cantidad con la que estamos desfibrilando al paciente.

Tiempo de carga prolongado:

Es muy probable que un paciente con paro cardiaco reciba más de una descarga en un corto período de tiempo, por lo que nuestro equipo debe cargar (posterior a una descarga) en un tiempo razonable y adecuado para volver a utilizarlo.

Sincronía errónea con el trazo electrocardiográfico:

Los desfibriladores automatizados (AED) cuentan funciones que permiten suministrar descargas al detectar anomalías en ciertas ondas del trazo electrocardiográfico.

Falla en baterías:

No siempre tendremos la oportunidad de utilizar el desfibrilador conectado al suministro eléctrico, por lo que debemos de asegurar que las baterías externas funcionen adecuadamente en caso de ser necesario.

Error usuario:

La constante capacitación en el uso y cuidados de dichos equipos reducirá considerablemente la probabilidad de algún incidente.

Referencias bibliográficas del documento

¿Qué son los desfibriladores? | NHLBI, NIH. (2023, 18 julio). NHLBI, NIH.

<https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/desfibriladores>

Artecnic. (s. f.). *Prevención de incidentes adversos asociados a*

desfibriladores. (s. f.). [https://www.artecnica.com.mx/blog/eventos-](https://www.artecnica.com.mx/blog/eventos-adversos-desfibriladores)

[adversos-desfibriladores](https://www.artecnica.com.mx/blog/eventos-adversos-desfibriladores)

Bibliografía del documento

¿Qué son los desfibriladores? | NHLBI, NIH. (2023, 18 julio). NHLBI, NIH.

<https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/desfibriladores>

Jimenez, J. P. (2022, 21 febrero). *Mantenimiento de desfibriladores: Prácticas*

preventivas de DEA / DESA. ▷ Desfibriladores & Cardioprotección |

Cursos RCP. [https://emergencyglobalsystem.com/mantenimiento-de-](https://emergencyglobalsystem.com/mantenimiento-de-desfibriladores/)

[desfibriladores/](https://emergencyglobalsystem.com/mantenimiento-de-desfibriladores/)

SCHILLER MEDICAL. (2020). *Manual de usuario Defigard HD-7.* [https://schiller-](https://schiller-medical.fr/)

[medical.fr/](https://schiller-medical.fr/)

Biomedical, F. (s. f.-b). *The Importance of Defibrillator Testing* | Fluke

Biomedical.

Fluke

Biomedical.

<https://www.flukebiomedical.com/blog/importance-defibrillator-testing>

Artecnic. (s. f.). *Prevención de incidentes adversos asociados a*

desfibriladores. (s. f.). [https://www.artecnica.com.mx/blog/eventos-](https://www.artecnica.com.mx/blog/eventos-adversos-desfibriladores)

[adversos-desfibriladores](https://www.artecnica.com.mx/blog/eventos-adversos-desfibriladores)

