Logotipo

Descripción generada automáticamente

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**Título de la Investigación**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONSULTA Y RECORDATORIO DE RECETAS MÉDICAS BASADO EN COMANDOS DE VOZ PARA EL ROBOT MBOT2**

**Autor(es)**

Quiroz Gonzales, Luciano Jesús

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7787-6962

Lacerna Vélez, Javier Jesús

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7354-3469

**Docente**

Mg. Ing. Marin Rodríguez, William Joel

**Línea de Investigación:**

**Calidad de vida, promoción de la salud del individuo y la comunidad para el desarrollo de la sociedad.**

**Sublínea de Investigación:**

**Nuevos materiales y tecnologías para la Innovación en salud preventiva y recuperativa**

**Pimentel – Perú**

**2025**



**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, somos) **Quiroz Gonzales Luciano Jesús – Lacerna Vélez Javier Jesús** del Programa de Estudios de **Ingeniería de Sistemas** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

**Desarrollo de un sistema de consulta y recordatorio de recetas médicas basado en comandos de voz para el robot mbot2**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

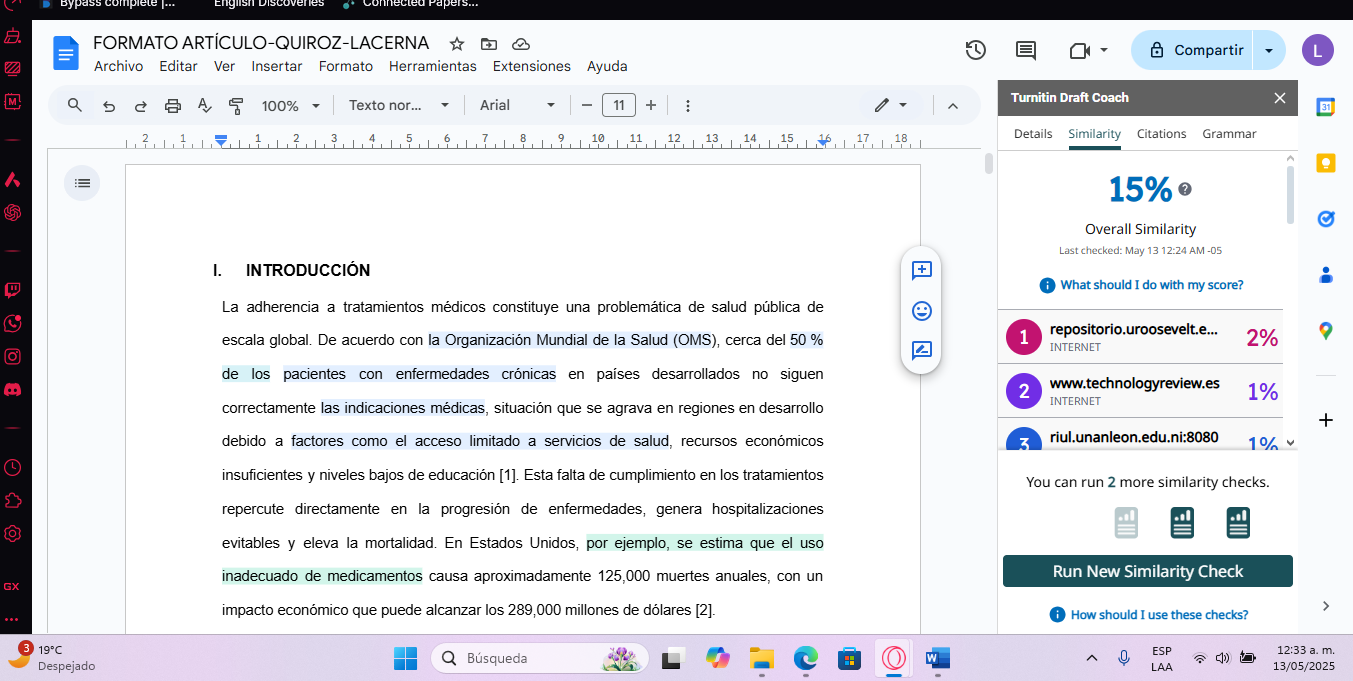
En virtud de lo antes mencionado, firman:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Quiroz Gonzales, Luciano Jesús | DNI: 73052308 |  |
| Lacerna Vélez, Javier Jesús | DNI: 73885715 |  |

Pimentel, día de mes de año.

**REPORTE DE SIMILITUD TURINITIN**

(Captura de pantalla de la primera hoja del reporte Turnitin)



**Índice de contenidos**

Contenido

[Resumen 5](#_Toc198586330)

[I. INTRODUCCIÓN 6](#_Toc198586331)

[II. MATERIALES Y MÉTODO 9](#_Toc198586332)

[REFERENCIAS 11](#_Toc198586333)

[ANEXOS 15](#_Toc198586334)

# Resumen

Resumen estructurado que incluye: Objetivo, método, resultados y conclusiones. Debe ser redactado en tercera persona y tener una extensión máxima de 250 palabras.

**Palabras Clave:** Presenta entre tres (3) a cinco (5) palabras principales y se encuentren descriptores de palabras.

# INTRODUCCIÓN

La aplicación de los procedimientos médicos supone un reto considerable para la salud pública a escala mundial. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), alrededor del 50% de las personas con enfermedades crónicas en países desarrollados no cumplen de manera apropiada con las recomendaciones del médico. Esta problemática se agrava en zonas en desarrollo debido a elementos como el acceso restringido a servicios sanitarios, la escasez de recursos económicos y un nivel educativo deficiente [1]. Esta falta de cumplimiento con los tratamientos impacta directamente en el progreso de las enfermedades, causa hospitalizaciones que podrían ser evitadas y incrementa los índices de mortalidad. Para Estados Unidos, se calcula que el uso indebido de medicamentos causa aproximadamente 125,000 fallecimientos anuales, con un costo financiero que podría ascender a los 289,000 millones de dólares. [2].

En este escenario, surge la urgente necesidad de contar con innovaciones tecnológicas que promuevan una mayor conformidad con los protocolos médicos. La adopción de interfaces de voz y tecnologías robóticas en el sector de la salud constituye un avance motivador que puede mejorar la adherencia a las pautas clínicas y el apoyo al paciente. Aparatos como el mBot2, inicialmente diseñado para la enseñanza de robótica, han evidenciado su habilidad para ajustarse a entornos de cuidado, lo que se debe a sus habilidades para interactuar tanto con el ambiente como con las personas [3].

Adicionalmente, el uso de comandos vocales se ha establecido como un método de interacción intuitivo y fácil de usar, especialmente ventajoso para personas con limitaciones motoras o con capacidades tecnológicas restringidas [4]. Estos sistemas tienen un fuerte respaldo en el procesamiento de lenguaje natural (PLN), una rama de la inteligencia artificial (IA) centrada en simplificar la comprensión de las máquinas del idioma humano [5]. Los modelos basados en el aprendizaje profundo, como las redes neuronales recurrentes, convolucionales y los transformadores, han demostrado un rendimiento destacado en tareas de gran complejidad idiomática dentro del ámbito del Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) [6].

Sin embargo, integrar estos modelos sofisticados en un sistema integrado como el mBot2 presenta desafíos considerables debido a sus restricciones en el manejo y almacenamiento. Es imprescindible transformar las técnicas de PLN para mantener una precisión lingüística excepcional y un uso mínimo de recursos computacionales. Es vital que estos sistemas abarquen diversas lenguas, dialectos y terminología médica particular, especialmente en entornos multilingües [7]. El triunfo de estas innovaciones radica en su aceptación por parte del consumidor final. Para ello, deben asegurar una experiencia de uso intuitiva, receptiva a fallos y con la habilidad de ofrecer respuestas precisas y rápidas [8]. Un diseño enfocado en el usuario y la adopción de interfaces intuitivas son pilares esenciales para que las soluciones de asistencia por voz sean efectivas.

Los progresos más recientes en PLN fortalecen la factibilidad de implementar estas tecnologías en el sector médico. Modelos contemporáneos fundamentados en arquitecturas de transformadores han transformado el sector al facilitar una comprensión contextual más detallada; BERT, por ejemplo, sobrepasa en exactitud a los modelos convencionales de análisis de texto [21], aunque su aplicación eficaz en hardware de recursos escasos todavía supone un obstáculo técnico. Simultáneamente, se ha evidenciado que los sistemas de voz activada pueden potenciar la accesibilidad de pacientes con restricciones motoras y sensoriales, siempre que estas soluciones estén adecuadamente ajustadas a sus entornos lingüísticos y culturales [18]. Estudios anteriores también demuestran la efectividad de las redes neuronales profundas en la identificación de instrucciones verbales para aparatos de asistencia: se han obtenido resultados favorables, como por ejemplo, en la gestión de sillas de ruedas automatizadas a través de voz [12], además de sistemas de acompañamiento para personas de edad avanzada [11], lo que refuerza la posibilidad de esta tecnología en contextos de atención sanitaria. Sin embargo, aún persisten desafíos vinculados con la interpretación del lenguaje del paciente en contexto y la gestión de un diálogo en tiempo real abierto, aspectos que necesitan más análisis [25]. Existen incluso puntos de vista divergentes respecto al método óptimo para la implementación de asistentes médicos basados en PLN: mientras que algunas investigaciones respaldan modelos más sencillos (como los enfoques basados en N-gramas y Modelos Ocultos de Markov (HMM)) en situaciones con restricciones computacionales [19][22], otras proponen emplear arquitecturas más avanzadas como los transformadores en sistemas embebidos a través de técnicas de compresión de modelos Adicionalmente, se discute la capacidad de los sistemas actuales para entender con exactitud las indicaciones médicas en diferentes lenguas o dialectos. Esta dificultad se intensifica cuando el asistente necesita entender terminología clínica especializada o interactuar con pacientes con problemas de pronunciación, lo que genera dudas acerca de la inclusión y escalabilidad de estos modelos [18].

En este contexto, el problema de investigación se centra en cómo optimizar el uso de comandos de voz en el robot mBot2 para brindar asistencia eficiente a los pacientes tanto en sus consultas médicas como en el cumplimiento de sus tratamientos. Para abordar este desafío, el presente estudio propone el desarrollo de un sistema automático de consulta médica y recordatorio de medicación basado en comandos de voz, integrado en el robot mBot2. Este sistema asistirá al paciente tanto antes como después de la consulta médica: brindará orientación previa a la cita, responderá preguntas básicas sobre las prescripciones al término de la consulta, y generará alertas automáticas para la toma de medicamentos hasta la siguiente visita médica. La meta de la propuesta trasciende la mera implementación técnica, pues se busca generar un impacto positivo en la calidad de vida de los pacientes y en la eficiencia de la atención sanitaria, mediante la mejora de la adherencia terapéutica y la accesibilidad a información médica confiable. En concordancia con este objetivo, la investigación explora el uso de técnicas avanzadas de PLN optimizadas para dispositivos embebidos, abarcando la selección e implementación de modelos de lenguaje natural adaptados a las limitaciones de hardware del mBot2, el desarrollo de un módulo de reconocimiento de voz especializado en comandos médicos, y la creación de un sistema inteligente de recordatorios que refuerce el cumplimiento del tratamiento farmacológico indicado. Se plantea la hipótesis de que la implementación de estas técnicas avanzadas de PLN –en particular, modelos basados en RNN y arquitecturas tipo Transformers– mejorará significativamente la precisión y la fluidez en la interacción con comandos de voz, en comparación con los enfoques tradicionales, incrementando así la eficacia de la asistencia brindada. De este modo, el proyecto no solo contribuirá al desarrollo de tecnologías inteligentes aplicadas a la salud, sino que también se alinea con las tendencias globales de digitalización y personalización de la atención médica, abordando un desafío clave en la ingeniería informática y la robótica al llevar herramientas de IA avanzada a plataformas de hardware limitado.

# MATERIALES Y MÉTODO

**2.1. Tipo y diseño**

**Tipo de investigación**

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque cuantitativo y aplicado, ya que tiene como finalidad diseñar y construir un sistema automatizado embebido en un robot mBot2, capaz de emitir recordatorios y responder a comandos de voz con fines médicos. Se fundamenta en la recolección y análisis de datos objetivos, medibles y cuantificables, permitiendo una interpretación estadística que respalde los resultados obtenidos. Esta naturaleza cuantitativa facilita la replicabilidad de los resultados, garantizando un desarrollo científico riguroso en el campo de la ingeniería informática aplicada a la salud.

**Diseño de investigación**

Se empleó un diseño cuasiexperimental, caracterizado por la ausencia de asignación aleatoria de los sujetos a los grupos de estudio. Este diseño permite evaluar el impacto del sistema propuesto sobre la variable dependiente (adherencia al tratamiento médico), mediante la manipulación de la variable independiente (uso del sistema con comandos de voz). La elección de este diseño se justifica al trabajar con grupos preexistentes, lo cual es adecuado para entornos reales donde el control absoluto sobre los participantes no es viable. El estudio se desarrolla bajo el paradigma explicativo, buscando identificar relaciones causales entre el uso del sistema y los resultados obtenidos en la adherencia terapéutica.

En esta investigación se identificaron personas mayores de 18 años residentes en la ciudad de Chiclayo (Lambayeque, Perú). Según datos demográficos, dicha ciudad cuenta con aproximadamente 201,210 habitantes. Para determinar el tamaño de muestra se utilizó la fórmula para poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, obteniéndose una muestra de 384 personas. El tipo de muestreo aplicado fue probabilístico aleatorio simple, permitiendo una selección equitativa entre los miembros de la población.

**2.2. Técnicas utilizadas**

**Observación directa:** permitió analizar la interacción del usuario con el sistema en un entorno real, evaluando tiempos de respuesta, precisión en el reconocimiento de comandos y emisión de alertas.

**Encuesta estructurada:** fue aplicada posterior a la interacción con el sistema para recopilar la percepción del usuario sobre la utilidad y facilidad de uso del mismo.

**Matriz de confusión:** herramienta estadística aplicada para evaluar la precisión del sistema, considerando verdaderos positivos, falsos negativos y falsos positivos en el reconocimiento de voz.

**Ficha de observación:** diseñada para registrar eventos clave como el número de comandos correctamente reconocidos, fallos del sistema y tiempos de respuesta.

**2.3. Análisis de datos**

Durante el proceso de implementación y evaluación del sistema, se desarrollaron las siguientes fases:

**Diseño del sistema:** se desarrolló un software embebido basado en comandos de voz, utilizando técnicas de procesamiento de lenguaje natural adaptadas a la capacidad del robot mBot2.

**Integración hardware-software:** se configuró el microcontrolador del mBot2 con módulos de audio y sensores para captar comandos del entorno.

**Pruebas funcionales:** se realizaron sesiones de prueba con usuarios reales donde se registraron los eventos observables y se aplicaron encuestas de evaluación.

**Análisis de datos:** los datos recolectados fueron procesados mediante herramientas estadísticas como Python, Excel y SPSS, evaluando métricas como precisión, recall, exactitud y F1-Score.

**2.4. Consideraciones éticas**

Durante la ejecución de esta investigación, se observaron los principios éticos estipulados por el comité de ética de la Universidad Señor de Sipán. Los participantes firmaron un consentimiento informado, el cual garantizó el respeto a su dignidad, privacidad y confidencialidad. Asimismo, se aseguró que los datos recolectados fueran tratados únicamente con fines académicos y de forma anónima.

Este estudio cuenta con la aprobación ética mediante resolución N.º [incluir número de resolución], avalando su cumplimiento con los estándares nacionales e internacionales de ética en investigación.

# REFERENCIAS

[1] World Health Organization, «World Health Organization,» 2003. [En línea]. Available: https://iris.who.int/handle/10665/42682.

[2] M. Viswanathan, C. E. Golin, C. D. Jones y M. Ashok, «ACP Journals,» 04 12 2012.  [En línea]. Available: https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/0003-4819-157-11- 201212040-00538.

[3] J. Kvedar, M. J. Coye y W. Everett, «Connected Health: A Review Of Technologies And  Strategies To Improve Patient Care With Telemedicine And Telehealth,» *Health  Affairs,* vol. 33, nº 2, pp. 194-199, 2014.

[4] A. M. Idrees, F. Kamal Alsheref y A. I. ElSeddawy, «A Proposed Model for Detecting  Facebook News’ Credibility,» *THE SAI,* vol. 10, nº 7, 2019.

[5] D. Jurafsky y J. . H. Martin, «Stanford University,» 20 08 2024. [En línea]. Available:  https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/.

[6] J. Kos, I. Fischer y D. Song, «Adversarial Examples for Generative Models,» *IEEE Xplore,* pp. 36-42, 2018.

[7] G. Caso, L. De Nardis, A. Ferrante y M.-G. Di Benedetto, «Cognitive indoor positioning in  TV White Spaces,» *IEEE Xplore,* pp. 1-8, 2014.

[8] M. Porcheron, J. E. Fischer y S. Reeves, «Voice Interfaces in Everyday Life,» *ACM DIGITAL  LIBRARY,* pp. 1-12, 2018.

[9] E. E. Odokuma y O. Great Ndidi, «DEVELOPMENT OF A VOICE-CONTROLLED PERSONAL  ASSISTANT FOR THE ELDERLY AND DISABLED,» *ResearchGate,* vol. 3, nº 4, 2016.

[10] W. Rojas Carabali, R. Agrawal, L. Gutierrez Sinisterra, S. L. Baxter y C. Cifuentes González, «Natural Language Processing in medicine and ophthalmology: A review for the 21st century clinician,» *ScienceDirect,* vol. 13, nº 4, 2024.

[11] L. Lai y Z. Gaohua, «Intelligent speech elderly rehabilitation learning assistance system  based on deep learning and sensor networks,» *ScienceDirect,* vol. 33, 2024.

[12] K. Zaina, K. Umaru y Kiu Publication Extension, «Design and Implementation of an  Intelligent Voice Controlled Wheel Chair,» *ResearchGate,* vol. 7, nº 1, pp. 67-76, 2022.

[13] P. Spachos, S. Gregori y M. Jamal Deen, «Voice Activated IoT Devices for Healthcare:  Design Challenges and Emerging Applications,» *IEEE Xplore,* vol. 69, nº 7, pp. 3101-3107,  2022.

[14] B. Ayaka Bene, S. O’Connor, N. Mastellos, A. Majeed y K. P. Fadahunsi, «Impact of mobile health applications on self-management in patients with type 2 diabetes mellitus:  protocol of a systematic review,» *BMJ Journals,* 2019.

[15] Department of Ophthalmology, «Voice-controlled virtual assistants for the older people with visual impairment,» *PMC PubMed Central,* vol. 32, nº 1, pp. 53-54, 2018.

[16] H. Li, «Deep learning for natural language processing: advantages and challenges,» *ResearchGate,* vol. 5, nº 1, pp. 24-26, 2018.

[17] V. Pande, K. Elleithy y L. Almazaydeh, «Parallel Processing for Multi Face Detection and  Recognition,» *ResearchGate,* 2012.

[18] T. Trinh Nguyen, K. Sim, A. To Yiu Kuen y R. Odonnell, «Designing AI-based Conversational  Agent for Diabetes Care in a Multilingual Context,» *ResearchGate,* 2021.

[19] S. Young, «Probabilistc Methods in Spoken Dialogue Systems,» Cambridge, 2018. [20] J. Schmidhuber y S. Hochreiter, «Long Short-Term Memory,» 1997.

[21] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar y J. Uszkoreit, «Attention Is All You Need,» Cornell  University, 2017.

[22] L. Rabiner, «A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech  recognition,» *IEEE Xplore,* vol. 77, nº 2, pp. 257-286, 2002.

[23] D. Yu y L. Deng, Automatic Speech Recognition, 2015.

[24] J. D. Williams y S. Young, «Partially observable Markov decision processes for spoken  dialog systems,» *ScienceDirect,* vol. 21, nº 2, pp. 393-422, 2007.

[25]A. See, S. Roller, D. Kiela y J. Weston, «What makes a good conversation? How  controllable attributes affect human judgments,» *Cornell University,* 2019.

[26]C. Friedman, T. C. Rindflesch y M. Corn, «Natural Language Processing: State of the Art  and Prospects for Significant Progress, A workshop sponsored by the National Library of Medicine,» ScienceDirect, vol. 46, nº 5, pp. 765-773, 2013.

[27]B. Zhou, G. Yang, Z. Shi y S. Ma, «Natural Language Processing for Smart Healthcare,»  IEEE Xplore, vol. 7, pp. 4-18, 2022.

[28]E. Hossain, R. Rana, N. Higgins, J. Soar, P. Datta Barua, A. R. Pisani y K. Turner, «Natural  Language Processing in Electronic Health Records in relation to healthcare decision making: A systematic review,» ScienceDirect, vol. 155, 2023.

[29]S. Locke, A. Bashall, A. Wilson, J. Moore , S. Al-Adely y G. B. Kitchen, «Natural language  processing in medicine: A review,» ScienceDirect, vol. 38, pp. 4-9, Junio 2021.

[30]F. Rabbi y W. Ahmed Khatta, «Ethical Considerations and Challenges in the Deployment  of Natural Language Processing Systems in Healthcare,» ResearchGate, vol. 8, nº 5, pp.  17-36, 2023.

# ANEXOS

Serán enumerados considerando:

* **Acta de revisión de similitud de la investigación (\*).**
* **Acta de aprobación de asesor (\*).**
* **Carta o correo de recepción del manuscrito remitido por la revista (\*).**
* Tabla de operacionalización de variables, matriz de consistencia, instrumentos, Inventarios, Documentos ilustrativos, Evidencias, Consentimiento informado (cuando se involucran personas), que se utilizaron en el desarrollo de la investigación
* Otros que considere pertinente

***(\*) Son anexos que se deben considerar de manera obligatoria en el informe.***

***que deben estar en el informe final de manera obligatoria***

Logotipo

Descripción generada automáticamente

**ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Yo **Nombre completo del** docente del curso de **Nombre del curso** del Programa de Estudios de **Nombre del programa de estudios**, luego de revisar y revisor de la investigación del (los) estudiante(s), **Nombre completo de los estudiantes separados por comas**, titulada:

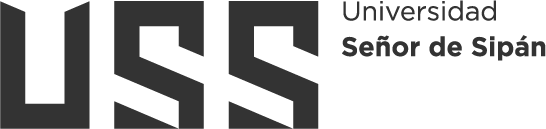
**Título del proyecto de investigación (MAYÚSCULAS Y MINÚSCULAS)**

Dejo Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **porcentaje%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN. Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación en la Universidad Señor de Sipán S.A.C., aprobada mediante Resolución de Directorio N° 145-2022/PD-USS.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (Apellidos y Nombres del docente) | DNI: número | firma |

Pimentel, día de mes de año.



**ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR**

Yo **Nombre completo del docente**. quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N° **Número de resolución**, del proyecto de investigación titulado **título del proyecto de investigación**, desarrollado por el(los) estudiante(s): **nombre completo de los estudiantes separados por comas**, del programa de estudios de **denominación del programa de estudios**, acredito haber revisado, y declaro realizado observaciones y recomendaciones pertinentes, encontrándose expedito para que continue con el trámite pertinentes su revisión por parte del docente del curso.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (Apellidos y Nombres) (**Asesor**) | DNI: número | firma |
| (Apellidos y Nombres) (**Autor 1**) | DNI: número | Firma |
| (Apellidos y Nombres) (**Autor 2**) | DNI: número | Firma |

Pimentel, día de mes de año