

Carlos Polanco

**PROYECTO ESTRATÉGICO
PARA LA OPERACIÓN
DE LA UNIDAD DE
INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

**INSTITUTO NACIONAL DE
CARDIOLOGÍA “IGNACIO CHÁVEZ”**

México, CDMX 4 de julio de 2023

Lo que todos tenemos que hacer es asegurarnos de que estamos usando la IA de una manera que sea en beneficio de la humanidad, no en detrimento de la humanidad

– Tim Cook, CEO y alma de Apple tras la pérdida de Steve Jobs en 2011

1960 –

Prefacio

El presente reporte está dedicado al análisis administrativo y el estudio de factibilidad para el establecimiento de una Unidad de Inteligencia Artificial en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. En un mundo impulsado por la innovación y el conocimiento, la investigación y aplicación de la Inteligencia Artificial en las disciplinas cardiológicas, se ha vuelto fundamental para fomentar el avance científico y tecnológico.

En el ámbito de la medicina cardiovascular, dos técnicas representan una oportunidad única para revolucionar la atención médica el cómputo de alto rendimiento el cual permitirá el procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos cardiológicos, brindando una capacidad sin precedentes para el análisis de patrones y la detección temprana de enfermedades cardíacas, y el uso de redes neuronales, que son esencialmente programas automodificables enfocados a la identificación de regularidades o patrones.

Las redes neuronales son modelos matemáticos inspirados en la estructura y funcionamiento del cerebro humano. Al entrenar estas redes con datos cardiológicos, son capaces de aprender y reconocer patrones complejos que a menudo son difíciles de identificar para el ojo humano. Esto permite una mayor precisión en el diagnóstico de enfermedades cardíacas, así como en la predicción de riesgos y resultados clínicos.

Por otro lado, el cómputo de alto Rendimiento proporciona la capacidad de procesar rápidamente grandes cantidades de datos, acelerando el tiempo de análisis y permitiendo una toma de decisiones más ágil por parte de los médicos. Estas técnicas avanzadas también facilitan el diseño de tratamientos personalizados, al evaluar múltiples variables y encontrar la mejor opción para cada paciente de manera más eficiente.

La Unidad de Inteligencia Artificial del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” aprovechará al máximo el potencial de estas tecnologías en el campo de la medicina cardiovascular. Los beneficios serían diversos, desde una mejora en la precisión diagnóstica hasta una mayor eficiencia en el uso de los recursos médicos y una atención más personalizada para los pacientes.

Esta iniciativa también abriría nuevas oportunidades de colaboración con instituciones de investigación en inteligencia artificial y Cómputo de Alto Rendimien-

to. El intercambio de conocimientos y experiencias en este campo en constante evolución fortalecería aún más la posición de vanguardia del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, y espera promover avances significativos en la medicina cardiológica a nivel nacional e internacional.

Este reporte ofrece una visión detallada y fundamentada sobre la importancia y los beneficios de establecer una Unidad de Inteligencia Artificial respaldada por técnicas avanzadas como las referidas. Estas herramientas permiten una mejora sustancial en el diagnóstico, el tratamiento y la gestión de enfermedades cardíacas, impulsando así la excelencia médica y el bienestar de los pacientes.

Por último, deseo expresar mi reconocimiento al Mtro. Juan Luciano Díaz González de GridUNAM en la Universidad Nacional Autónoma de México por las facilidades de cómputo; al Dr. Gilberto Vargas Alarcón Director de Investigación del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, quien me impulsó a desarrollar esta Unidad, al Dr. Juan Pablo Villa Barragán. Cuya enseñanza y conocimientos en esta disciplina, me permitieron la realización de este trabajo, y al Dr. Brayans Becerra Luna por la revisión de este reporte.

CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara que no hay conflicto de intereses con respecto al contenido de cada uno de los capítulos de este reporte.

Carlos Polanco

Correo electrónico: polanco@unam.mx
Departamento de Instrumentación Electromecánica
Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”
México

Departamento de Matemáticas
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México
México

Preface

This report is dedicated to the administrative analysis and feasibility study for the establishment of an Artificial intelligence unit at the Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. In a world driven by innovation and knowledge, the research and application of artificial intelligence in cardiological disciplines have become fundamental to fostering scientific and technological progress.

In the realm of cardiovascular medicine, two techniques represent a unique opportunity to revolutionize healthcare: the adoption of high-performance computing techniques that will enable the efficient processing of large volumes of cardiological data, providing unprecedented capability for pattern analysis and early detection of heart disease, and the use of neural networks.

Neural networks are mathematical models that draw inspiration from the structure and operation of the human brain. By training these networks with cardiological data, they are able to learn and recognize complex patterns that are often difficult for the human eye to identify. This allows for greater accuracy in diagnosing heart disease as well as predicting risks and clinical outcomes. On the other hand, high-performance computing provides the ability to quickly process large amounts of data, accelerating analysis time and enabling more agile decision-making by physicians. These advanced techniques also facilitate the design of personalized treatments by evaluating multiple variables and finding the best option for each patient more efficiently.

The Artificial Intelligence Unit of the Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” will take full advantage of the potential of these technologies in the field of cardiovascular medicine. The benefits would be diverse, from improved diagnostic accuracy to greater efficiency in the use of medical resources and more personalized care for patients. This initiative would also open new opportunities for collaboration with research institutions in artificial intelligence and high-performance computing. The exchange of knowledge and experiences in this constantly evolving field will further strengthen the vanguard position of the Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, and hopes to promote significant advances in cardiological medicine nationally and internationally.

This report offers a detailed and substantiated view on the importance and benefits of establishing an artificial intelligence unit supported by advanced tech-

niques such as those referred to. These tools enable substantial improvement in the diagnosis, treatment, and management of heart disease, thereby driving medical excellence and patient well-being. Finally, I wish to express my appreciation to Dr. Juan Luciano Díaz González of GridUNAM at the Universidad Nacional Autónoma de México for the computer facilities, to Dr. Gilberto Vargas Alarcón Director of Research of the Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, who encouraged me to develop this unit, Dr. Juan Pablo Villa Barragán. Whose teaching and knowledge in this discipline, allowed me to carry out this work, and Dr. Brayans Becerra Luna for reviewing this report.

CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest regarding the contents of each of the chapters of this work.

Carlos Polanco

E-mail: polanco@unam.mx
Department of Electromechanical Instrumentation
Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”
México

Department of Mathematics
Faculty of Sciences
Universidad Nacional Autónoma de México
México

Índice general

List of Symbols	XIII
1. Introducción	1
1.1. Preliminares	1
2. Antecedentes	3
2.1. Preliminares	4
2.2. Estructura	4
3. Justificación	7
3.1. Preliminares	7
3.2. Planteamiento	8
4. Misión y Visión	9
4.1. Preliminares	10
4.2. Misión y Visión del Instituto	10
4.3. Misión y Visión de la Unidad	10
4.4. Objetivo General	11
4.5. Objetivos Específicos	11
5. Políticas y Lineamientos	13
5.1. Preliminares	14
5.2. Políticas de Operación, Normas y Lineamientos	14
5.3. Organigrama	15
5.4. Análisis Cualitativo	16
5.4.1. FODA	16
5.4.2. Árbol de Problemas	17
5.4.3. Árbol de Soluciones	18
5.4.4. Árbol de Involucrados	18
5.4.5. Mapa Político	19
5.4.6. Funcionograma	19
5.5. Análisis Cuantitativo	20
5.5.1. Indicadores de Entrada	21
5.5.2. Indicadores de Proceso	21

5.5.3. Indicadores de Salida	21
6. Discusión	23
6.1. Uso de Inteligencia Artificial	23
6.2. Impacto a Mediano y Largo Plazo	25
6.3. Perfil técnico de la Unidad de Inteligencia Artificial	26
6.4. Inteligencia Artificial y Cómputo de Alto Rendimiento	27
7. Conclusiones	29
7.1. Sobre su Creación	29
Anexo	31
A. Modelo Gerencial	31
Referencias	51

List of Symbols

Symbol	Description	Page
IA	Inteligencia Artificial.	2
INCICH	Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.	4
SNI	Sistema Nacional de Investigadores.	4
CONAHCYT	Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tenologías.	4
UIA	Unidad de Inteligencia Artificial.	5
Σ	Número total de elementos.	21

Derechos de Obra

Derechos de Autor ©2023–2023 Carlos Polanco

Se concede permiso para copiar, distribuir y/o modificar este documento. Bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU, Versión 1.3 o cualquier versión posterior publicada por la Free Software Foundation. Sin secciones invariantes, sin textos de portada y sin textos de contraportada. Una copia de la licencia se incluye en la sección titulada “Licencia de Documentación Libre GNU”.

Copyright ©2023–2023 Carlos Polanco

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled “GNU Free Documentation License”.

Procesador de textos: \LaTeX ©2023; Sistema operativo: Linux Fedora-38 ©2023.

Software: QuillBot (Course Hero), LLC. ©2023, & ChatGPT 3.5 OpenAI ©2023.

Capítulo 1

Introducción

Carlos Polanco

Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México.

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Resumen Se propone la creación de una Unidad de Inteligencia Artificial en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” para impulsar la aplicación de tecnologías computacionales que fomenten la innovación a través de la integración de tecnologías avanzadas que permitan diagnósticos más precisos, la personalización de tratamientos y la optimización de recursos. La Unidad de Inteligencia Artificial promoverá la colaboración interdisciplinaria entre expertos en inteligencia artificial y profesionales de la medicina cardiológica. Esta iniciativa colocará al instituto en la vanguardia de la medicina cardíaca, al abordar los desafíos cardiológicos más apremiantes, a través de técnicas computacionales avanzadas y equipamiento para llevar a cabo Cómputo de Alto Rendimiento.

Palabras Clave:

1.1. Preliminares

En un mundo interconectado, el campo de la medicina se enfrenta a desafíos cada vez más complejos. Los avances en inteligencia artificial y Cómputo de Alto Rendimiento han abierto nuevas oportunidades para transformar radicalmente la forma en que abordamos los problemas médicos, especialmente en el ámbito de la cardiología. Consciente de esta revolución tecnológica, el Instituto Nacional

(✉) **Carlos Polanco:** Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tel: +01 55 5595 2220; E-mail: polanco@unam.mx

de Cardiología “Ignacio Chávez” [1] ha decidido establecer una unidad técnica especializada en el desarrollo de programas de inteligencia artificial y el aprovechamiento de técnicas computacionales paralelizables, con el objetivo de respaldar los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el campo de la cardiología.

La creación de esta Unidad denominada Unidad de Inteligencia Artificial (UIA) tiene como propósito principal aprovechar al máximo las ventajas de la Inteligencia Artificial (IA) y el poder de procesamiento de vanguardia, a fin de impulsar el progreso científico y tecnológico en el campo de la cardiología. Mediante el análisis en tiempo real de grandes volúmenes de datos y la extracción de conocimientos valiosos, la inteligencia artificial se presenta como una herramienta invaluable en la detección temprana, el diagnóstico preciso y el tratamiento efectivo de enfermedades cardíacas.

El equipo humano de la Unidad de Inteligencia Artificial estará compuesto por expertos multidisciplinarios en inteligencia artificial, programación paralela, Minería de datos, y microprogramación, quienes trabajarán en estrecha colaboración con los profesionales médicos del Instituto. Su objetivo será desarrollar algoritmos y programas personalizados que permitan identificar patrones, mejorar el diagnóstico, predecir riesgos y facilitar la toma de decisiones clínicas fundamentadas. Además, se enfocarán en implementar tecnologías de Cómputo de Alto Rendimiento, como el uso de clusters de servidores y técnicas de paralelización, con el fin de acelerar los procesos de análisis y optimizar el rendimiento de los algoritmos.

La unidad técnica también desempeñará un papel crucial en la colaboración con otros institutos de investigación y en la participación en proyectos internacionales relacionados con la cardiología. Establecerá alianzas estratégicas con universidades, empresas tecnológicas y organizaciones médicas para intercambiar conocimientos, compartir datos y promover la innovación conjunta. Además, se fomentará la formación y actualización continua del equipo técnico, con el objetivo de mantenerse a la vanguardia de los avances en inteligencia artificial y Cómputo de Alto Rendimiento.

La creación de esta unidad técnica, centrada en el desarrollo de programas auto-modificables y el uso de cómputo paralelizable, marca un hito importante en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Se espera que este enfoque interdisciplinario y tecnológicamente avanzado abra nuevas puertas para descubrir tratamientos más efectivos, mejorar los resultados clínicos y, en última instancia, salvar vidas en el campo de la cardiología.

Capítulo 2

Antecedentes

Carlos Polanco

Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México.

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Resumen Esta sección proporciona una breve historia del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, destacando su fundación e hitos significativos en su desarrollo. Se enfatiza el compromiso del Instituto con la investigación médica y su contribución al avance científico. Se menciona la sólida infraestructura humana, compuesta por un equipo de investigadores altamente capacitados y especializados en diversas disciplinas médicas. Se resaltan los logros y reconocimientos obtenidos por el Instituto a nivel nacional e internacional. Se destaca la colaboración establecida con otras instituciones académicas y médicas para promover la excelencia científica y el intercambio de conocimientos. Se resalta el compromiso continuo del Instituto con la investigación médica y su impacto en el campo de la medicina.

Palabras Clave: departamento de Biología Molecular, departamento de Biomedicina cardiovascular, departamento de Bioquímica, departamento de Bioterio, departamento de Endocrinología e Inmunología, departamento de Farmacología, departamento de Fisiología, departamento de Instrumentación Electromecánica, Dirección de Investigación INCICH, innovación Tecnológica Cardiovascular y Periférica UNAM-INCICH, INCICH, investigadores nacionales nivel III, laboratorio de Fisiopatología Renal, Unidades de Sociomedicina, protección intelectual, protección jurídica, revista de acceso abierto, Sistema Nacional de Investigadores, Subdirección de Investigación Básica y Tecnológica, Subdirección de Investigación Clínica, Unidad de Inteligencia Artificial, Unidad de Protección Intelectual, UIA, UPI.

(✉) **Carlos Polanco:** Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tel: +01 55 5595 2220; E-mail: polanco@unam.mx

2.1. Preliminares

La creación de un instituto médico orientado a cardiología en un país en vías de desarrollo es de suma importancia debido a varios factores cruciales. En primer lugar, las enfermedades cardiovasculares representan una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo, y los países en desarrollo no son la excepción. Contar con un instituto especializado en cardiología permitiría abordar de manera más efectiva y focalizada esta problemática de salud pública, mejorando la atención médica y reduciendo las tasas de enfermedad y muerte relacionadas con enfermedades cardíacas. Además, un instituto de este tipo fomentaría la formación de profesionales de la salud altamente capacitados en el campo de la cardiología, generando una fuerza laboral especializada capaz de abordar eficientemente las necesidades de la población. Asimismo, un instituto de cardiología contribuiría al avance de la investigación médica en el área, promoviendo la generación de conocimientos, el desarrollo de nuevas terapias y la adopción de prácticas basadas en evidencia. En última instancia, la presencia de un instituto médico de renombre en cardiología en un país en vías de desarrollo también puede impulsar el turismo médico, atrayendo a pacientes de otras regiones y generando un impacto económico positivo. En resumen, un instituto médico especializado en cardiología sería un recurso invaluable para un país en vías de desarrollo, mejorando la salud de su población, fortaleciendo su sistema de salud y promoviendo el progreso científico y socioeconómico.

2.2. Estructura

La Dirección de Investigación del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” está constituida por dos Subdirecciones, la Subdirección de Investigación Básica y Tecnológica y la Subdirección de Investigación Clínica. La Subdirección de Investigación Básica y Tecnológica cuenta con ocho departamentos (Biología Molecular, Biomedicina cardiovascular, Bioquímica, Bioterio, Embriología, Farmacología, Fisiología, e Instrumentación Electromecánica) mientras que la Subdirección de Investigación Clínica cuenta con dos departamentos (Departamento de Endocrinología e Inmunología).

Además, se cuenta con el laboratorio de Fisiopatología Renal y las Unidades de Sociomedicina, Innovación Tecnológica Cardiovascular y Periférica UNAM-INCICH. En estos Departamentos laboran más de 100 investigadores con nombramientos avalados por la Comisión Coordinadora de los Institutos Nacionales de Salud y otros más avalados por el Sistema Nacional de Investigadores (CONAHCYT). El potencial humano que tiene el área de investigación es muy importante ya que cuenta con 107 investigadores avalados por el Sistema Nacional de Investigadores, catorce de los cuales son investigadores nacionales nivel III.

En los últimos cinco años los investigadores han recibido diversos apoyos del Instituto entre los que destacan apoyos a la compra de reactivos e insumos de laboratorio, apoyo para revisión de estilo de escritura en inglés, pago para publi-

cación de artículos en revistas de acceso abierto con factor de impacto y apoyo para asistencia a congresos, y recientemente la adopción de una Unidad de Protección Intelectual [2] que gestiona ante las diversas instancias gubernamentales la protección jurídica de los productos intelectuales de sus investigadores que cuenten con el potencial suficiente para detonar un beneficio económico, tanto para el creador como para el Instituto, o que recomiende la modificación de esos productos intelectuales que derive en mercados comerciales más allá del primer círculo de aplicación para lo que esos productos intelectuales fueron creados.

A esta estructura se propone la creación de la Unidad de Inteligencia Artificial, la cual tiene como antecedente inmediato el modelo (Anexo A), la cual prevee dotar al instituto de expertos programadores en IA, y Cómputo de Alto Rendimiento de manera que se apliquen estas tecnologías en las innovaciones tecnológicas desarrolladas en el Instituto, y particularmente en el Departamento de Instrumentación Electromecánica.

Capítulo 3

Justificación

Carlos Polanco

Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México.

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Resumen La creación y la regulación de una Unidad técnica orientada a Inteligencia Artificial para el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez.”^{es} fundamental para mejorar la estructura de los sistemas computacionales científicos y/o tecnológicos en nuestra organización. Esta Unidad permitirá revisar cantidades masivas de datos a partir del cómputo cooperativo integrado por miles de servidores, promoviendo así la investigación computacional exhaustiva y en adición con el uso de programas inteligentes (de IA), que permitirán mejorar la sensibilidad de los resultados y los diagnósticos, que devenga en sistemas computacionales con enfoque preventivo. La creación de esta Unidad también promoverá la difusión de conocimientos y la publicación de resultados, fortaleciendo su reputación como líderes en el campo de la medicina.

Palabras Clave: comercialización, creadores, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, médicos especialistas, Sistema Nacional de Investigadores UIA, Unidad de Inteligencia Artificial.

3.1. Preliminares

La correcta definición de la justificación de un proyecto es de vital importancia y se convierte en el pilar fundamental sobre el cual se sustenta todo el desarrollo y

(✉) **Carlos Polanco:** Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tel: +01 55 5595 2220; E-mail: polanco@unam.mx

la ejecución del mismo. La justificación proporciona una base sólida para comprender y comunicar el propósito y los objetivos del proyecto de manera clara y concisa. Al establecer una justificación precisa, se brinda una dirección clara a todos los involucrados, se facilita la toma de decisiones y se asegura que los recursos sean asignados de manera efectiva y eficiente. Además, una justificación bien definida permite evaluar la viabilidad y el impacto potencial del proyecto, proporcionando una guía para medir el éxito y realizar ajustes en caso necesario. Sin una justificación adecuada, un proyecto carece de fundamentos sólidos y se expone a riesgos innecesarios. Por lo tanto, es imprescindible dedicar tiempo y esfuerzo en definir correctamente la justificación de un proyecto, ya que esto sentará las bases para un desarrollo exitoso y un logro efectivo de los resultados esperados [3].

3.2. Planteamiento

El Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” cuenta con más de cien investigadores, mismos que tienen nombramiento de la Comisión Coordinadora y 26 médicos especialistas con nombramiento del Sistema Nacional de Investigadores. Estos investigadores publicaron un total de 165 artículos en el año 2018, con un índice de 1.3 artículos por creador. Sin embargo, el número de productos intelectuales en trámite de registro o aceptados es de 1 en el año 2020, con un índice de 1.2 productos intelectuales por creador.

Para lograr esto es necesario crear una Unidad técnica dedicada a la programación de sistemas y métodos de IA” que apoye a los investigadores con asesoría especializada en todas las etapas que es necesario transitar para lograr los objetivos científicos, pero también las innovaciones tecnológicas que apoyan directamente a los pacientes del Instituto, reduciendo su estancia o monitoreo de signos fisiológicos, entre otros muchos factores. El presente documento define y puntualiza las responsabilidades administrativas y técnicas, así como las acciones y tareas que deberá desarrollar el personal involucrado en lo que se define como “Unidad de Inteligencia Artificial (UIA)” [2].

El presente documento define y puntualiza las responsabilidades administrativas y técnicas, así como las acciones y tareas que deberá desarrollar el personal involucrado en lo que se define como “Unidad de Inteligencia Artificial (UIA)”.

Capítulo 4

Misión y Visión

Carlos Polanco

Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México.

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Resumen El presente informe aborda la descripción de la misión y visión tanto del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” como de su Unidad técnica en Inteligencia Artificial que se establece en sus instalaciones. El Instituto se enfoca en proporcionar atención médica de calidad y servicios especializados en cardiología, con la visión de mantenerse como un referente de excelencia en el campo de la salud. Por otro lado, la Unidad técnica en Inteligencia Artificial tiene como misión proporcionar programación de Inteligencia Artificial y Cómputo de Alto Rendimiento que beneficie los proyectos de investigación que así lo requieran, y en una primera etapa las innovaciones tecnológicas producidas en el Departamento de Instrumentación Electromecánica del Instituto. La sinergia entre el hospital y la Unidad técnica fortalecerá la investigación y garantizará el análisis masivo de datos, y la precisión sobre los resultados estudiados.

Palabras Clave: misión de la Unidad de Inteligencia Artificial, misión del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, objetivo principal, objetivos específicos, visión de la Unidad de Inteligencia Artificial, visión del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

(✉) **Carlos Polanco:** Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tel: +01 55 5595 2220; E-mail: polanco@unam.mx

4.1. Preliminares

La correcta definición de la misión y la visión de un proyecto es de vital importancia, ya que establece los cimientos sobre los cuales se construye toda la estrategia y dirección futura. La misión, al describir el propósito fundamental del proyecto, brinda claridad y orientación a todos los involucrados, asegurando que todos trabajen hacia un objetivo común. Por otro lado, la visión proporciona una imagen clara y motivadora del futuro deseado, inspirando y alineando a los participantes en torno a una meta compartida. Estas declaraciones estratégicas guían la toma de decisiones, la asignación de recursos y el establecimiento de prioridades, asegurando que el proyecto avance en la dirección correcta y mantenga su enfoque a largo plazo. Además, una misión y visión bien definidas fomentan la coherencia y la consistencia en la comunicación interna y externa, generando confianza y compromiso tanto dentro como fuera del equipo. En resumen, la correcta definición de la misión y la visión es fundamental para establecer una base sólida, inspiradora y alineada que impulse el éxito y el impacto del proyecto.

4.2. Misión y Visión del Instituto

Misión: La misión del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” está enfocada al sistema cardiovascular y ramas afines para realizar investigación científica y tecnológica trascendente, ofrecer educación médica de calidad superior, y brindar una atención médica de excelencia con actitud humanitaria.

Visión: Asegurar la vigencia del Instituto y elevar su posición de liderazgo en la protección jurídica de sus productos intelectuales, inspirados en una filosofía de justo reconocimiento de la obra intelectual hacia sus creadores, y en beneficio del Instituto.

4.3. Misión y Visión de la Unidad

Misión: Unidad de Inteligencia Artificial [2] esta enfocada en identificar y desarrollar proyectos de Inteligencia Artificial y Cómputo de Alto Rendimiento, que mejore el análisis y extensión de los proyectos donde intervenga.

Visión: Unidad de Inteligencia Artificial asegurará la alta productividad científica de los investigadores del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, a través del desarrollo de sistemas y métodos de Inteligencia Artificial.

4.4. Objetivo General

Crear una Unidad de Inteligencia Artificial facilitadora que permita a los investigadores profundizar en el análisis de sus datos masivos, a través de técnicas de Inteligencia Artificial y Cómputo de Alto Rendimiento.

4.5. Objetivos Específicos

- (i) Evaluar los anteproyectos de los productos susceptibles de programar con Inteligencia Artificial.
- (ii) Incrementar el número de sistemas de Inteligencia Artificial para alcanzar un índice de programas por investigador.
- (iii) Incrementar el número de derivados a los programas reconvertidos a programas de Inteligencia Artificial y/o Cómputo de Alto Rendimiento.
- (iv) Asesorar al investigador en las recomendaciones de transformación de su proyecto de investigación.

Capítulo 5

Políticas y Lineamientos

Carlos Polanco

Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México.

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Resumen En esta sección se aborda el análisis de las políticas y lineamientos de la oficina de patentes Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, así como la estructura organizativa y el funcionamiento de la misma. Se presenta un análisis cualitativo mediante la metodología FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y se utilizan árboles de soluciones para identificar soluciones e involucrados relevantes en el proceso. En cuanto a la estructura organizativa, se presenta el organigrama de la oficina de patentes, destacando los roles y responsabilidades de cada posición. Además, se muestra un funcionograma que describe el flujo de trabajo y las interacciones entre los diferentes departamentos y áreas de la oficina. Para evaluar la eficacia de los procesos, se utilizan indicadores de medición que abarcan las etapas de entrada, proceso y salida. Estos indicadores permiten realizar un seguimiento y evaluación continuos, garantizando la calidad y eficiencia de los servicios prestados por la oficina de patentes.

Palabras Clave: análisis cualitativo, árbol de involucrados, árbol de problemas, árbol de soluciones, FODA, funcionograma, gráfica de organigrama, indicadores, indicadores de entrada, indicadores de proceso, indicadores de salida, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, lineamientos, mapa político, normas, políticas de operación, UIA, Unidad de Inteligencia Artificial.

(✉) **Carlos Polanco:** Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tel: +01 55 5595 2220; E-mail: polanco@unam.mx

5.1. Preliminares

La correcta definición de las políticas de operación, normas y lineamientos de un proyecto es de vital importancia para su éxito y buen funcionamiento. Estos elementos proporcionan la estructura y las pautas necesarias para guiar todas las actividades, soluciones y decisiones relacionadas con el proyecto. Al establecer políticas claras, se establecen las reglas del juego y se define cómo se llevarán a cabo las diferentes tareas. Las normas y lineamientos, por su parte, brindan directrices específicas sobre cómo deben realizarse las actividades, asegurando la uniformidad, la consistencia y la eficiencia en la ejecución del proyecto. Una correcta definición de estas políticas, normas y lineamientos también contribuye a minimizar los riesgos, al establecer procedimientos de seguridad y control, y a garantizar la calidad y el cumplimiento de los objetivos del proyecto. En resumen, la adecuada definición de estas políticas es un factor determinante para asegurar el orden, la eficacia y el logro exitoso de los resultados esperados en cualquier proyecto.

5.2. Políticas de Operación, Normas y Lineamientos

A continuación se muestra el flujo de información entre (o desde) la Unidad de Inteligencia Artificial hacia (o desde) las entidades señaladas (Figura 5.1).

- (i) La UIA será una unidad operativa que dependerá de la Dirección de Investigación.
- (ii) El Director de Investigación y los Subdirectores serán los encargados de coordinar las actividades de UIA.
- (iii) Se nombrará a un Responsable Técnico de la UIA, quien estará encargado de coordinar las actividades de la oficina y quien reportará únicamente al director de investigación.
- (iv) UIA no tendrá personal operativo. Sus funciones específicas se delimitarán en un Manual de Procedimientos que tendrá esta oficina.
- (v) Para que un investigador tenga acceso a los servicios que brindará UIA se requerirá una solicitud por escrito al director de Investigación. El podrá en contacto al investigador con el Responsable Técnico, quien dará respuesta al requerimiento y seguimiento puntual a lo solicitado desde su inicio hasta que se cumpla el objetivo o sea rechazado. Esto aplicará en el caso de solicitudes que impliquen revisión o ayuda metodológica. Se tendrá un formato ex profeso que servirá para evaluar el producto programable.

- (vi) Cuando el investigador requiera ayuda para poner a punto un anteproyecto de programación que quiera someter a la UIA, el anteproyecto será revisado por los coordinadores (Director y Subdirectores de Investigación). Ellos después de revisarlo y hacer sus comentarios lo turnarán nuevamente a la UIA. En algunos casos se podrá solicitar la opinión de algún revisor que no forme parte de los asesores de UIA. Una vez que se tengan los comentarios finales y las correcciones se tendrá una reunión con el investigador responsable para hacer de su conocimiento las correcciones que se sugieren, siempre en común acuerdo con el investigador. Los pasos a seguir estarán definidos en el Manual de Procedimientos.
- (vii) La Dirección de Investigación y las Subdirecciones mantendrán una estrecha comunicación con UIA acerca de los diferentes proyectos programables de manera tal que cualquier investigador pueda recurrir a UIA para informarse de ellas.
- (viii) El responsable técnico de UIA entregará un reporte semestral al director de investigación sobre las actividades y proyectos recibidos y el grado de cumplimiento de ellos.
- (ix) El Director de investigación tendrá una reunión semestral con los asesores y el Responsable Técnico con el fin de revisar los avances, así como proponer opciones de mejora.

5.3. Organigrama

El organigrama (Figura 5.1) muestra que la Unidad de Inteligencia Artificial es monitoreada por la Dirección de investigación. Muestra cuatro funciones principales: evaluación, estudio, promoción y acompañamiento.

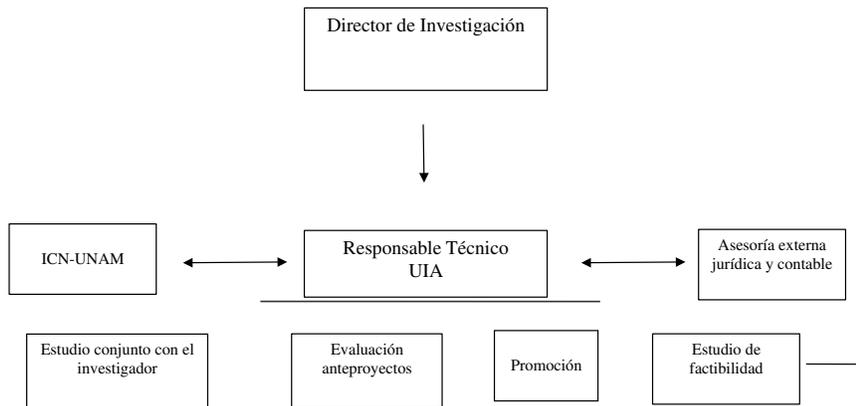


Figura 5.1 Gráfica del organigrama de la Unidad de Inteligencia Artificial [2, 4, 5, 6].

5.4. Análisis Cualitativo

Diversos métodos cualitativos: figuras, matrices y árboles de decisión se describen a continuación y tienen como objetivo identificar las fortalezas y debilidades de un proyecto. Al final se presenta un conjunto de cocientes (llamados indicadores) los cuales permiten conocer la productividad de la Unidad de Inteligencia Artificial.

5.4.1. FODA

El análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) a un proyecto permite identificar estos cuatro factores que intervienen en un esquema. Su objetivo es que las oportunidades, debilidades y amenazas se conviertan en fortalezas. En nuestro estudio sobre la implementación y operación de una oficina de patentes (Tabla 5.2).

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Capital humano de alto nivel (investigadores, y médicos especialistas).</p> <p>Más del 90% de las investigaciones enfocadas al área cardiovascular.</p> <p>Espacio para la instalación de UIA ya definido</p> <p>Apoyo de la Dirección General, de la Administración y del área de planeación.</p>	<p>Obtención de financiamiento vía regalías por la comercialización de los dispositivos electrónicos protegidos jurídicamente.</p> <p>Incremento en el número de dispositivos electrónicos construidos.</p>	<p>Proponentes con limitaciones en cuanto a la capacidad de obtener recursos, así como para el análisis de sus resultados.</p> <p>Apatía de algunos proponentes para la búsqueda de financiamientos.</p>	<p>Recorte presupuestal al Instituto.</p> <p>Falta de insumos para realizar las pruebas experimentales de esos dispositivos electrónicos.</p>

Figura 5.2 Análisis de FODA de la Unidad de Inteligencia Artificial [4, 5, 6, 7].

5.4.2. *Árbol de Problemas*

El árbol de problemas (Tabla 5.3) permite identificar las causas y asociarlas con los efectos (Figura 5.1).

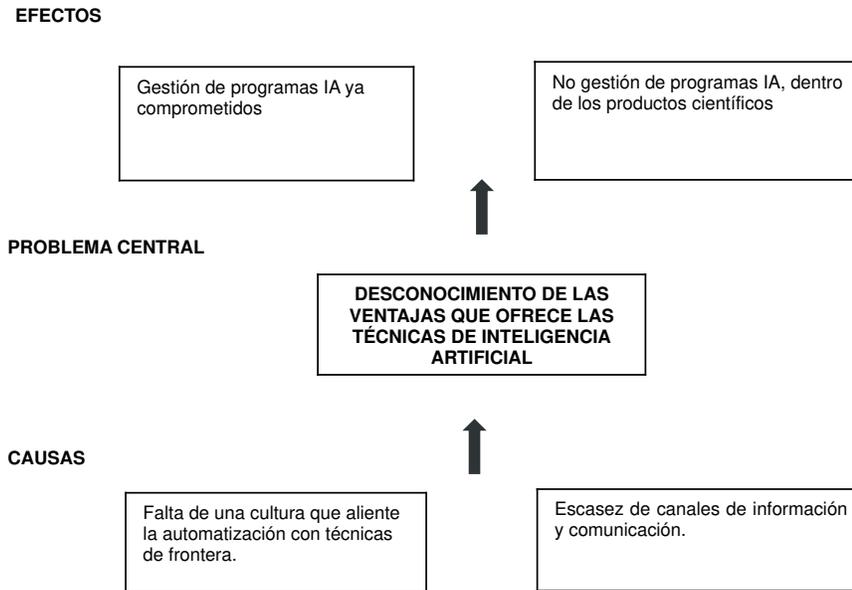


Figura 5.3 Árbol de Problemas de la Unidad de Inteligencia Artificial [4, 5, 6, 8].

5.4.3. *Árbol de Soluciones*

Un árbol de soluciones es un mapa de las posibles soluciones que una entidad puede aportar. Permite que un individuo o una organización comparen posibles acciones entre sí según sus beneficios [4, 5, 9]. El árbol de soluciones (Tabla 5.4) muestra únicamente las principales acciones que se pueden llevar a cabo, ante particulares situaciones.

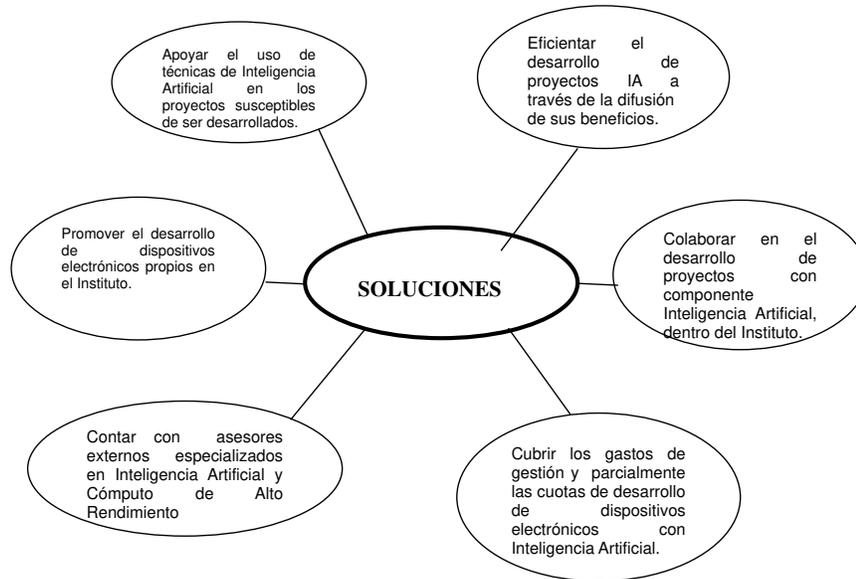


Figura 5.4 Árbol de Soluciones de la Unidad de Inteligencia Artificial [4, 5, 6, 10].

5.4.4. *Árbol de Involucrados*

Una árbol de involucrados es una herramienta para conocer e identificar las necesidades y capacidades de los interesados de un proyecto. Asimismo, los involucrados de un proyecto son todas las personas que tienen algún interés en el desarrollo o los resultados del mismo. En el caso que nos ocupa (Tabla 5.5) los involucrados principales han sido señalados en el gráfico.

Grupo de involucrados	Expectativa	Posición potencial
Unidad técnica de Inteligencia Artificial	Alta	Favorecedores
Investigador	Alta	Favorecedores
Subdirección de Innovación tecnológica	Media	Indiferentes
Dirección de investigación	Media	Indiferentes
Planeación	Media	Opositores
Dirección General	Alta	Indiferentes

Figura 5.5 Árbol de Involucrados de la Unidad de Inteligencia Artificial [4, 5, 6, 11].

5.4.5. Mapa Político

Un mapa político (Tabla 5.6) es un mapa de los actores involucrados en el proyecto o área que se pretende introducir o que interactúa con esos actores.

BENEFICIARIO DIRECTO	CREADORES
PROGRAMADOR	UNIDAD TÉCNICA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PLANEACION O FINANCIADOR	CONTABILIDAD PRESUPUESTOS
INFLUYENTE POLITICO	DIRECCION INVESTIGACION
ACTORES INVOLUCRADOS	DIRECCION DE INVESTIGACION, SUBDIRECCION INNOVACION TECNOLOGICA, DIRECCION GENERAL

Figura 5.6 Mapa Político de la Unidad de Inteligencia Artificial [4, 5, 6, 12].

5.4.6. Funcionograma

Un funcionograma (Tabla 5.7) es un diagrama o esquema visual que representa la estructura organizativa de una empresa o institución. Muestra la distribución de las funciones, roles y responsabilidades de los diferentes departamentos y niveles jerárquicos dentro de la organización [13].

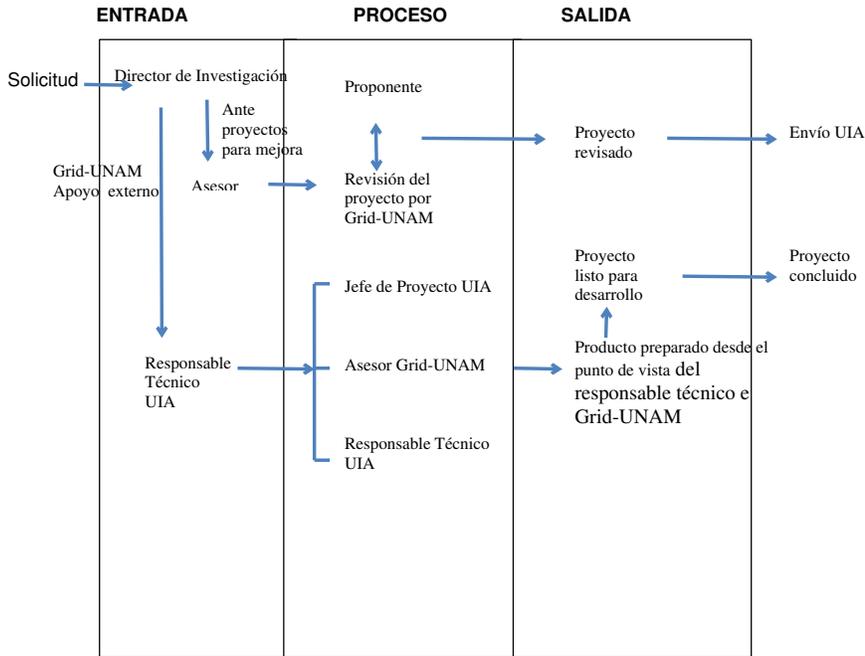


Figura 5.7 Funcionograma de la Unidad de Inteligencia Artificial [4, 5, 6, 13].

5.5. Análisis Cuantitativo

Los indicadores cuantitativos de tipo administrativo son medidas numéricas utilizadas para evaluar y monitorear el desempeño de una organización en el ámbito administrativo. Se subdividen en tres categorías [4].

- (i) *Indicadores de entrada*: son aquellos que miden los recursos utilizados en el proceso administrativo, como el presupuesto asignado, el personal empleado, los materiales y equipos utilizados, entre otros. Estos indicadores proporcionan información sobre la cantidad y calidad de los recursos disponibles para llevar a cabo las actividades administrativas.
- (ii) *Indicadores de proceso*: son aquellos que miden el desempeño y la eficiencia de las actividades administrativas realizadas. Estos indicadores evalúan aspectos como el tiempo empleado en la ejecución de tareas, el cumplimiento de los procedimientos establecidos, la productividad del personal, entre otros. Proporcionan información sobre cómo se están llevando a cabo las actividades administrativas.
- (iii) *Indicadores de salida*: son aquellos que miden los resultados y logros obtenidos a partir de las actividades administrativas realizadas. Estos indicadores evalúan aspectos como los productos o servicios entregados, el cumplimiento

de los objetivos establecidos, la satisfacción de los clientes o usuarios, los ingresos generados, entre otros. Proporcionan información sobre los resultados alcanzados por la organización.

Los indicadores administrativos miden los recursos utilizados, el desempeño de las actividades y los resultados obtenidos en el ámbito de la administración de una organización [14].

5.5.1. *Indicadores de Entrada*

Métricas [4, 5, 15] recomendadas para ser evaluadas semestralmente.

$$\frac{\sum \text{solicitudes recibidas}}{\sum \text{investigadores INCICH} + \text{investigadores SNI} + \text{médicos especialistas}} \quad (5.1)$$

5.5.2. *Indicadores de Proceso*

Métricas [4, 5, 15] recomendadas para ser evaluadas semestralmente.

$$\frac{\sum \text{solicitudes revisadas}}{\sum \text{anteproyectos recibidos}} \quad (5.2)$$

$$\frac{\sum \text{asistencias en solicitudes resueltas sin programación}}{\sum \text{anteproyectos recibidos}} \quad (5.3)$$

5.5.3. *Indicadores de Salida*

Métricas [4, 5, 15] recomendadas para ser evaluadas anualmente.

$$\frac{\sum \text{solicitudes resueltas con programación}}{\sum \text{investigadores INCICH} + \text{investigadores SNI} + \text{médicos especialistas}} \quad (5.4)$$

$$\frac{\sum \text{solicitudes financiadas}}{\sum \text{solicitudes resueltas}} \quad (5.5)$$

Capítulo 6

Discusión

Carlos Polanco

Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México.

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Resumen En esta sección se analizan las ventajas de crear una unidad técnica orientada a diseñar programas de área de inteligencia artificial en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. También se consideran posibles desventajas, como el costo. Aunque existen desafíos, las ventajas superan los inconvenientes, ya que los programas autoprogramables favorecen el análisis en investigación médica y la promoción de la innovación, son aspectos cruciales para el desarrollo y la reputación de la institución.

Palabras Clave: Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, Inteligencia Artificial, Unidad de Inteligencia Artificial.

6.1. Uso de Inteligencia Artificial

Crear una unidad técnica para diseñar y programar programas de inteligencia artificial (IA) para un instituto de investigación médica especializado en cardiología tiene tanto pros como contras

Ventajas:

- (i) *Avances en diagnóstico:* La IA puede ayudar a mejorar el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares al analizar grandes cantidades de datos médicos

(✉) **Carlos Polanco:** Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tel: +01 55 5595 2220; E-mail: polanco@unam.mx

y detectar patrones que los médicos podrían pasar por alto. Esto podría llevar a una detección más temprana y precisa de enfermedades cardíacas.

- (ii) *Mejora en el tratamiento*: Los programas de IA pueden ayudar a personalizar el tratamiento de los pacientes al analizar su historial médico, datos genéticos y otros factores relevantes. Esto podría resultar en tratamientos más eficaces y personalizados para las enfermedades cardiovasculares.
- (iii) *Investigación más enfocada*: La IA puede acelerar el proceso de investigación médica al analizar grandes conjuntos de datos y realizar análisis complejos. Esto podría ayudar a identificar nuevas terapias, factores de riesgo y comprender mejor las enfermedades cardíacas.
- (iv) *Reducción de costos*: La automatización de ciertos procesos mediante la IA puede reducir los costos a largo plazo. Si los programas de IA pueden realizar tareas rutinarias y repetitivas, los investigadores pueden enfocarse en tareas más complejas y desafiantes.

Desventajas:

- (v) *Falta de supervisión humana*: La implementación de programas de IA requiere supervisión humana adecuada para garantizar que los resultados sean precisos y confiables. Si se depende demasiado de la IA sin la supervisión adecuada, podría haber riesgos para la seguridad de los pacientes y se podrían cometer errores graves.
- (vi) *Privacidad y ética*: El uso de programas de IA en medicina plantea cuestiones éticas y de privacidad. La recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos médicos deben cumplir con estrictas regulaciones para proteger la privacidad de los pacientes y garantizar el consentimiento informado.
- (vii) *Limitaciones técnicas*: La IA todavía tiene limitaciones técnicas y puede haber desafíos en la recopilación y calidad de los datos necesarios para entrenar los programas de IA. Además, los algoritmos de IA pueden ser complejos y difíciles de interpretar, lo que dificulta la validación y la comprensión de los resultados.
- (viii) *Resistencia al cambio*: La adopción de programas de IA en un instituto de investigación médica puede encontrar resistencia por parte del personal médico y científico. Algunos pueden ser escépticos sobre la capacidad de la IA para superar la experiencia humana y pueden ser reacios a confiar plenamente en los resultados generados por la IA.

En última instancia, puede ser beneficioso combinar la experiencia y el juicio humano con las capacidades de la IA para lograr mejores resultados en investigación.

6.2. Impacto a Mediano y Largo Plazo

Crear una unidad técnica para diseñar y programar programas de inteligencia artificial (IA) para un instituto de investigación médica especializado en cardiología tiene tanto pros como contras.

Ventajas:

- (ix) La creación de una unidad técnica especializada en el desarrollo de programas de IA sobre plataformas de Cómputo de Alto Rendimiento para apoyar la investigación médica cardiológica puede tener impactos significativos en el campo. A medida que esta unidad se consolide y avance, se esperan diversas ventajas a mediano y largo plazo. Por un lado, el uso de Cómputo de Alto Rendimiento permite acelerar el procesamiento de grandes volúmenes de datos médicos, lo que podría conducir a avances más rápidos en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardiovasculares. La capacidad de analizar rápidamente datos complejos y detectar patrones sutiles puede llevar a un mejor entendimiento de los factores de riesgo, terapias personalizadas y estrategias de prevención más efectivas. Además, la unidad técnica podría fomentar la colaboración multidisciplinaria entre médicos, científicos de datos e ingenieros, lo que podría generar innovaciones y soluciones más integrales en el ámbito de la cardiología.

Desventajas:

- (x) A pesar de las ventajas, la creación de una unidad técnica para desarrollar programas de IA bajo Cómputo de Alto Rendimiento también puede presentar desafíos y desventajas a mediano y largo plazo. Uno de los principales desafíos es la complejidad técnica asociada con el desarrollo y mantenimiento de sistemas de Cómputo de Alto Rendimiento, que requieren una infraestructura adecuada y personal capacitado. Esto implica una inversión considerable en recursos y tiempo, lo que puede ser un obstáculo para institutos de investigación con recursos limitados. Además, la adopción de IA y Cómputo de Alto Rendimiento en la investigación médica cardiológica puede encontrar resistencia por parte del personal médico y científico, especialmente si no se comprende plenamente cómo se toman las decisiones por parte de los programas de IA. Es fundamental abordar la transparencia, la interpretabilidad y la confiabilidad de los resultados de la IA para garantizar la confianza y la aceptación de los profesionales de la salud. Además, el cumplimiento de las regulaciones de privacidad y ética en el manejo de datos médicos sensibles debe ser una prioridad para evitar posibles problemas legales o de seguridad. En resumen, si bien el Cómputo de Alto Rendimiento y la IA tienen el potencial de revolucionar la investigación médica cardiológica, es necesario abordar los desafíos técnicos, la aceptación de los profesionales de la salud y los aspectos éticos para garantizar un impacto positivo a mediano y largo plazo.

El impulso de las patentes en un mundo necesitado de tecnología sin regalías tiene beneficios, como el estímulo a la innovación y la protección de derechos

de propiedad intelectual. Sin embargo, también plantea desafíos, como el acceso limitado, barreras para la competencia y desigualdades globales. Es importante considerar un equilibrio adecuado para garantizar que la protección de patentes promueva el progreso tecnológico sin obstaculizar el acceso y el beneficio para la sociedad en su conjunto.

6.3. Perfil técnico de la Unidad de Inteligencia Artificial

- (xi) *Científico de datos*: Un científico de datos es fundamental en una unidad de IA. Esta persona posee conocimientos avanzados en estadística, aprendizaje automático y análisis de datos. Su rol principal es desarrollar modelos de IA, diseñar algoritmos y aplicar técnicas de minería de datos para obtener información útil a partir de los datos médicos cardiológicos.
- (xii) *Ingeniero de software*: Un ingeniero de software es responsable de la implementación y desarrollo de los programas y sistemas de IA. Su experiencia en programación y desarrollo de software es esencial para convertir los algoritmos y modelos de IA en aplicaciones y soluciones prácticas.
- (xiii) *Médico cardiólogo*: Contar con un médico especializado en cardiología dentro de la unidad de IA es importante para asegurar que los resultados y aplicaciones de la IA sean relevantes y se ajusten a las necesidades médicas reales. Este profesional puede aportar su experiencia clínica para validar los resultados de los modelos y brindar orientación en la interpretación de los datos cardiológicos.
- (xiv) *Experto en dominio*: Además del médico cardiólogo, tener a expertos en el dominio de la investigación médica cardiológica, como investigadores o académicos, puede enriquecer el enfoque de la unidad de IA. Estos expertos pueden proporcionar información valiosa sobre las necesidades y desafíos específicos del campo de la cardiología, así como orientación en el diseño de investigaciones y en la aplicación de los resultados.
- (xv) *Analista de datos*: Un analista de datos puede ser útil para preparar y limpiar los datos médicos, realizar análisis exploratorios, identificar patrones y proporcionar información valiosa para la construcción y mejora de los modelos de IA. Su conocimiento en la preparación y gestión de grandes conjuntos de datos es esencial para el éxito de la unidad de IA.

Estos perfiles representan algunas de las habilidades y conocimientos clave necesarios para formar una unidad de IA sólida. Sin embargo, la colaboración multidisciplinaria y la capacidad de trabajar en equipo también son fundamentales

para el éxito de la unidad, ya que permiten abordar los desafíos desde diferentes perspectivas y lograr una integración efectiva entre la tecnología y el dominio médico.

6.4. Inteligencia Artificial y Cómputo de Alto Rendimiento

(xvi) *Diagnóstico y detección temprana:*

(xvii) *Mejora en la precisión diagnóstica:* La combinación de IA y Cómputo de Alto Rendimiento permite analizar grandes volúmenes de datos médicos, como imágenes de resonancia magnética (MRI) y ecocardiogramas, utilizando algoritmos de aprendizaje automático. Esto ayuda a identificar patrones sutiles que podrían pasar desapercibidos para los médicos, mejorando así la precisión en el diagnóstico de enfermedades cardíacas.

(xviii) *Reducción de errores de interpretación:* La IA puede ayudar a los médicos a evitar errores de interpretación al examinar imágenes y datos clínicos, mediante la detección automática de anomalías y el apoyo en la toma de decisiones. Esto ayuda a evitar retrasos en el tratamiento y a mejorar la atención al paciente.

(xix) *Predicción de riesgos y pronóstico:*

(xx) *Identificación de factores de riesgo ocultos:* La IA y el Cómputo de Alto Rendimiento pueden analizar datos clínicos, como historias médicas y resultados de pruebas, junto con datos genómicos, para identificar patrones y correlaciones que ayuden a predecir el riesgo individual de desarrollar enfermedades cardíacas o eventos adversos, incluso cuando los factores de riesgo son sutiles o no evidentes.

(xxi) *Mejora en la estratificación de pacientes:* Al utilizar algoritmos de aprendizaje automático, la IA puede clasificar a los pacientes en diferentes grupos de riesgo con mayor precisión. Esto ayuda a los médicos a ofrecer intervenciones preventivas tempranas a aquellos con mayor riesgo, personalizando el tratamiento y mejorando los resultados.

(xxii) *Personalización del tratamiento:*

(xxiii) *Medicina de precisión:* La IA puede utilizar datos clínicos y genómicos para identificar patrones y correlaciones que permitan la personalización del tratamiento cardíaco. Esto implica seleccionar terapias específicas y ajustar las dosis de medicamentos de acuerdo con las características individuales de cada paciente, optimizando así la eficacia del tratamiento.

(xiv) *Monitoreo y ajuste en tiempo real:* La IA puede ayudar a monitorear la respuesta al tratamiento mediante el análisis continuo de datos clínicos y biomarcadores. Esto permite realizar ajustes en tiempo real, proporcionando información valiosa para los médicos y mejorando la eficacia del tratamiento a medida que evoluciona la condición del paciente.

(xxv) *Optimización de la investigación clínica:*

(xxvi) *Selección de participantes para ensayos clínicos:* La IA y el Cómputo de Alto Rendimiento pueden analizar grandes conjuntos de datos clínicos y genómicos para identificar a los pacientes más adecuados para participar en ensayos clínicos, considerando criterios específicos y aumentando la eficiencia del proceso de reclutamiento.

(xxvii) *Identificación de subgrupos de pacientes:* Mediante el análisis de datos de pacientes, la IA puede identificar subgrupos con características comunes que responden de manera similar a un tratamiento específico. Esto permite una investigación más enfocada y precisa, lo que conduce a avances más rápidos en la investigación cardiológica.

(xxviii) *Análisis de imágenes y modelos de simulación:*

(xxix) *Detección de anomalías y lesiones:* La IA puede analizar imágenes médicas, como angiografías o tomografías computarizadas (CT), utilizando algoritmos de aprendizaje automático para detectar anomalías y lesiones en los vasos sanguíneos del corazón. Esto ayuda a los médicos a identificar y evaluar de manera más precisa las enfermedades cardiovasculares.

(xxx) *Modelos de simulación del corazón:* La IA y el Cómputo de Alto Rendimiento pueden desarrollar modelos de simulación del corazón que permiten a los investigadores probar y validar hipótesis en un entorno virtual. Esto ayuda a comprender mejor el funcionamiento del corazón y facilita la planificación de intervenciones y cirugías cardíacas, optimizando los resultados y minimizando los riesgos.

Estas soluciones específicas, al combinar la Inteligencia Artificial con el Cómputo de Alto Rendimiento, ofrecen un potencial significativo para mejorar la investigación

Capítulo 7

Conclusiones

Carlos Polanco

Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México.

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Resumen En esta última sección se concluye este trabajo relativo a la introducción de una Unidad técnica en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, dado que es un trabajo amplio con enfoque administrativo (cuantitativo y cualitativo) diversas conclusiones son expuestas.

Palabras Clave: Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, Inteligencia Artificial, Unidad de Inteligencia Artificial.

7.1. Sobre su Creación

Establecer una Unidad técnica orientada a programación en Inteligencia Artificial en un instituto de investigación médica como lo es el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, es una decisión estratégica que puede generar numerosos beneficios. La generación de programas automoficables aunados a arquitecturas de cómputo paralelo se vuelve fundamental para fomentar la innovación, y garantizar el análisis exhaustivo siempre que ello mejore los resultados de investigación. Para asegurar el éxito de esta iniciativa, es necesario diseñar Unidad de Inteligencia Artificial teniendo en cuenta los principios organizativos y administrativos abordados en este trabajo. La asignación de roles y responsabilidades claras, la implementación de procesos eficientes, la adopción de sistemas de gestión

(✉) **Carlos Polanco:** Departamento de Instrumentación Electromecánica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Ciudad de México, México. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tel: +01 55 5595 2220; E-mail: polanco@unam.mx

adecuados y la capacitación continua del personal son elementos fundamentales para asegurar la eficacia y el cumplimiento de los objetivos de la Unidad técnica. Al hacerlo, el instituto de investigación médica podrá optimizar sus innovaciones, fomentar la colaboración con el sector empresarial y contribuir a la mejora de la salud y el bienestar de la sociedad en general.

Apéndice A
Modelo Gerencial

**INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
IGNACIO CHAVEZ**



**PROYECTO ESTRATÉGICO PARA LA CREACIÓN DE LA UNIDAD DE
INTELIGENCIA ARTIFICIAL (UIA)**

Dr. Manlio F. Márquez
Subdirector
Subdirección de Investigación Clínica

Dr. Carlos Polanco
Jefe de Departamento
Departamento de Instrumentación Electromecánica

MAYO, 2021

INTRODUCCIÓN

Los Institutos Nacionales de Salud tienen como quehacer fundamental la generación de conocimiento enfocado a mejorar la salud de la población. Desde sus inicios el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez (INCICH) ha cultivado la investigación en todos los niveles enfocándose en la cardiología y áreas afines. La investigación que se realiza en los Institutos Nacionales de salud incluye la investigación básica, la clínica y la sociomédica dándole en los últimos años mucha importancia a la investigación traslacional. La ciencia básica, investigación básica o investigación fundamental, es la ciencia o investigación que se lleva a cabo sin fines prácticos inmediatos, sino con el fin de incrementar el conocimiento de los principios fundamentales de la naturaleza o de la realidad por sí misma. Al no arrojar beneficios inmediatos (económicos o sociales), podría ser vista como un simple ejercicio de curiosidad (que en realidad es una cualidad humana básica y una de las razones esenciales de la actividad científica de todos los tiempos). No obstante, en un plazo mayor o menor los resultados de la investigación básica encuentran aplicaciones prácticas, en forma de desarrollos comerciales, nuevas técnicas o procedimientos en la producción o la salud, u otras formas de beneficio social y conocimientos. Ante este escenario resulta imperioso impulsar el desarrollo de prototipos electrónicos inteligentes generados a favor de los proponentes del Instituto, que bien puedan derivar en su comercialización y en consecuencia resulten ser generadores de regalías para el Instituto.

ANTECEDENTES

La Dirección de Investigación del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez esta constituida por dos Subdirecciones, la Subdirección de Investigación Básica y Tecnológica representada por la subdirectora Dra. Cecilia Zazueta y la Subdirección de Investigación Clínica representada por el Dr. Manlio F. Márquez. La Subdirección de Investigación Básica y Tecnológica cuenta con 8 Departamentos (Biología Molecular, Biomedicina cardiovascular, Bioquímica, Bioterio, Embriología, Farmacología, Fisiología, e Instrumentación Electromecánica) mientras que la Subdirección de Investigación Clínica cuenta con 2 Departamentos (Endocrinología e Inmunología). Además, se cuenta con el laboratorio de Fisiopatología Renal y las Unidades de Sociomedicina, Innovación

Tecnológica Cardiovascular y Periférica UNAM-INC. En estos Departamentos laboran más de 100 proponentes con nombramientos avalados por la Comisión Coordinadora de los Institutos Nacionales de Salud y otros más avalados por el Sistema Nacional de investigadores. El potencial humano que tiene el área de investigación es muy importante ya que cuenta con 107 proponentes avalados por el Sistema Nacional de investigadores, 14 de los cuales son proponentes nacionales nivel III. En los últimos 5 años los creadores han recibido diversos apoyos del Instituto entre los que destacan apoyos la compra de reactivos e insumos de laboratorio, apoyo para revisión de estilo del inglés, pago para publicación de artículos en revistas de acceso abierto con factor de impacto y apoyo para asistencia a congresos. Y si bien, existe un Departamento de Instrumentación Electromecánica que diseña y programa dispositivos electrónicos que monitorean parámetros fisiológicos asociados a cardiopatías; sin embargo, no existe un grupo en el Instituto, que aproveche las técnicas en Inteligencia Artificial y Cómputo de Alto Rendimiento, en el diseño y programación de esos dispositivos que maximice sus componentes, dotando a su programación de autonomía y autoaprendizaje, sin requerir de asistencia humana.

JUSTIFICACIÓN

El Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez cuenta con mas de 100 investigadores, 100 con nombramiento de la Comisión Coordinadora y 26 médicos especialistas con nombramiento del Sistema nacional de investigadores. Estos proponentes publicaron un total de 165 artículos en el año 2018, con un índice de 1.3 artículos por creador. Sin embargo el número de dispositivos electrónicos en buena parte es dependiente de resultados experimentales y éstos de mejores equipos electrónicos. Para lograr mejores equipos resulta necesario crear una UNIDAD DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL que apoye a los proponentes condiseñen dispositivos electrónicos inteligentes que aporten mayor y mejor información en beneficio de los pacientes.

El presente documento define y puntualiza las responsabilidades administrativas y técnicas, así como las acciones y tareas que deberá desarrollar el personal involucrado en lo que se define como "UNIDAD DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (UIA)"

MISIÓN Y VISIÓN DEL INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA IGNACIO CHAVEZ

MISIÓN: La misión del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez está enfocada al sistema cardiovascular y ramas afines para realizar investigación científica y tecnológica trascendente, ofrecer educación médica de calidad superior, y brindar una atención médica de excelencia con actitud humanitaria.

VISIÓN: Asegurar la vigencia del Instituto y elevar su posición de liderazgo en la generación de dispositivos electrónicos inteligentes, inspirados en una filosofía de justo reconocimiento de la obra tecnológica hacia sus desarrolladores, y en beneficio del Instituto.

MISION Y VISIÓN DEL MODELO GERENCIAL UIA.

MISION: UIA esta enfocada en identificar y gestionar el desarrollo de proyectos que involucren técnicas de Inteligencia Artificial, en beneficio de los proponentes vigilar su posterior comercialización en beneficio de éste.

VISION: UIA asegurará la alta productividad científica de los proponentes y proponentes del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, a través de la producción de dispositivos electrónicos inteligentes.

OBJETIVO GENERAL.

- Crear una oficina facilitadora de dispositivos electrónicos inteligentes, que puedan ser aprovechados en el INCICH, fomentando la capacitación de personal experto en técnicas de programación Android, Inteligencia Artificial y cómputo distribuido.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

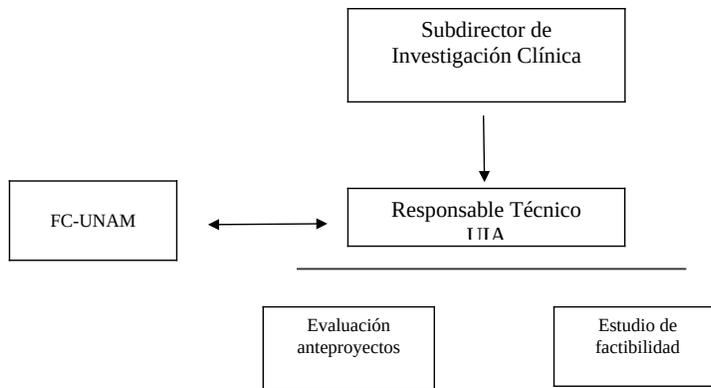
- Evaluar la reconversión de los proyectos bajo programación tradicional, al aplicar técnicas de programación Android, Inteligencia Artificial y/o Cómputo de Alto Rendimiento.
- Incrementar el número de proyectos con componente Android, Inteligencia Artificial y/o Cómputo de Alto Rendimiento, resaltando sus ventajas.
- Asesorar a los responsables de proyectos para aprovechar el uso de las técnicas de programación Android, Inteligencia Artificial y/o Cómputo de Alto Rendimiento.

POLÍTICAS DE OPERACIÓN, NORMAS Y LINEAMIENTOS

- UIA será una Unidad operativa que dependerá de la Subdirección de Investigación Clínica, para la aceptación de los proyectos que desarrolle (Anexo A).
- Se nombrará a un Responsable Técnico de la UIA, quien estará encargado de coordinar las actividades de la Unidad y quien reportará a la Subdirección de Investigación Clínica.
- UIA tendrá como personal operativo una secretaria, y dos especialistas en electrónica seleccionados por el Responsable Técnico de la UIA, y que serán entrenados de manera continua en programación Android (Anexo B), programación C y Fortran 77 (Anexo C), y Cómputo de Alto Rendimiento (Anexos D).
- UIA acordará con la Facultad de Ciencias perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (FC-UNAM) los cursos y talleres relativos a técnicas de Inteligencia Artificial (Anexo D),.
- Para que un proponente tenga acceso a los servicios que brindará UIA se requerirá de una aprobación escrita de la Subdirección de Investigación Clínica (Anexo A). Él pondrá en contacto al proponente con el Responsable Técnico de la UIA, quien dará respuesta al requerimiento y dará seguimiento puntual a lo solicitado desde su inicio hasta y hasta que se cumpla el objetivo o sea rechazado. Esto aplicará en todas las solicitudes que impliquen revisión, o ayuda metodológica. Se tendrá un formato ex profeso que servirá para evaluar el proyecto (Anexo A).
- Cuando el proponente requiera ayuda para poner a punto un anteproyecto de que involucre Inteligencia Artificial que quiera someter a la UIA, el anteproyecto será revisado por la Subdirección de Investigación Clínica. Esa subdirección después de revisarlo y hacer sus comentarios lo turnará nuevamente a la UIA. En algunos casos se podrá solicitar la opinión de algún revisor que no forme parte de los asesores de UIA. Una vez teniendo los comentarios finales y las correcciones se tendrá una reunión con el responsable del proyecto para hacer de su conocimiento las correcciones que se sugieren, siempre en común acuerdo con el proponente del proyecto. Los pasos a seguir estarán definidos en el Manual de Procedimientos.
- La Subdirección de Investigación Clínica mantendrá una estrecha comunicación con la UIA acerca de los diferentes proyectos a desarrollarse de manera tal que cualquier proponente pueda recurrir a UIA para informarse de ellas.

- El Responsable Técnico de UIA entregará un reporte trimestral a la Subdirección de Investigación Clínica sobre las actividades y proyectos recibidos y el grado de cumplimiento de ellos.
- El Director de Investigación Clínica tendrá una reunión trimestral con los asesores y Responsable Técnico con el fin de revisar los avances, así como proponer opciones de mejora.

ORGANIGRAMA



FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Capital humano de alto nivel (investigadores, y médicos especialistas). Más del 90% de las investigaciones enfocadas al área cardiovascular. Espacio para la instalación de UIA ya definido Apoyo de la Dirección General, de la Administración y del área de planeación.	Obtención de financiamiento vía regalías por la comercialización de los dispositivos electrónicos protegidos jurídicamente. Incremento en el número de dispositivos electrónicos construidos.	proponentes con limitaciones en cuanto a la capacidad de obtener recursos, así como para el análisis de sus resultados. Apatía de algunos proponentes para la búsqueda de financiamientos.	Recorte presupuestal al Instituto. Falta de insumos para realizar las pruebas experimentales de esos dispositivos electrónicos.

ARBOL DE PROBLEMAS

EFFECTOS

Gestión de programas IA ya comprometidos

No gestión de programas IA, dentro de los productos científicos



PROBLEMA CENTRAL

DESCONOCIMIENTO DE LAS VENTAJAS QUE OFRECE LAS TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

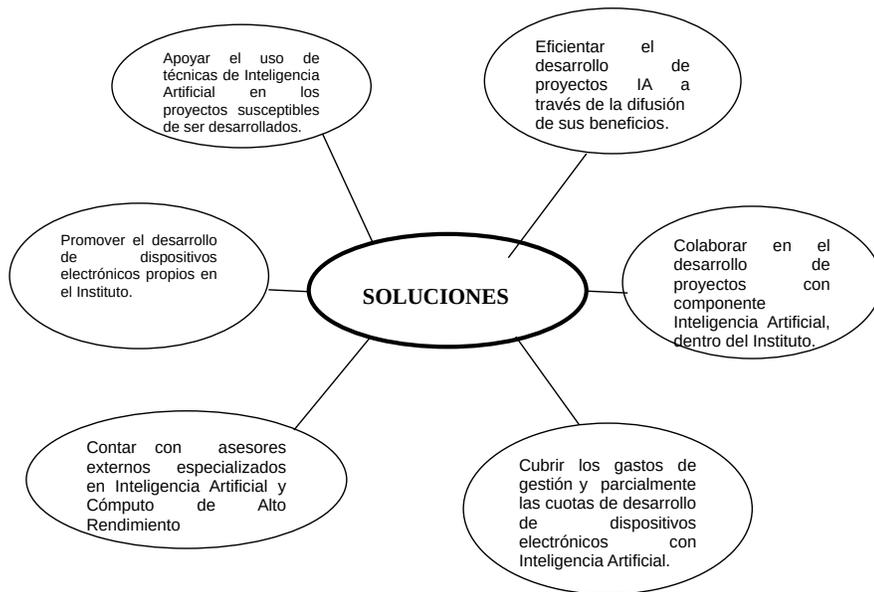


CAUSAS

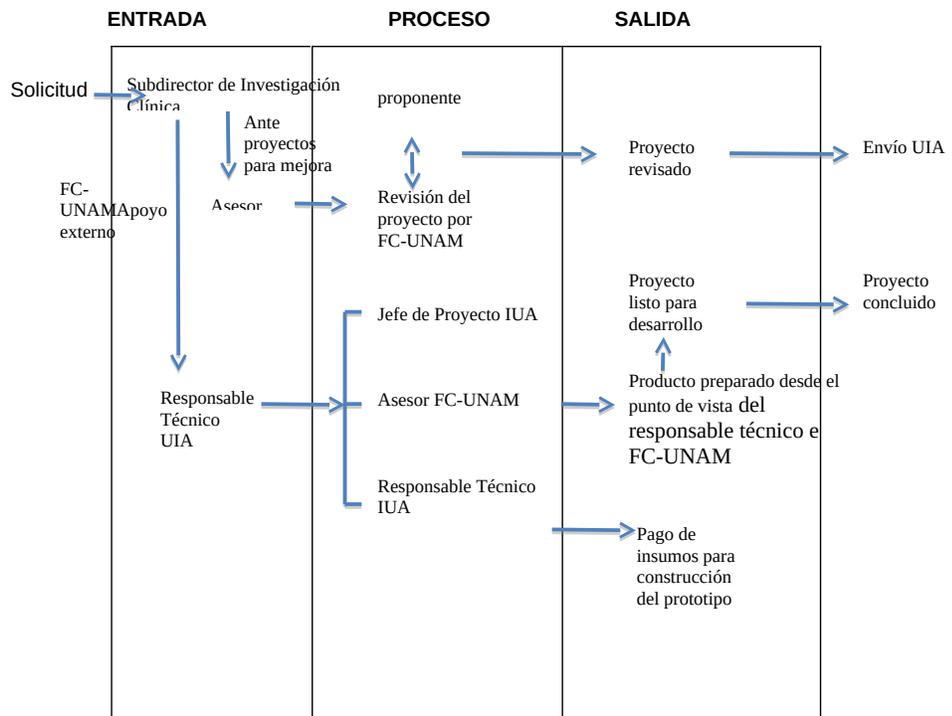
Falta de una cultura que aliente la automatización con técnicas de frontera.

Escasez de canales de información y comunicación.

ARBOL DE SOLUCIONES



FUNCIGRAMA



INDICADORES DE ENTRADA (MEDIDOS ANUALMENTE)

1.- Número de proyectos recibidos.

Número de proponentes con nombramiento institucional + miembros del SNI + médicos especialistas.

INDICADORES DE PROCESO (MEDIDOS ANUALMENTE)1.- Número de proyectos revisados

Número de proyectos recibidos

2.- Número de proyectos de Inteligencia Artificial aceptadas

Número de proyectos recibidos

4.- Número de proyectos de inteligencia Artificial pagados

Número de proyectos recibidos

INDICADORES DE SALIDA (MEDIDOS ANUALMENTE)1.- Número de proyectos de Inteligencia Artificial concluidos

Número de proponentes con nombramiento institucional + miembros del SNI + médicos especialistas.

4.- Número de proyectos financiados

Número de proyectos recibidos



“Solicitud de anteproyecto de investigación en Inteligencia Artificial”

La Subdirección de Investigación Clínica y el Departamento de Instrumentación Electromecánica han constituido una **Unidad de Inteligencia Artificial**. Si usted desea iniciar un proyecto con este grupo le pedimos que por favor llene esta solicitud:

Nombre del Investigador:

Correo electrónico:

Servicio o Departamento (Cardiología/Nefrología/etc.):

Nombre tentativo del proyecto de investigación de Inteligencia Artificial

- Está solicitud se debe enviar a la Jefatura del Departamento de Instrumentación Electromecánica correo: instrumentación@cardiologia.org.mx y enviar copia a la Subdirección de Investigación Clínica (coordinacion.drmarquez@gmail.com).
- El trámite correspondiente ante los Comités de Investigación y Ética, en caso necesario, se debe realizar en la forma convencional.
- El solicitante deberá tener presente que, para fines de publicación, se deberán incluir como colaboradores (coautores), además de los integrantes del Departamento de Instrumentación Electromecánica (según se acuerde con dicho Departamento), también a los colaboradores externos de las diferentes instituciones con las que se hayan establecido convenios (p. ej. como la Facultad de Ciencias perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (FC-UNAM), según especifique el Departamento de Instrumentación Electromecánica.
- En su momento, se deberá entregar copia de la publicación a la Subdirección de Investigación Clínica y a la Jefatura del Departamento de Instrumentación Electromecánica.

ANEXO B

TEMARIO CURSO: PROGRAMACIÓN ANDROID

Prefixa Inc.

Curso de programación Android usando Unity

Abril 2021

Contacto: hello@prefixa.com

Resumen: El objetivo del curso es que el estudiante pueda crear aplicaciones Android desde la plataforma Unity. Unity es un ambiente de programación para juegos de video, pero que por su integración multiplataforma, permite el desarrollo de aplicaciones Android e iOS desde un mismo ambiente de una manera rápida y eficiente. Adicionalmente las facilidades gráficas ofrecidas, permiten desarrollar interfaces 2D y 3D para aplicaciones en teléfonos inteligentes. El curso está organizado en 4 secciones: la primera sección es una introducción a las herramientas a usarse y al proceso de publicación en Google Playstore. La segunda parte se centra en la herramienta Unity 3D. La tercera parte es un repaso de programación C# en el contexto de Unity y Android. Finalmente, el curso concluye con una sección práctica donde se analiza un proyecto de aplicación Android creado con Unity y que sirve de referencia para un proyecto de fin de curso.

Duración: 50 hrs en sesiones semanales de 2 hrs durante 6 meses, mas ejercicios prácticos

Formato: Reuniones por plataforma de teleconferencia (zoom) 1 vez por semana. Hasta 5 asistentes.

Contenido:

1.Introducción

1. Herramientas utilizadas (1 hr)
 - a. Unity Engine
 - b. Plugin Bluetooth
 - c. SSH.NET
 - d. XCharts
2. Introducción al Programa de desarrolladores de Google y cómo publicar una app a la Google Playstore (1 hr)

2.Unity Engine

1. Unity Essentials (3 Horas)
 - a. Introducción
 - b. Entendiendo el setup wizard
 - c. Instalando Unity
 - d. Explorar un mini proyecto
 - e. Explorar la interfaz de usuario
 - f. Ejercicio 1 (Hello world)
2. Unity Hub (1 Hora)
 - a. Introducción
 - b. Saber elegir la versión adecuada de Unity y cuando actualizar
 - c. Organizar proyectos en Unity Hub
 - d. Examen 1
 - e. Explorar mini juego
3. Fundamentos de Unity (1 Hora)
 - a. Creación en tiempo real (1 hora)
 - b. Teoría: Que es Unity?
 - c. Teoría: Que se puede hacer en Unity
4. Fundamentos de programación (+2 Horas)
 - a. Introducción a la creación de scripts
 - b. IDEs compatibles con Unity
 - c. Instalación de IDE
 - d. Siguiendo pasos
 - e. Reto 1: Codificar sobre el script default de Unity
 - f. Reto 2: Cambiar un game object
5. Fundamentos de diseño en 2D (+3 Horas)
 - a. Tutorial: trabajar con assets 2D
 - b. Añadir componentes a un objeto 2D
 - c. Creación de assets 2D para Unity
 - d. Proyecto: Sprite pachinko
6. Ciclo de desarrollo (30 Minutos)
 - a. Teoría: ¿Que es el ciclo de desarrollo?
 - b. Examen

3.Programación C#

7. Programación (+6 Horas)
 - a. Introducción a la programación
 - i. Control de jugador
 - ii. Creando un documento de diseño
 - b. Administración de proyectos y Publicación
 - i. Repasando las fases de producción de proyectos
 - ii. Planeación de proyectos
 - iii. Administración de proyectos y aprendiendo a medir progreso
 - iv. Aprendiendo a reconocer herramientas que puedan apoyar nuestro desarrollo

- v. Preparación para publicar
- vi. Liberación de proyecto
- vii. Análisis y retrospectiva
- c. Programación de gameplay básico (7 Horas)
 - i. Introducción
 - ii. Posicionamiento de jugador
 - iii. Primitivos de Unity, colisiones, Unity Framework
 - iv. Reto
 - v. Tutorial
 - vi. Examen
- d. Programando funcionalidades básicas (7 Horas)
 - i. Interfaces de Usuario
 - ii. Feedback de usuario y testing
 - iii. Optimización de proyecto
 - iv. Investigación y debuggear
 - v. Refactorización
 - vi. Estructuras de datos
- e. Programando sistemas y arquitectura (+10 Horas)
 - i. Scripting intermedio
 - ii. C# Intermedio
 - iii. Patrones de comando
 - iv. UI Intermedia
 - v. Guardando datos de forma persistente
 - vi. Optimización de código

4.Aplicaciones Android usando Unity

1. Cómo compilar un proyecto de Unity para plataformas Android (3 hrs)
2. Creando las configuraciones del build para Android
3. Ligar librerías externas al build de Android
4. Optimización específica para Android
5. Estrategias de debugeo
6. Testing
7. Explicación detallada del proceso para subir una aplicación a la Google play store
8. Builds de 64 bits y 32 bits

ANEXO C

TEMARIO CURSO: CÓMPUTO DE ALTO RENDIMIENTO

1.-Programación Fortran. 2.-Programación C. 3.- Programación distribuida. 4.- Clustering. 5.- Rendimiento de aplicaciones. 6.- Introducción al Sistema Operativo Linux. 6.- Algoritmos. 6.1.- Linux Intermedio. 6.2.- Scripts Linux-Fortran 77. 6.3.- Scripts Linux-C. 6.4- Diseño de Sistemas. 7.-Linux Avanzado.

ANEXO D

TEMARIO CURSO: TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

1.-Aprendizaje por refuerzo. 2.-Aprendizaje profundo. 3.-Modelos gráficos probabilistas. 4.- Redes Neuronales. 5.- Inteligencia Computacional. 6.- Cómputo Evolutivo. 7.-Aprendizaje Máquina.

Índice alfabético

- Árbol de
 - Involucrados, 18
 - Problemas, 17
 - Soluciones, 18
- Análisis
 - Cualitativo, 16
 - Cuantitativo, 20
- Cómputo de Alto Rendimiento, 2
- Creadores, 8
- Cómputo de Alto Rendimiento, 5
- Departamento de
 - Biología Molecular, 4
 - Biomedicina cardiovascular, 4
 - Bioquímica, 4
 - Bioterio, 4
 - Farmacología, 4
 - Fisiología, 4
 - Instrumentación
 - Electromecánica, 4
- Departamento de Instrumentación
 - Electromecánica, 5
- Dirección de Investigación INCICH,
 - 4
- FODA, 13
- Funcionograma, 19
- Indicadores
 - de entrada, 21
 - de proceso, 21
 - de salida, 21
- Innovación Tecnológica
 - Cardiovascular y Periférica UNAM-INCICH, 4
- Instituto Nacional de Cardiología
 - Ignacio Chávez, 2
- Inteligencia Artificial, 2, 8
- Inteligencia artificial, 2
- Investigadores nacionales nivel III,
 - 4
- Laboratorio de Fisiopatología
 - Renal, 4
- Lineamientos, 13
- Mapa Político, 19
- Microprogramación, 2
- Minería de datos, 2
- Misión
 - de la Unidad de Inteligencia Artificial, 10
 - del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez,
 - 9
- Médicos especialistas, 8
- Normas, 13
- Objetivo general, 11
- Objetivos específicos, 11
- Organigrama
 - gráfica de, 15
- Políticas de Operación, 13
- Programación paralela, 2

- Protección
 intelectual, 5
 jurídica, 5
- Revista de acceso abierto, 5
- Sistema
 Nacional de Investigadores, 4, 8
- Subdirección de
 Investigación Básica y
 Tecnológica, 4
 Investigación Clínica, 4
- UIA, 2, 5, 8, 14
- Unidad de Inteligencia Artificial, 5,
 8
- Unidad de inteligencia Artificial, 2
- Unidad de Protección Intelectual, 5
- Unidades de Sociomedicina, 4
- Visión
 de la Unidad de Inteligencia
 Artificial, 10
 del Instituto Nacional de
 Cardiología Ignacio Chávez,
 9

Referencias

- [1] “Instituto Nacional de Cardiología - Ignacio Chávez,” <https://www.cardiologia.org.mx/>, jan 18 2022.
- [2] C. Polanco, “Unidad de Protección Intelectual,” https://www.cardiologia.org.mx/organizacion/direccion_general/direccion_de_investigacion/subdireccion_de_investigacion_basica_y_tecnologica/departamento_de_instrumentacion_electromecanica/unidad_prot_intelectual/, [Online; accessed 2023-06-10].
- [3] OpenAI, “The importance and need for properly defining project justification,” OpenAI Assistant, 2023, generated on June 11, 2023.
- [4] J. P. V. Barragán, *Planeación y Gerencia Estratégica en Salud*. Centro de Investigación y Desarrollo Villa Torres, 2001.
- [5] “Dr Juan Pablo Villa Barragán,” <https://www.slideshare.net/JuanPabloVillaBarragán>.
- [6] “Guía para la Elaboración de la Matriz de Indicadores para Resultados,” <https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/Paginas/Mosaicos/Guia-para-la-Elaboracion-de-la-Matriz-Indicadores-para-Resultados.aspx>.
- [7] B. OCCMundial, “¿Qué es un análisis FODA, cómo se hace, para qué sirve? Guía 2021,” <https://www.occ.com.mx/blog/que-es-un-analisis-foda-y-como-se-hace/>, jan 19 2021.
- [8] “Foda y árbol DEPROBLEMAS,” https://issuu.com/victorfidelpandobeltran/docs/foda_arbol_de_problemas.
- [9] “Qué es un diagrama de árbol de decisión,” <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-arbol-de-decision>.
- [10] “El árbol de decisiones: un análisis de 5 pasos para tomar mejores decisiones [2021] • Asana,” <https://asana.com/es/resources/decision-tree-analysis>.
- [11] “Foda, árbol de Problema, análisis de Involucrados, Matrices y Nivel Profundo | PDF | Análisis FODA,” <https://es.scribd.com/document/583661230/Foda-arbol-de-problema-analisis-de-involucrados-matrices-y-nivel-profundo>.
- [12] “El Mapa de Influencias - PDF Free Download,” <https://docplayer.es/22159800-El-mapa-de-influencias.html>.
- [13] “Mapeo de procesos: ¿cómo mapear utilizando 6 técnicas?” <https://www.sydle.com/es/blog/mapeo-de-procesos-604f5d8a2dbf0411f262a3a2>, mar 16 2021.
- [14] OpenAI, “Descripción de los indicadores cuantitativos de tipo administrativo,” Texto generado por ChatGPT, 2023.
- [15] “Indicadores y Ejemplos Analisis Foda | PDF | Análisis FODA | Mercado (economía),” <https://es.scribd.com/document/281403601/Indicadores-y-Ejemplos-Analysis-Foda>.

FIN