

ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA
“MCAL. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
BOLIVIA

MONOGRAFÍA

BIBLIOGRÁFICA - DOCUMENTAL



ACCIONES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
DE LAS UNIVERSIDADES BOLIVIANAS
EN EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

OSCAR CONTRERAS CARRASCO

COCHABAMBA, 2023

OSCAR CONTRERAS CARRASCO

**ACCIONES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
DE LAS UNIVERSIDADES BOLIVIANAS
EN EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Modalidad: Trabajo de
Monografía presentado como
requisito para obtener el
Título de Diplomado en
Educación Superior Por
Competencias (DESEC– VI).

TUTOR: M.Sc. Pablo Alejandro Mendoza García

COCHABAMBA, 2023

OSCAR CONTRERAS CARRASCO

AUTORIZO LA PRODUCCIÓN Y DIVULGACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICO, POR CUALQUIER MEDIO CONVENCIONAL O ELECTRÓNICO PARA FINES DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN, DESDE QUE SE ENCUENTRE CITADA LA FUENTE.

Oscar Contreras Carrasco

ACCIONES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
DE LAS UNIVERSIDADES BOLIVIANAS
EN EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- 5 Capítulos
- 3 unidades temáticas
- Número de páginas: 48
- Cochabamba, 2023

Trabajo de Monografía- Programa de Diplomado en Educación Basado por Competencias- DESEC-VI, Escuela Militar de Ingeniería.

Palabras Claves: Inteligencia Artificial- Estrategia- Enseñanza- Investigación.

OSCAR CONTRERAS CARRASCO

HOJA DE APROBACIÓN

**ACCIONES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE LAS
UNIVERSIDADES BOLIVIANAS EN EL DESARROLLO DE LA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Monografía presentada a la Dirección de Posgrado de la Escuela Militar de Ingeniería.

Aprobado con:

Tribunal Examinador

Docente. _____

Institución: _____ Firma: _____

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al Ing. Roberto Carranza quien en vida me motivó a sobrellevar obstáculos para lograr mis objetivos de vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme la sabiduría y perseverancia para permitirme completar esta nueva etapa en mi formación.

A mi familia por brindarme su apoyo incondicional y comprensión en la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO PRIMERO.....	3
GENERALIDADES.....	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPÍTULO SEGUNDO.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. CONTEXTO GENERAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	7
2.2. DISCIPLINAS ASOCIADAS A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	10
2.3. ADOPCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ESTRATEGIAS NACIONALES EN EL MUNDO.....	12
2.4. INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL ADOPTADAS EN UNIVERSIDADES EXTRANJERAS.....	20
2.5. ESTADO SITUACIONAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL CONTEXTO BOLIVIANO.....	28
CAPÍTULO TERCERO.....	30
METODOLOGÍA.....	30
3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	32

CAPÍTULO CUARTO.....	33
PROPUESTA.....	33
4.1. DESARROLLO DEL PRIMER OBJETIVO.....	33
4.2. DESARROLLO DEL SEGUNDO OBJETIVO.....	36
4.3. DESARROLLO DEL TERCER OBJETIVO.....	39
CAPÍTULO QUINTO.....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
5.1. CONCLUSIONES.....	46
5.2. RECOMENDACIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: Diagrama de causas y efecto del análisis de problemas.....	4
FIGURA 2.1: Test de Turing.....	9
FIGURA 2.2: Subdivisión de áreas de la Inteligencia Artificial.....	11
FIGURA 2.3: Porcentaje de referencias a investigaciones de IA por región.....	12
FIGURA 2.4: Porcentaje de publicaciones sobre IA por región.....	13
FIGURA 2.5: Países del mundo que ya cuentan con estrategias de IA.....	17
FIGURA 2.6: Número de publicaciones académicas y corporativas en IA por región.....	25
FIGURA 2.7: Porcentaje de doctorantes que se especializan en IA (Norteamérica).....	27
FIGURA 4.1: Interacción entre actores de enseñanza e investigación universitaria.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 4.1: Análisis de programas de IA en universidades.....	34
TABLA 4.2: Aplicaciones de IA en áreas estratégicas.....	37
TABLA 4.3: Ejes estratégicos para el desarrollo de la IA en Bolivia.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PLAN DE ESTUDIOS MENCIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIA DE DATOS UMSA
- ANEXO B:** MALLA CURRICULAR DE INGENIERÍA DE SISTEMAS UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA
- ANEXO C:** MALLA CURRICULAR DE INGENIERÍA DE SISTEMAS ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA
- ANEXO D:** LISTADO DE TRABAJOS DE GRADO ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA – COCHABAMBA
- ANEXO E:** GLOSARIO DE TÉRMINOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

IA:	INTELIGENCIA ARTIFICIAL
OECD:	ORGANIZATION FOR CO-OPERATION AND DEVELOPMENT ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO
ODS:	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ONU
ONU:	ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS

RESUMEN

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) está teniendo importantes desarrollos en diversos ámbitos. Los países de mayor tradición en el desarrollo de la IA son EEUU y China que lideran en el mundo entero en cuanto a publicaciones científicas relacionadas a esta área, lo cual se ve reflejado en los constantes avances que está teniendo dicha disciplina en estos contextos. Los acelerados pasos que está dando la IA en el extranjero podrían dejar a Bolivia en un considerable retraso, aún frente a países sudamericanos donde ya se cuenta con estrategias de IA bien definidas. El propósito del presente trabajo es el de identificar acciones relacionadas a la investigación científica y la enseñanza en torno a la IA que es necesario que las universidades bolivianas puedan adoptar para asegurar una mayor representación del país en esta área. Si bien es evidente que una mayor investigación académica puede llevar a un mayor desarrollo de la IA, es importante la participación de diversos actores de la sociedad en su conjunto. Para este efecto, una estrategia nacional de IA jugará un papel vital en asegurar la participación integral de todos los involucrados en una adopción efectiva, ética y responsable de la IA en Bolivia.

Palabras clave: **Inteligencia Artificial, estrategia, enseñanza, investigación.**

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is undergoing significant developments in various fields. The countries with the longest tradition in AI development are the United States and China, which lead the world in terms of scientific publications related to this area. This is evident in the constant advancements that the discipline is making in these contexts. The rapid progress AI is making internationally could leave Bolivia considerably behind, even in comparison to other South American countries that already have well-defined AI strategies.

The purpose of this document is to identify actions related to scientific research and education in AI that Bolivian universities need to adopt to ensure a greater representation of the country in this area. While it is clear that increased academic research can lead to further AI development, the participation of various actors in society as a whole is equally important. To this effect, a national AI strategy will play a vital role in ensuring the full participation of all those involved in an effective, ethical, and responsible adoption of AI in Bolivia.

Keywords: **Artificial Intelligence, strategy, teaching, research.**

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, existen una variedad de tecnologías emergentes que revolucionan el diario vivir de las personas y que se han venido estableciendo como parte importante de las actividades que éstas realizan en el día a día. Los avances de la Inteligencia Artificial (IA) son de particular relevancia en este contexto, ya que hoy en día es posible observar el desarrollo de una variedad de herramientas que solamente hace unos años no existían. Tecnologías tales como ChatGPT, Bard, Dall-E y otros varios, ya son la norma y han llegado para quedarse.

Si bien la IA se ha potenciado en años recientes debido al avance de otras tecnologías que son relevantes para la misma, esta disciplina se ha venido desarrollando desde mediados del Siglo XX cuando Turing por primera vez propuso las características de una máquina inteligente. A partir de ese momento, existieron una serie de hitos históricos que llevaron al estado actual de la IA y sus adelantos que resuelven una variedad de problemas de la sociedad.

Un aspecto importante a considerar es que las tecnologías afines a la IA son por lo general desarrolladas en países que ya cuentan con una amplia tradición en investigación en esta área del conocimiento. Países tales como China y EEUU lideran los rankings internacionales de publicaciones sobre IA, y también cuentan con estrategias de adopción de la IA para sus respectivos contextos nacionales. Estas estrategias se orientan a resolver diversas problemáticas en el ámbito de la educación, la investigación y la industria que están además ligadas a una adopción responsable de la IA. En el ámbito latinoamericano, países tales como Brasil,

Argentina y Chile ya cuentan con estrategias nacionales para la adopción de la IA que responden a diversas necesidades de desarrollo y aplicación de esta tecnología en dichos países. Sin embargo, un aspecto que llama la atención es el hecho de que Bolivia aún no cuenta con un plan o estrategia nacional de IA que asegure la participación de diversos actores de la sociedad.

En el presente trabajo se analizan los factores que conllevan a que Bolivia aún no sea un referente latinoamericano en el desarrollo y adopción de la IA, así como los aspectos que están siendo considerados en las estrategias desarrolladas en el extranjero, con vías a que estas acciones puedan ser asimiladas en los sectores de investigación y enseñanza en las universidades del país. Como parte de este análisis, se hace énfasis en el papel que juegan actores clave, tales como las universidades, el Estado, la industria, y también las entidades relacionadas a la educación regular.

Los aspectos abordados en la presente monografía podrían constituirse en elementos para una planificación de mayor alcance, tales como la definición de una estrategia nacional de IA para Bolivia que pueda abordar de manera integral y efectiva las problemáticas del país.

CAPÍTULO PRIMERO

GENERALIDADES

CAPITULO PRIMERO

GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En su gran mayoría, los avances de la IA se están dando en países que ya cuentan con un marcado desarrollo tecnológico, creando mayores brechas y desigualdades con economías en varios países de Latinoamérica, tales como Bolivia.

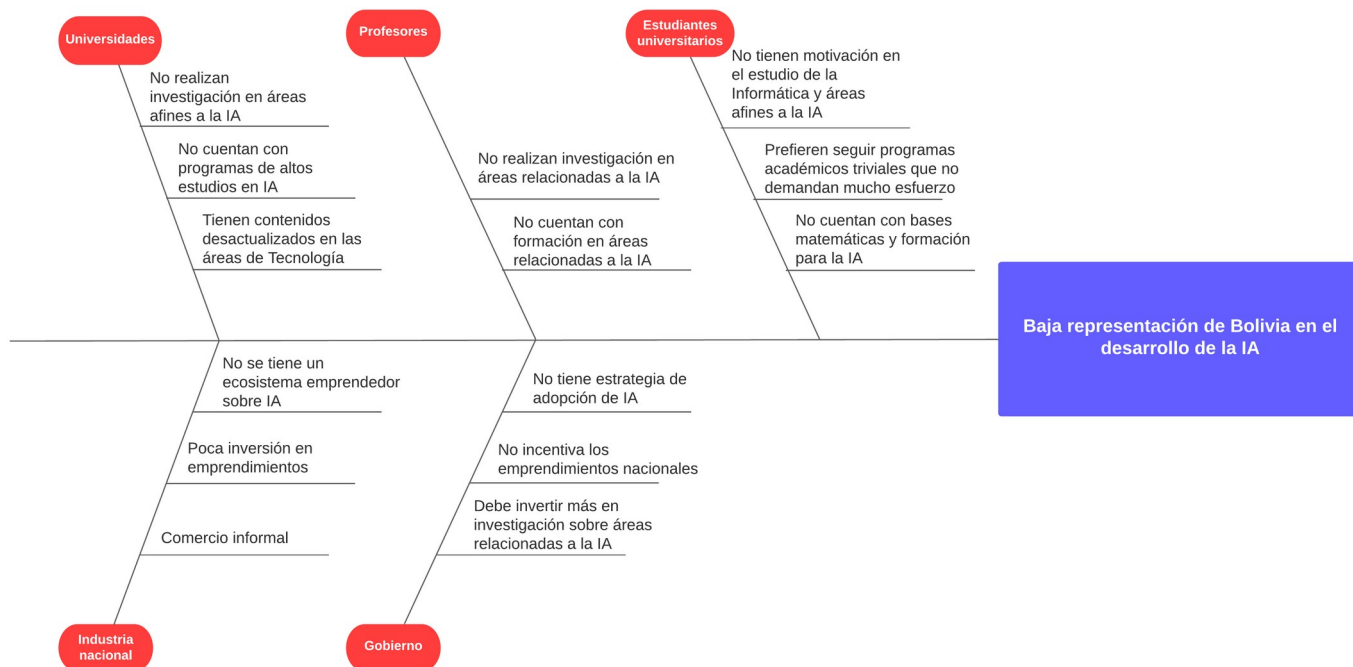
De acuerdo al Reporte de Inteligencia Artificial de la Universidad de Stanford, nuestro país tiene un atraso considerable frente a otros en la adopción de la IA, inclusive dentro del contexto latinoamericano, tales como Chile y Argentina (Stanford University, 2023a).

Como factores causales de esta baja representación, se identifican:

- La carencia de investigación académica realizada en el ámbito universitario, principalmente en áreas relacionadas a la Informática.
- No se cuenta con una estrategia nacional de IA para Bolivia, en el cual se deberían establecer los criterios necesarios para una adopción eficaz y responsable de la IA en el país.
- Entre otros, también es destacable el hecho de que los bachilleres no cuentan con inclinación por el estudio de carreras relacionadas a la ciencia y tecnología, que es clave en el abordaje de la IA, así como en el desarrollo de proyectos de investigación relacionados a esta área.

En la Figura 1.1 se presenta el diagrama de causas versus el efecto principal analizado, donde es posible advertir claramente el papel de diversos actores:

FIGURA 1.1: Diagrama de causas y efecto del análisis de problemas



Fuente: Elaboración propia

En este contexto, es posible advertir que existen diferentes actores involucrados. De parte de la universidad, influyen el hecho de que existe poca a nula investigación en áreas relacionadas a la IA, así como la inexistencia o irrelevancia de programas de estudios relacionados a esta área. Por parte de los estudiantes, muestran un bajo interés en el estudio de áreas relacionadas a la IA, lo cual está muy ligado a su poca afinidad con las ciencias exactas y la preparación de base necesaria.

El presente trabajo se enfocará en el abordaje de los ejes causales ligados a las universidades bolivianas, y cómo desde las mismas es posible asumir acciones que conlleven a una mejor adopción de la IA en el país, de acuerdo a experiencias

recogidas en el extranjero donde ya se cuenta con planes bien definidos en el ámbito de la IA.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué acciones en los ámbitos de enseñanza e investigación de parte de las universidades bolivianas tienen incidencia en mejorar el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) en Bolivia?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Analizar las acciones de enseñanza e investigación de parte de las universidades bolivianas para mejorar el desarrollo de la Inteligencia Artificial en Bolivia, considerando experiencias implementadas en el extranjero.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las debilidades actuales en los programas de estudio e investigación de tres universidades bolivianas para establecer los factores del sistema universitario nacional que inciden en un limitado desarrollo de la IA.
- Identificar el papel que juega la Inteligencia Artificial en el desarrollo tecnológico de países que ya cuentan con mayor trayectoria y experiencia en investigación sobre IA.
- Describir acciones en el ámbito de enseñanza de educación superior universitaria e investigación que pueden llevar a un mejor posicionamiento de Bolivia en el desarrollo de tecnologías afines a la Inteligencia Artificial.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad están teniendo lugar una variedad de avances importantes en el ámbito de la Inteligencia Artificial que principalmente proceden de países con una mayor trayectoria en investigación y desarrollo sobre esta disciplina. Sin embargo, la celeridad con la que se están dando estos avances implica que los países en vías de desarrollo como Bolivia quedarán muy rezagados en lo referente a la Inteligencia Artificial y otras tecnologías emergentes. Por este motivo, se considera importante que nuestro país pueda adoptar acciones que puedan coadyuvar a una mayor competitividad en el desarrollo de la IA con enfoque en las problemáticas bolivianas. En este sentido, el presente trabajo plantea concretamente la realización de acciones en el ámbito de la enseñanza y la investigación universitaria que puedan conllevar a una mayor representación de Bolivia en lo referente al desarrollo de la IA. Considerando que ya se tienen referentes internacionales con mucha experiencia en este ámbito, existe documentación sobre sus experiencias que pueden ser analizadas y replicadas en el contexto de Bolivia, por lo que la realización de este trabajo se considera factible desde un punto de vista metodológico.

CAPÍTULO SEGUNDO

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO SEGUNDO

MARCO TEÓRICO

2.1. CONTEXTO GENERAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Inteligencia Artificial ha venido teniendo una serie de avances importantes que revolucionan la forma en que las sociedades interactúan con la tecnología. Hoy en día, los chatbots y los asistentes inteligentes son ya parte del diario vivir de las personas. Los modelos de lenguaje, tales como ChatGPT ofrecen respuestas inmediatas a instrucciones textuales proporcionadas por el usuario, que van desde textos simples hasta la resolución de problemas matemáticos complejos.

El surgimiento de estas tecnologías ha traído a las personas muchas facilidades, pero a la vez impone nuevos desafíos que llevan a la necesidad de que los gobiernos del mundo incorporen nuevas regulaciones concentradas en asegurar un uso responsable y ético de la IA a diversos niveles.

Entre los avances más importantes de la Inteligencia Artificial en la actualidad es posible destacar los modelos generativos que cuentan con la capacidad de generar contenido en base a entradas textuales, y entre ellos se distinguen los siguientes (Gozalo-Brizuela y Garrido-Merchán, 2023):

- **Sistemas generativos de texto:** Se trata de sistemas inteligentes que tienen la capacidad de comprender el lenguaje escrito y de generar contenido textual en base a instrucciones proporcionadas por el usuario. Aquí destacan los sistemas conversacionales tales como ChatGPT, BARD y Bing AI entre otros. Se

caracterizan por ser modelos de lenguaje muy complejos que requieren grandes cantidades de datos para ser entrenados, los cuales provienen de fuentes tales como Wikipedia y la web. En esta misma categoría también ingresan sistemas más especializados, tales como aquellos que ofrecen asesoramiento médico (*Text-to-Medical Advice*) y otros que colaboran al usuario en la elección de un itinerario de viaje (*Text-to-Itinerary*).

- **Sistemas de generación de imágenes:** Tienen la capacidad de generar imágenes con mucho detalle. Entre ellos tenemos a DALL-E 2, a partir del cual se derivan una variedad de otros modelos con diferentes funcionalidades. Entre las capacidades de estos modelos es posible mencionar la edición profesional de imágenes, así como la generación de imágenes artísticas y realistas.
- **Sistemas de generación de video:** Otra gama de modelos generativos son aquellos con capacidades de generación de video en base a instrucciones textuales. Aunque se considera que este tipo de tecnologías están dando sus primeros pasos, ya existen sistemas inteligentes con capacidades impresionantes que permiten personalizar el contenido de un video a necesidades específicas del usuario.
- **Generación de código fuente de programas:** Esta se constituye en una de las áreas de impacto más importantes, ya que actualmente se cuenta con modelos capaces de escribir el código fuente de un programa de computación, lo cual promete revolucionar la industria del software en próximos años.

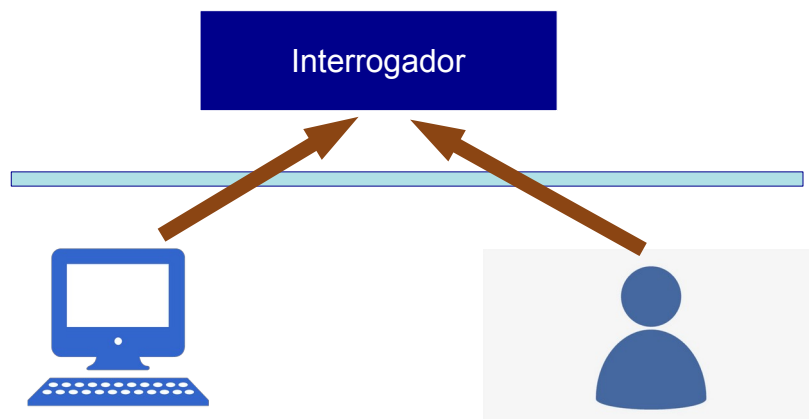
Si bien esta lista expone algunos de los avances más importantes de la Inteligencia Artificial moderna, hay que tener en cuenta que estas son solamente algunas de las tecnologías de mayor desarrollo en la actualidad, ya que también hay una variedad de otros adelantos que se están teniendo en áreas tales como la robótica y la visión computacional. Por ejemplo, un área de impacto en el desarrollo de la IA es la de los vehículos autónomos (Badue et al., 2021), los cuales emplean una variedad de sensores que aportan información del entorno y les permiten a estos pilotear un automóvil con poca o nula interacción de parte del conductor. Sin embargo, existen

aún aspectos importantes de seguridad que considerar en torno a estos sistemas, ya que si no se usan de manera responsable pueden producir accidentes de tránsito (Yurtsever et al., 2020).

Asimismo, en el ámbito de la robótica se tienen una variedad de avances que están revolucionando diversos ámbitos de la industria y también del cotidiano vivir de las personas. Es así que por ejemplo en el área de la manufactura se tienen robots capaces de realizar tareas complejas con mayor eficiencia energética y facilidades de uso para usuarios no expertos (Robotics, 2023).

Es importante considerar sin embargo, que la Inteligencia Artificial se ha venido desarrollando desde mediados del Siglo XX, donde por primera vez Alan Turing, a quien se le atribuye ser uno de los máximos exponentes de la IA, describió las características de una máquina inteligente (Turing, 1950). Turing propuso que las máquinas pensantes deben tener capacidades de cómputo, almacenamiento y control que les permitan realizar operaciones complejas de manera igual o más eficiente a los humanos.

FIGURA 2.1: Test de Turing



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2.1, es posible advertir el Test de Turing en el cual se distinguen tres entidades: La máquina (izquierda), el ser humano (derecha) y el interrogador, quien sabe que uno de los dos participantes es efectivamente una máquina, pero no sabe

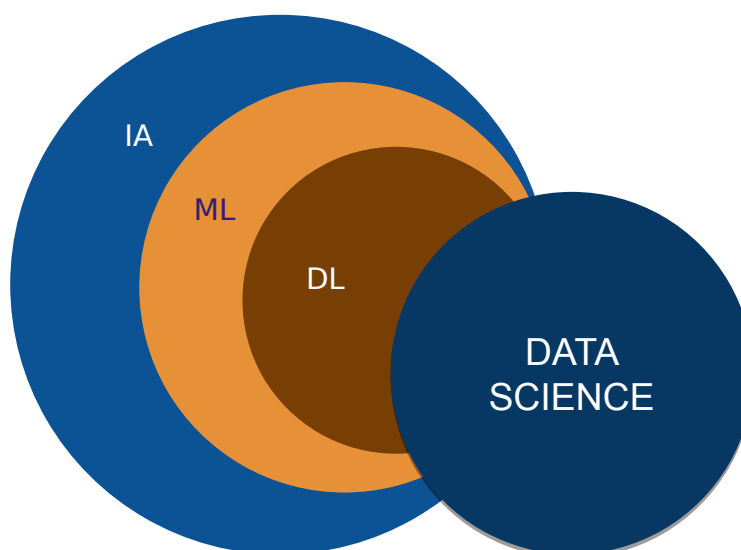
cuál de ellos lo es. Luego de realizar una serie de preguntas que son respondidas por escrito por la máquina y el humano, se afirmaría que la máquina tiene la capacidad de pensar si es que el interrogador es incapaz de distinguir las respuestas que son emitidas por ambas partes. De esta manera, se postula que una máquina piensa cuando exhibe comportamientos muy similares o iguales a los de un ser humano. Si bien en la actualidad ante el surgimiento de tecnologías tales como ChatGPT, se podría decir que las máquinas cada vez ostentan comportamientos más complejos, aún existen limitantes para que éstas puedan emular características innatas de los seres humanos, tales como la capacidad de sentir. Si bien existen avances interesantes en ese sentido, aún hay un camino largo que recorrer. Ante las constantes especulaciones de que la Inteligencia Artificial puede llegar a reemplazar completamente a los seres humanos, es importante considerar que hay aspectos muy propios de estos que no pueden ser emulados completamente por las máquinas. Más allá de estas limitantes, la Inteligencia Artificial sin duda es ya una revolución y por ese motivo es importante que todos los países puedan adoptar estrategias para su adopción, regulación e implementación.

2.2. DISCIPLINAS ASOCIADAS A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El abordaje de la Inteligencia Artificial, disciplina que estudia y desarrolla máquinas inteligentes (Manning, 2023), es bastante amplio, ya que de ella se desprenden otras áreas más específicas que en realidad se constituyen en el motor de los avances más importantes del rubro. De este modo, el aprendizaje de máquinas o *Machine Learning*, referido como el abordaje de modelos matemáticos capaces de aprender en base a la experiencia, es el estudio de algoritmos que hacen posible que las máquinas aprendan por sí mismas (Mitchell, 1997). Dentro del abordaje del *Machine Learning*, existe aún otra área que se especializa en el estudio de las redes neuronales que emulan el comportamiento del cerebro, que es el *Deep Learning* (Velarde, 2020).

En la Figura 2.2, es posible advertir que la Inteligencia Artificial (IA) engloba a otras áreas más específicas como por ejemplo el *Machine Learning* (ML) y dentro de él se tiene el *Deep Learning* (DL). De manera transversal a todas estas áreas, la Ciencia de Datos (*Data Science*) se perfila como aquella disciplina que a través del método científico busca extraer conocimiento en base a datos. Teniendo en cuenta que los modelos inteligentes requieren de grandes volúmenes de información para realizar una tarea específica, es de vital importancia que los datos puedan ser procesados adecuadamente, y es por ello que se considera que la Ciencia de Datos es una de las áreas de la tecnología más prometedoras en la actualidad.

FIGURA 2.2: Subdivisión de áreas de la Inteligencia Artificial



Fuente: Elaboración propia

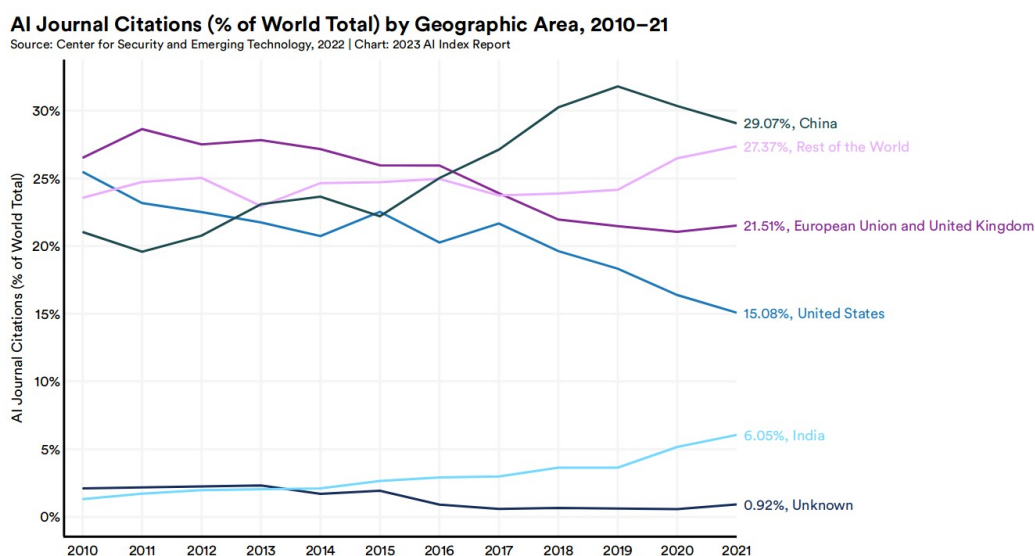
Habiendo ya realizado una introducción a los adelantos más importantes de la Inteligencia Artificial, así como sus orígenes y disciplinas asociadas, corresponde ahora plantear las siguientes preguntas: ¿Cómo está encarando Bolivia la adopción de la IA? ¿El país está preparado para esta revolución? Teniendo en cuenta que la IA implica varios desafíos, es crucial que Bolivia no deje de aprovechar las oportunidades que estas tecnologías traen. Si se cuenta con las herramientas para

adoptar la IA para resolver las problemáticas del país, éste se encontrará sin duda en una posición competitiva y es por ello que se considera importante adoptar acciones inmediatas de cara a su adopción responsable y efectiva.

2.3. ADOPCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ESTRATEGIAS NACIONALES EN EL MUNDO

De acuerdo al índice de Inteligencia Artificial de la Universidad de Stanford (Stanford University, 2023a), China es el país con un mayor número de publicaciones sobre IA en jornales científicos, y es en este mismo país donde se están teniendo avances muy importantes en el rubro, siendo uno de los máximos exponentes en el desarrollo de la disciplina. En segundo lugar y tercer lugar respectivamente, se perfilan las investigaciones realizadas en la Unión Europea y en Estados Unidos, a lo cual se suman las contribuciones realizadas en otros países del mundo (Figura 2.3).

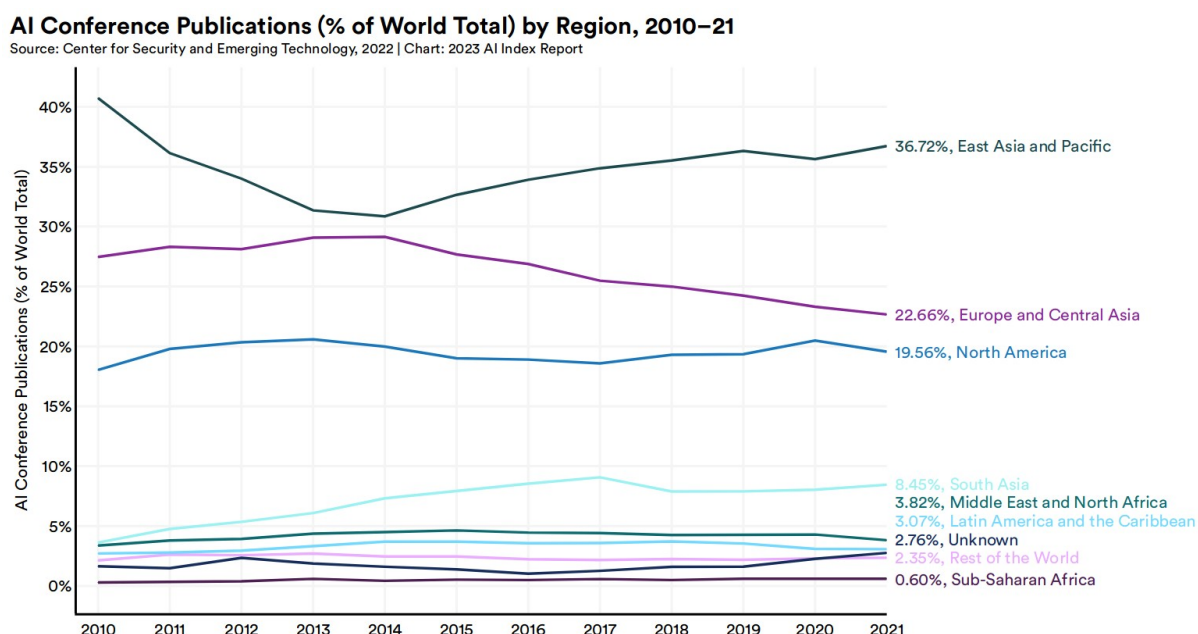
FIGURA 2.3: Porcentaje de referencias a investigaciones de IA por región



Fuente: (Stanford University, 2023, p.35)

Si bien estos datos proporcionan una idea global de la procedencia de una mayor parte de las investigaciones sobre IA, el mencionado índice también provee información desgregada por regiones más específicas. Es así que en el rubro de publicaciones por región, Asia Oriental y el Pacífico dominan frente a otras regiones con un 36.72%, dejando a Latinoamérica y el Caribe con un 3.07% (Figura 2.4).

FIGURA 2.4: Porcentaje de publicaciones sobre IA por región



Fuente: (Stanford University, 2023, p.37)

Esta información debe llamar a los países del ámbito latinoamericano a reflexionar en torno a las contribuciones científicas que se están teniendo en torno a la IA en esta región. Aunque en este contexto Brasil ha venido siendo uno de los países con mayor representación, hay que considerar que Bolivia se encuentra particularmente rezagado no solamente en este sector, sino también en otros avances tecnológicos.

Si bien varias de las herramientas de IA que se encuentran a disposición del público en general proceden de EEUU, es importante mencionar que China fue uno de los primeros países en adoptar una estrategia nacional de IA. Es así que en 2017, el

Consejo de Estado de China publica un documento seminal sobre la estrategia de Inteligencia Artificial que se adoptará a nivel del Estado hacia el 2030 (China's State Council, 2017). En la traducción de dicho documento, destacan los siguientes aspectos que integran su estrategia de IA:

- **Construcción de ciencia abierta y sistemas de innovación tecnológica en torno a la Inteligencia Artificial:** La cual se concentra en crear nuevas teorías sobre la IA, resolviendo necesidades actuales y a futuro. Para tal objetivo, se plantea resolver las limitaciones de los métodos vigentes, apostar por la investigación teórica e interdisciplinaria considerando diversas áreas de las Ciencias de la Computación, como por ejemplo: El Big Data, conectividad del cerebro humano con las máquinas, teoría de inteligencia de enjambres, Machine Learning y computación cuántica. Se propone también potenciar la investigación en torno a una variedad de tecnologías emergentes como el Big Data, el Machine Learning y también el desarrollo de micro-chips inteligentes con capacidades de razonamiento propio. En este punto de la estrategia también destacan el potenciamiento de la infraestructura tecnológica nacional y la preparación de especialistas con la creación de programas académicos especializados en torno a la IA, a nivel pre y postgrado (Maestría y Doctorado), así como transversales a diversas áreas del conocimiento.
- **Apostar por una economía inteligente de alto calibre:** Se propone que China sea un referente de adopción de la IA como factor de un desarrollo económico eficiente. Como ejes de esta estrategia, se mencionan: La creación de nuevas industrias basadas en la IA, con modelos de negocios de competitividad global, así como la aceleración de la adopción de industrias inteligentes (Manufactura inteligente, agricultura inteligente, finanzas y comercios inteligentes, entre otros), desarrollo de empresas inteligentes, así como la creación de conglomerados de innovación, tales como los parques industriales y ecosistemas nacionales de desarrollo de la IA, apostando por las incubadoras tecnológicas y los centros de desarrollo de emprendimientos.

- **Construir una sociedad inteligente, conveniente y segura para todos:** Se propone innovar la provisión de los servicios de educación, salud, jubilación y otros haciendo uso de tecnologías inteligentes. Asimismo, otro eje de esta estrategia es la incorporación de un gobierno inteligente, así como las ciudades y transporte inteligentes. Entre otros pilares de esta estrategia, también se menciona el potenciamiento de sistemas de seguridad y el mejoramiento de la confianza de parte del público a través de tecnologías de la IA.
- **Mejorar la integración del sector civil y militar en torno a la IA:** En este punto de la estrategia se propone crear sistemas inteligentes para potenciar las Fuerzas Armadas, así como sus procesos de toma de decisiones y logística. En este mismo ámbito, se propone la creación de aplicaciones que beneficien a la sociedad civil en su conjunto.
- **Otros ejes estratégicos:** Como parte de la estrategia de IA de China, también se propone la construcción de una infraestructura inteligente segura y eficiente, haciendo uso de una variedad de tecnologías, tales como el IoT y el 5G, así como planificar la nueva generación de proyectos de ciencia y tecnología relacionados a la IA.

En la actualidad, China ya es un referente en el desarrollo de la IA a diversos niveles. Es así que industrias nacionales tales como Huawei están apostando por el desarrollo de varias tecnologías afines a la IA. Entre las varias tecnologías que desarrolla Huawei, están los vehículos autónomos, el desarrollo de chips inteligentes y también una variedad de soluciones empresariales (Huawei, 2023).

A la par de China, Estados Unidos recientemente publicó un plan nacional de adopción de la Inteligencia Artificial a ser gestionado y ejecutado por el NAIRR (National Artificial Intelligence Research Resource Task Force), el cual conforma parte del National Artificial Intelligence Initiative Act de 2020 con una serie de ejes estratégicos entre los que destacan (National Artificial Intelligence Research Resource, 2023):

- **Fortalecer y democratizar el ecosistema de innovación sobre IA en los Estados Unidos:** Con el fin de proveer herramientas para dar soporte tecnológico a las iniciativas de investigadores, educadores y estudiantes en la adopción de la IA, en la forma de provisión de capacidades de cómputo y datos. En este objetivo, participan el gobierno, las universidades, la industria y la sociedad civil.
- **Organización, gestión y gobernanza del NAIRR:** En este eje estratégico se propone la conformación de un único centro nacional como sede del NAIRR, a partir del cual se gestionarán las operaciones de todas las otras entidades involucradas. A partir de esta institución matriz, se administrarán los programas relacionados a las contrapartes usuarias (investigadores, representantes de la comunidad y del sector privado), así como las comisiones de ciencia, tecnología y ética. También se propone que sea esta entidad la que se encargue de los procesos administrativos de logística, operaciones, gestión de recursos y apoyo a la innovación. Los fondos e inversión en las operaciones del NAIRR y sus entidades afiliadas serán coordinadas por el Congreso de EEUU, con el fin de fomentar el desarrollo de nuevas tecnologías y la resolución de diversas problemáticas de las contrapartes usuarias.
- **Estructura y especificaciones funcionales para el acceso a los recursos:** A través de un portal integrado se plantea proveer acceso a una variedad de recursos requeridos por los usuarios. También se plantea la provisión de capacidades computacionales requeridas para facilitar la investigación en Inteligencia Artificial a quienes tienen limitados recursos. Asimismo, se les proveerá de herramientas computacionales necesarias para desarrollar y evaluar modelos, así como el acceso a datos para entrenar los mismos. En relación a estos últimos, se proporcionará acceso a datos federales de acuerdo a niveles claramente establecidos y en observancia a aspectos éticos y legales del país. Entre otros recursos, también se plantea la provisión de una plataforma que brinde soporte a proyectos de educación en IA para diversos niveles de la sociedad.

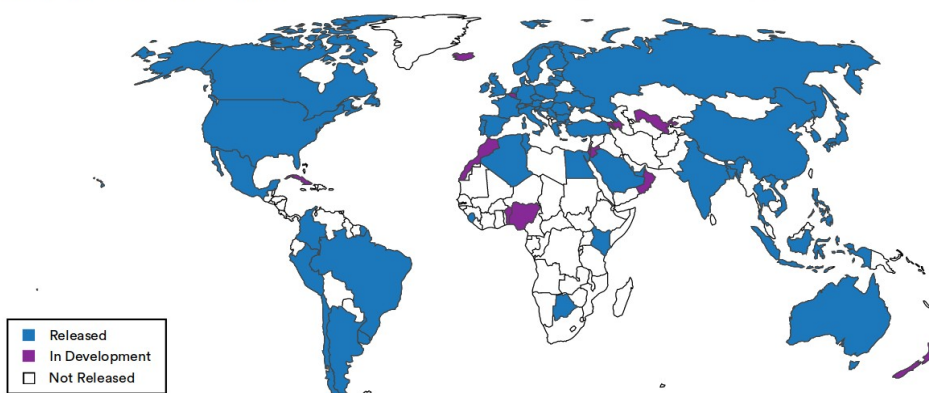
- **Implementación por fases del proyecto de infraestructura de NAIRR:** El cual vendría a ser un esfuerzo a ser realizado en el lapso de 3 años, con la puesta en marcha del programa, el inicio de operaciones formales en observancia a las regulaciones nacionales y con absoluta transparencia ante los organismos de control, dotación de capacidades iniciales al programa y operaciones a largo plazo.

Un aspecto muy importante a considerar en relación a la estrategia de IA de EEUU, es que en este país se encuentran varios de los gigantes tecnológicos de mayor impacto en el mundo entero, y a través de un esfuerzo mancomunado de diversas contrapartes, incluyendo la comunidad científica americana, y también la sociedad civil, se plantea apostar por un ecosistema de IA democrático y en bien de los diversos involucrados.

Más allá de China y EEUU, varios países europeos ya cuentan con estrategias nacionales de adopción de la IA, cada una de ellas con sus propias características. En Sudamérica, países vecinos a Bolivia ya cuentan con sus propias estrategias nacionales con similares características a las de EEUU y China. La Figura 2.5 muestra el estado situacional de las estrategias de IA en el mundo:

FIGURA 2.5: Países del mundo que ya cuentan con estrategias de IA

Countries With a National Strategy on AI, 2022
Source: AI Index, 2022 | Chart: 2023 AI Index Report



Fuente: (Stanford University, 2023, p.285)

Como es posible advertir, en Sudamérica países tales como Argentina, Brasil, Chile y Uruguay ya cuentan con sus estrategias nacionales de Inteligencia Artificial, frente a Bolivia y Paraguay que a la fecha aún no cuentan con las mismas. Por ejemplo, la estrategia nacional de Chile establece 70 acciones prioritarias y 180 iniciativas alrededor de tres ejes que son: Factores habilitantes (desarrollo del talento, infraestructura tecnológica y datos), desarrollo y adopción, y aspectos éticos y legales (Ministerio de Ciencia, Chile, 2020). Siguiendo una línea similar, el Plan Nacional de Inteligencia Artificial de Argentina propone una serie de ejes estratégicos, tales como la formación del talento en IA, la infraestructura y datos, investigación y desarrollo, así como la implementación en los sectores público y privado, y la creación de un laboratorio de IA con la participación de diversos sectores, entre los que destacan la industria, la academia y el gobierno (Argentina, Presidencia de la Nación, 2020).

De acuerdo a esta apreciación, ya existen planes de adopción de la IA en el eje latinoamericano, varios de ellos inclusive con marcados grados de ejecución. En lo referente a Bolivia, llama la atención la ausencia de un plan estratégico asociado a la IA, más aún considerando la urgencia de adoptar acciones que puedan asegurar la competitividad del país en torno a la misma. Si bien existe un retraso en la adopción de una estrategia nacional, probablemente Bolivia podría asimilar las lecciones ya aprendidas en países vecinos de cara a una estrategia más sólida y que realmente pueda asegurar beneficios para toda la sociedad en su conjunto.

Para concluir este apartado, a continuación se exponen las recomendaciones establecidas por el Consejo de IA del OECD, instrumento base para guiar la implantación de la IA de manera ética en responsable en los países del mundo (OECD, 2019):

- **Justicia y valores centrados en el ser humano:** Los desarrolladores de la IA deben respetar los derechos humanos y democráticos, lo cual incluye la

privacidad, protección de los datos, no discriminación e igualdad, dignidad y autonomía. De ese modo, quienes implementen la IA deben hacerlo asociando mecanismos de resguardo, capacidad y determinación de los seres humanos según el contexto.

- **Transparencia:** Los desarrolladores de la IA deben observar aspectos de transparencia en la creación de sistemas inteligentes, dando a conocer a los usuarios sobre su interacción con los mismos y sus posibles resultados y/o consecuencias.
- **Robustez y seguridad:** Los sistemas de IA deben ser robustos en todo su ciclo de vida. Para tal efecto, los desarrolladores de la IA deben asegurar la trazabilidad de los datos de origen, así como los procesos y decisiones tomadas en el desarrollo de los sistemas inteligentes. Asimismo, debe existir un análisis de riesgo responsable en relación a temas tales como la privacidad, seguridad y posibles sesgos.
- **Responsabilidad:** Los desarrolladores de la IA deben ser responsables por el adecuado funcionamiento de los sistemas inteligentes, respetando los principios anteriormente expuestos, el contexto, y también el estado del arte.

Si bien la observancia de estos aspectos implica realizar inversión y tomar en cuenta una variedad de aspectos éticos y legales, hay que tomar en cuenta que en la elaboración de un plan nacional de IA participan varios actores de la academia, el gobierno y también de la sociedad civil. El propósito fundamental está en asegurar que la IA efectivamente beneficie a la sociedad y sea adoptada de manera responsable.

En los próximos apartados se hará énfasis en los aspectos académicos de la adopción de la Inteligencia Artificial, y qué lecciones aprendidas pueden ser asumidas en Bolivia con vías a una implementación responsable y efectiva de sus diversas herramientas.

2.4. INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL ADOPTADAS EN UNIVERSIDADES EXTRANJERAS

En el anterior apartado se expusieron las estrategias de Inteligencia Artificial nacionales de diversos países y también fue posible advertir que en el ámbito latinoamericano existen planes de adopción haciendo referencia a diferentes objetivos. De todo esto se observa que dos elementos recurrentes en estas estrategias de IA son:

- **Investigación:** La Inteligencia Artificial es una ciencia compleja y pese a sus importantes avances de la actualidad, aún existen problemas no resueltos que podrían constituirse casi de inmediato en temas de investigación. Esto es aún más valedero cuando se toman en cuenta las problemáticas locales de cada país. El rol de la Investigación y el Desarrollo (R&D) es crucial en desarrollo de una sociedad y por ese motivo, se constituye en un factor clave para la competitividad (Investopedia, 2023).
- **Educación y enseñanza:** El segundo factor recurrente en todas las estrategias de IA descritas anteriormente es la educación, enseñanza y capacitación del capital humano. Según la estrategia del China's State Council (2017), esto se traduce en la creación de canales para entrenar talentos con especialidad en la IA, así como la formación de expertos a través de la introducción de programas de estudio avanzados en las universidades. Sin embargo, según señalan las estrategias del Ministerio de Ciencia, Chile (2020) y de Argentina, Presidencia de la Nación (2020), se hace énfasis en que la educación en IA debería inclusive trascender a los niveles de formación escolar de tal modo que los educandos ya cuenten con habilidades requeridas para comprender y aprovechar la IA. Se enfatiza también el fomento a los estudiantes en la adopción de carreras asociadas a la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM).

Es importante también mencionar que la enseñanza y la investigación se encuentran muy comunicadas la una con la otra. Esta relación ha sido objeto de varias discusiones de parte de los expertos. Sin embargo, parece existir un consenso en el hecho que mientras más las universidades apuesten por una integración de estos dos eslabones, mejor preparadas estarán para asumir los desafíos de la sociedad moderna. Es así que Brew (2006) propone que los estudiantes universitarios sean involucrados activamente en la actividad científica de la universidad para resolver los desafíos actuales. Considerando los adelantos que está teniendo la Inteligencia Artificial, y el papel que juega en el desarrollo tecnológico de varias economías mundiales, fortalecer los vínculos entre la enseñanza y la investigación alrededor de la IA es sin duda uno de los desafíos más importantes a afrontar en las sociedades modernas.

Ahora bien, en relación al tema de la educación en IA, uno de los documentos más importantes es el Consenso de Beijing y la Educación, donde 50 ministros de gobierno y 100 representantes de estados miembros suscribieron un acuerdo internacional que establece, entre otros varios aspectos (UNESCO, 2019):

- **Planificar políticas educativas en torno a la IA:** Lo cual implica establecer prioridades estratégicas basadas en los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, considerando los desafíos económicos y de innovación.
- **Inteligencia Artificial para la gestión y transmisión de la educación:** Lo cual implica emplear datos en los procesos de planificación de políticas, así como considerar la introducción de la IA para el servicio de diversos actores, por ejemplo los docentes, estudiantes, padres de familia y comunidades.
- **Inteligencia Artificial para empoderar la enseñanza y los docentes:** Lo cual implica preparar al docente para un trabajo efectivo empleando para ello tecnologías basadas en IA.
- **Inteligencia Artificial para la enseñanza y evaluación:** Considerar la aplicación de herramientas de IA para crear soluciones innovadoras en la enseñanza, donde

los beneficios sean mayores a los riesgos. Asimismo, emplear la IA para innovar los procesos de enseñanza, así como el potencial de usarla también para los procesos evaluativos.

- **Desarrollo de habilidades y valores para la vida en la era de la IA:** Siendo conscientes de los cambios que se darán en el ámbito laboral ante la adopción de la IA, preparar a las futuras generaciones en las habilidades necesarias (a nivel de alfabetización literaria y numérica) para desarrollar la IA, adecuando la currícula de los niveles escolar, vocacional y universitario. Esto se hará tomando en cuenta los aspectos éticos y las relaciones con otras disciplinas del conocimiento. Estos aspectos están ligados al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) hacia el 2030.
- **Promover la equidad e inclusión en el uso de la IA en la educación:** Teniendo en cuenta que la equidad e inclusión son aspectos clave de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), se propone también que la IA sea accesible a diversos grupos vulnerables. Esto involucra que la IA pueda asegurar que las oportunidades de aprendizaje sean independientes del país de origen, género, discapacidad o estatus económico.
- **Asegurar el uso ético, transparente y auditable de los datos y los algoritmos de IA:** Teniendo en cuenta que los datos son un factor importante en el uso de la IA, se debe realizar un balance entre la apertura de los mismos y la protección a la privacidad. Asimismo, se deben considerar aspectos de seguridad en la construcción de sistemas inteligentes de tal modo de asegurar la protección de los datos de los docentes y estudiantes.
- **Promover el monitoreo, evaluación e investigación:** Considerando que hay escasez de estudios sistemáticos sobre el impacto de la IA en la educación, se debe hacer énfasis en la investigación considerando experiencias adquiridas en otras naciones.

En este manifiesto, es posible advertir varios aspectos clave, como por ejemplo el uso de tecnologías afines a la IA en el proceso mismo de la enseñanza y

aprendizaje. Hoy en día existen muchas herramientas que pueden brindar asistencia en este proceso, tales como ChatGPT que tiene la capacidad de generar contenidos en base a instrucciones o *prompts*. La integración responsable de este tipo de herramientas en el aula es sin duda uno de los mayores desafíos en la educación moderna, considerando además que la adopción de la IA es de vital importancia en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU. Otro de los factores que destacan en dicho manifiesto es promover el desarrollo de habilidades que puedan promover los avances de la IA. Considerando que esta disciplina es compleja, se requieren una variedad de habilidades para crear aplicaciones que puedan resolver problemáticas reales. De acuerdo a (Verma et al., 2022), existen una variedad de habilidades que son requeridas en los profesionales para que éstos puedan desempeñarse en funciones relacionadas al desarrollo de aplicaciones de IA:

- **Aprendizaje automático (Machine Learning):** Se requieren conocimientos en el uso de los algoritmos que otorgan a los sistemas computacionales las capacidades de aprender en base a datos.
- **Ingeniería:** Considerando las habilidades necesarias para poner en práctica la teoría en la implementación de soluciones efectivas basadas en la IA.
- **Conocimiento del negocio:** Para la implementación adecuada de soluciones de IA, es necesario conocer las necesidades del usuario y cómo éstas pueden aportar de manera efectiva a la competitividad de las empresas.
- **Ciencias computacionales:** Conocimientos en programación de computadoras y resolución eficiente de problemas empleando algoritmos.
- **Matemáticas:** El conocimiento de la matemática de base es esencial para desempeñar puestos relacionados al desarrollo de la IA. Entre los conocimientos matemáticos requeridos están: La estadística, el Álgebra Lineal y también el Cálculo.
- **Ciencia de datos:** La cual provee las habilidades necesarias para el manejo adecuado y aprovechamiento de los datos que son necesarios para entrenar los algoritmos de IA.

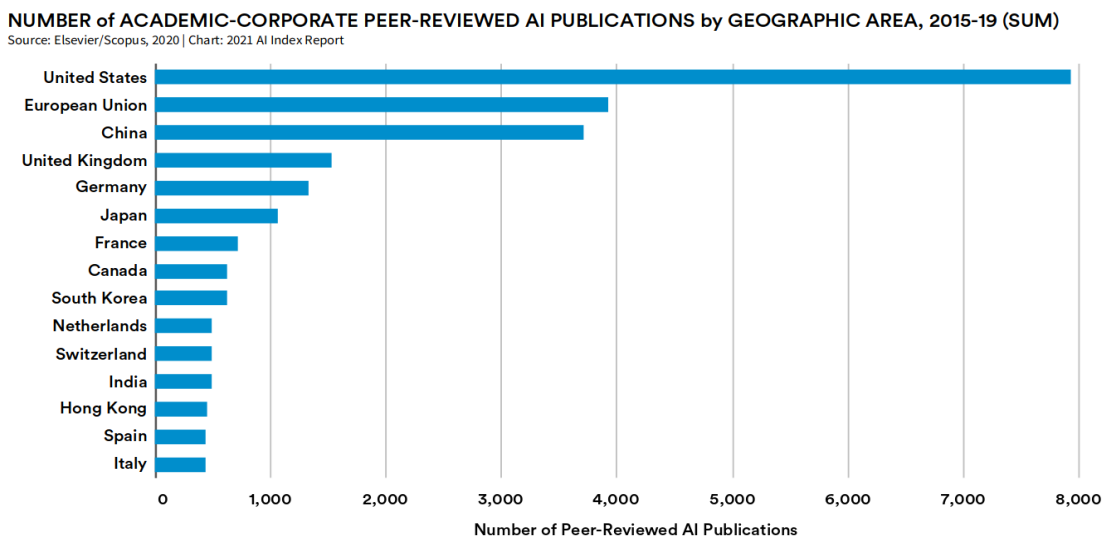
Si bien el estudio de Verma et al. (2022), se ha concentrado en habilidades requeridas en el ámbito laboral, es también válido afirmar que estas mismas capacidades son necesarias en quienes van a desempeñarse en el rubro de la investigación académica ligada a la IA. Todas las áreas del conocimiento tienen igual grado de importancia en el desarrollo de un país, sin embargo es importante considerar que en Bolivia hay una baja representación de estudiantes que eligen carreras relacionadas a la Ciencia y la Tecnología (El Deber, 2023). Si se promoviera el aprendizaje de las matemáticas y la computación desde niveles básicos de la enseñanza, entonces esto le daría al país una mayor competitividad, no solamente en el desarrollo de la IA, sino también en la industrialización eficiente, responsable y ética de los recursos naturales.

Ahora bien, en el contexto mundial, la Universidad de Stanford es uno de los mayores referentes en el desarrollo de la Inteligencia Artificial. Es así que como parte de su programa académico en Ciencias de la Computación, la institución ofrece una mención específica para el estudio de la Inteligencia Artificial, desde sus fundamentos hasta el abordaje de aplicaciones prácticas en el área (Stanford University, 2023b). Esta misma universidad se ha venido caracterizando por el desarrollo de programas de estudio postgraduales relacionados a la IA abiertos a estudiantes de todo el mundo. Al ser un centro del conocimiento ligado a Silicon Valley, muchos de sus graduados terminan trabajando en gigantes tecnológicos tales como Google y Microsoft. Sin embargo, entre otros referentes se tiene también la Universidad Carnegie Mellon (CMU) que ya cuenta con un programa de Licenciatura (Bachelor) en Inteligencia Artificial que brinda a los estudiantes enseñanza y preparación en el desarrollo de aplicaciones inteligentes (Carnegie Mellon University, 2023). Al igual que Stanford, CMU es una de las universidades de mayor trayectoria en Norteamérica en relación a la Inteligencia Artificial y sus graduados tienen amplias perspectivas de desarrollo profesional. En el Reino Unido, la Universidad de Edimburgo cuenta ya con un programa de licenciatura en Inteligencia Artificial, que provee a los estudiantes una preparación competitiva en este rubro (University of

Edinburgh, 2023). Se considera que los programas de pre y postgrado de esta universidad son del mismo prestigio que aquellos ofrecidos en universidades norteamericanas y con las mismas perspectivas de desarrollo profesional para sus graduados. Sin embargo, una característica de los programas universitarios del Reino Unido es que tienden a ser más reducidos en tiempo frente a los programas de EEUU, ya que la expectativa es que los estudiantes ya lleguen con la preparación básica requerida en áreas tales como el Álgebra, el Cálculo y las matemáticas de base, siendo estas bases un requisito de admisión para el pregrado.

Ahora bien, haciendo énfasis en el componente de investigación, es conveniente hacer alusión a los aspectos que habían sido mencionados en el apartado 2.3. sobre adopción de la IA en el mundo, donde se indicó que de acuerdo al índice de IA de Stanford de 2023, China lidera las citas bibliográficas sobre publicaciones relevantes a esta área. Sin embargo en el reporte del 2021 también se hace referencia al número de publicaciones científicas y corporativas sobre IA por región, información que es visible en la Figura 2.6:

FIGURA 2.6: Número de publicaciones académicas y corporativas en IA por región



Fuente: (Zhang et al., 2021, p.23)

Considerando que EEUU concentra una cantidad importante de empresas relacionadas a la tecnología y que ya emplean la IA para diversos propósitos, esta información indica que más allá de aquellas investigaciones realizadas en las universidades, dichas empresas también están aportando al avance científico de la IA. Es así que es común encontrar publicaciones científicas realizadas por empresas tales como Google, Microsoft y OpenAI el actual desarrollador de ChatGPT, con contribuciones muy importantes y que ya tienen aplicaciones reales en la industria.

En el escenario latinoamericano, también existen referentes empresariales que están apostando por la Investigación y Desarrollo más allá del ámbito académico. Entre ellos, es posible destacar:

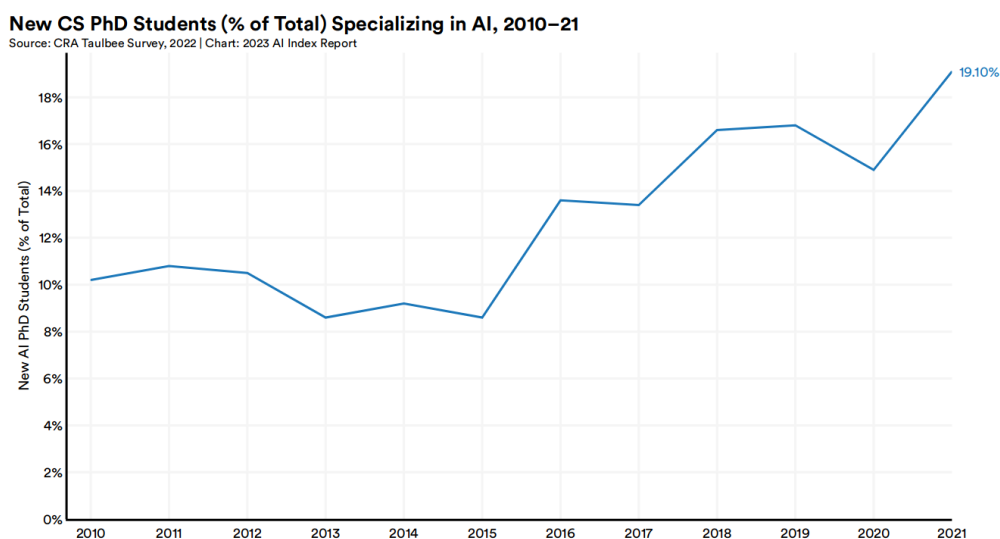
- **Blip:** Empresa basada en Sao Paulo, Brasil que desde 1999 se dedica al desarrollo de una variedad de soluciones tecnológicas (Blip, 2022). Una de sus principales líneas de servicios es el desarrollo de chatbots conversacionales haciendo uso de Inteligencia Artificial.
- **Kiwibot:** Empresa basada en Medellín, Colombia que se dedica a la construcción de robots autónomos para realizar entregas de productos (Kiwibot, 2023). En poco tiempo, este emprendimiento ha logrado tal grado de éxito que le ha permitido expandir sus servicios a los EEUU.
- **Cyberlabs:** Empresa basada en Río de Janeiro, Brasil que desde 2017 se dedica al desarrollo de soluciones tecnológicas relacionadas a la IA (CyberLabs, 2023). Entre las principales tecnologías que desarrollan, se tienen soluciones de Seguridad Informática basadas en Inteligencia Artificial.
- **Tryolabs:** Empresa basada en Montevideo, Uruguay cuyo enfoque principal es el desarrollo de soluciones de IA (Tryolabs, 2023). Los servicios que ofrecen se orientan a una variedad de industrias locales y extranjeras.

Asimismo, también es destacable la conformación del Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA) de Chile que se constituye en una iniciativa privada

para impulsar la investigación y el desarrollo de la Inteligencia Artificial en Chile y en Latinoamérica (CENIA, 2023). Actualmente CENIA cuenta con convenios suscritos con diversas universidades chilenas, empresas locales y también una variedad de publicaciones realizadas en torno a la IA.

Para cerrar este acápite, es importante también hacer referencia al hecho de que una buena parte de la investigación en universidades de talla internacional se realiza en programas de formación avanzada (Maestría y Doctorado). En la Figura 2.7 se muestra la tendencia de la cantidad de estudiantes de Doctorado en Norteamérica que eligen especializarse en IA:

FIGURA 2.7: Porcentaje de doctorantes que se especializan en IA (Norteamérica)



Fuente: (Stanford University, 2023a, p.244)

Como es posible advertir, en el ámbito norteamericano el número de estudiantes de doctorado que deciden especializarse en IA ha ido en franco ascenso desde el 2015. Teniendo en cuenta que este tipo de programas están abiertos a estudiantes de todo el mundo, un eje importante de una estrategia nacional de potenciamiento de la IA en Bolivia será el apostar por programas de becas e intercambios para estudiantes bolivianos, así como la generación de nexos y convenios de parte de las

universidades bolivianas para que sus docentes y estudiantes puedan seguir estudios superiores en países donde se están realizando desarrollos importantes en torno a la IA. Un aspecto importante para asegurar la eficacia de esta estrategia será asegurar que los talentos formados en el extranjero retornen a Bolivia para replicar sus conocimientos y experiencias aprendidas en vías de resolver diversas problemáticas locales.

2.5. ESTADO SITUACIONAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL CONTEXTO BOLIVIANO

Como fue expuesto en anteriores apartados, muchos países en el mundo entero ya adoptaron estrategias de Inteligencia Artificial orientadas al cumplimiento de objetivos nacionales. En el ámbito latinoamericano, se hizo referencia al caso de Chile y Argentina con estrategias bien definidas. En esa misma línea, países tales como Brasil y Colombia inclusive ya tienen industrias conformadas en el desarrollo de la IA.

En el contexto boliviano, aún no se dispone de una estrategia nacional de adopción de la IA. Asimismo, las universidades bolivianas no cuentan con laboratorios orientados a la investigación relacionada a esta disciplina. Pese a estas limitaciones, algunas universidades ya están apostando por la incorporación de programas a nivel de pre y postgrado relacionados a la IA. Entre ellos es posible mencionar:

- **Universidad Autónoma Gabriel René Moreno:** Desde 2021, ha venido desarrollando el programa de Maestría en Ciencia de Datos y Big Data (UAGRM, 2021). Este programa postgradual es llevado adelante por docentes nacionales y extranjeros con enfoque en diversas áreas de la Ciencia de Datos, la Inteligencia Artificial y el Big Data.
- **Universidad Mayor de San Andrés:** La UMSA recientemente incorporó una mención específica en Inteligencia Artificial como parte de su plan de estudios de la carrera de Informática (UMSA, 2023a). En esta nueva mención existen

asignaturas relacionadas al Aprendizaje Automático, Deep Learning y Visión Artificial.

Es también importante mencionar que en varias otras universidades públicas y privadas, se cuenta con programas a nivel de Diplomado en áreas tales como la Ciencia de Datos y el Machine Learning, así como otras tecnologías emergentes. También es conveniente mencionar que la asignatura de Inteligencia Artificial forma parte de muchos programas académicos universitarios en Bolivia. Por ejemplo en la UTEPSA, el estudio de la Inteligencia Artificial y otras áreas relacionadas forma parte del Plan de Estudios oficial de la carrera de Ingeniería de Sistemas (UTEPSA, 2023). En relación a programas de Doctorado, aún no se cuenta con alternativas de estudio de estas características en Bolivia, ya que en general la investigación relacionada a temas de Informática es escasa.

En el ciclo escolar, la enseñanza de la Robótica y las Tecnologías de Información es un mandato establecido por el Ministerio de Educación boliviano y fue recientemente incorporado a la malla curricular (Ministerio de Educación, Bolivia, 2023). En esta actualización, se espera que los niños puedan familiarizarse con el uso de diversas tecnologías de Internet desde el Tercer Curso de Primaria Vocacional y en temas tales como la Robótica y la Electrónica a partir del Cuarto de Primaria. Si bien estas iniciativas buscan impulsar el desarrollo científico y tecnológico en la escolaridad, existen importantes desafíos para su adopción debido a las limitaciones de recursos que se tienen en las escuelas públicas y también a la preparación de los docentes.

En conclusión, Bolivia aún tiene un camino largo a seguir en la adopción de la IA frente a otros países de la región. De esa manera, la adopción de una estrategia nacional de IA en el país debe hacer énfasis en aspectos clave, tales como la enseñanza, la investigación y la adopción responsable de la IA en la sociedad.

CAPÍTULO TERCERO

METODOLOGÍA

CAPÍTULO TERCERO

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo, se adoptó un enfoque cualitativo, con las siguientes características:

- Contextualización de los avances de la Inteligencia Artificial en los países con mayor desarrollo tecnológico y cómo las experiencias recogidas en ellos pueden ser aplicadas a la resolución de las problemáticas del ámbito boliviano.
- Amplitud: Si bien el enfoque del presente trabajo de investigación es en las áreas de enseñanza e investigación académica en torno a la IA, estos aspectos también se podrían anexar como parte de una estrategia integral de adopción de la IA en Bolivia.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se enmarca en los siguientes tipos:

- **Documental:** Se hace referencia a documentación disponible en relación a enseñanza e investigación sobre IA en diversos países, así como sus estrategias de adopción.

- **Descriptiva:** Se hace énfasis en las características de los países que ya cuentan con una amplia tradición en el desarrollo de la IA, así como de las acciones que están adoptando en relación a esta disciplina para analizar su aplicabilidad en el ámbito boliviano.
- **Explicativa:** Tomando como base la ausencia de una estrategia nacional de IA en Bolivia orientada a la enseñanza e investigación, analizar las limitaciones en el desarrollo de esta disciplina en el país.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación adoptado para el presente trabajo es eminentemente documental y no experimental, ya que se hace uso de fuentes bibliográficas, artículos científicos y documentos de la web para abordar los objetivos planteados.

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación adoptado para el presente trabajo es el inductivo. En la literatura consultada, es posible advertir un patrón en el que los países con mayor éxito y representación en el ámbito de la Inteligencia Artificial han adoptado estrategias bien definidas en enseñanza e investigación, así como otros factores importantes. De ese modo, se considera que la adopción de estas mismas estrategias o similares en países en vías de desarrollo como Bolivia, conllevarán a una adopción efectiva, responsable y ética de la IA, y por ende a un mayor desarrollo tecnológico.

Asimismo, es de carácter inductivo el análisis de tres planes de estudio de universidades bolivianas representativas, así como sus aportes de investigación como punto de referencia para conocer la situación el contexto nacional en relación a la enseñanza e investigación de la IA.

3.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Como técnica principal, se ha recurrido a la investigación bibliográfica empleando las siguientes fuentes:

- **Artículos científicos:** En la mayoría de los casos, se hace referencia a artículos publicados con una antigüedad no mayor a los cinco años, ya que éstos recogen información relevante y actualizada en relación a la IA.
- **Libros:** Esta documentación está principalmente alineada a posiciones de expertos sobre aspectos tales como la vinculación de la enseñanza con la investigación en el ámbito académico, así como aspectos conceptuales relacionados a la innovación, educación y estrategias de IA.
- **Sitios web institucionales y documentos oficiales:** A fin de recoger información sobre planes de estudio de universidades, estrategias, servicios ofrecidos por empresas y otros datos de relevancia para la presente investigación.

CAPÍTULO CUARTO

PROPUESTA

CAPÍTULO CUARTO

PROPUESTA

4.1. DESARROLLO DEL PRIMER OBJETIVO

El primer objetivo específico planteado para el presente trabajo es:

Identificar las debilidades actuales en los programas de estudio e investigación de tres universidades bolivianas para establecer los factores del sistema universitario nacional que inciden en un limitado desarrollo de la IA.

Debido a su representatividad en el país y para el abordaje de este objetivo, se han analizado los programas de estudio de las carreras de Ingeniería de Sistemas y Licenciatura en Informática de las siguientes universidades:

- **Universidad Mayor de San Andrés:** Actualmente la institución ya cuenta con una mención en el área de Inteligencia Artificial como parte de la carrera de Informática a nivel pregrado (UMSA, 2023a).
- **Universidad Católica Boliviana:** Consta de un programa de licenciatura en el área de Ingeniería de Sistemas, en el cual se tiene una asignatura relacionada a la Inteligencia Artificial (Universidad Católica Boliviana, 2023).
- **Escuela Militar de Ingeniería:** Actualmente cuenta con un plan de estudios para la carrera de Ingeniería de Sistemas, en el cual se tienen dos asignaturas relacionadas al área de la Inteligencia Artificial (Escuela Militar de Ingeniería, 2023).

Como parte del presente análisis, se han considerado los siguientes aspectos que se detallan en la Tabla 4.1:

- Relaciones de la asignatura de Inteligencia Artificial o similares con otras asignaturas del programa académico.
- Relevancia del plan de estudios a los recientes avances tecnológicos de la Inteligencia Artificial.

Asimismo, se ha considerado en el análisis si las instituciones anteriormente mencionadas cuentan con centros de investigación en áreas relacionadas a la IA con publicaciones en el área. Finalmente, también se ha realizado un análisis del número de trabajos de grado que están relacionados a la IA entre las gestiones 2020 y 2023.

TABLA 4.1: Análisis de programas de IA en universidades

Universidad	Descripción del plan de estudio en torno a la IA	Disponibilidad de Centros de Investigación
Universidad Mayor de San Andrés	El plan de estudios tuvo una actualización reciente en la que se agregó una nueva mención orientada a la Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial (UMSA, 2023a). En esta nueva propuesta curricular se incluyen asignaturas relevantes a la IA moderna, tales como el Aprendizaje Automático, la Visión Artificial y el Deep Learning. Por ejemplo, la asignatura de Deep Learning tiene relación horizontal con Minería de Datos, y vertical con Procesamiento del lenguaje natural y Análisis de Datos (Ver Anexo A).	Se cuenta con el Instituto de Investigaciones en Informática que se dedica a realizar labores científicas relacionadas a la computación y la tecnología (UMSA, 2023b). Si bien el Instituto ya cuenta con cierta tradición de investigaciones realizadas, no es posible apreciar trabajos publicados sobre IA en el sitio oficial.
Universidad Católica Boliviana	El plan de estudios de la carrera de Ingeniería de Sistemas incluye oficialmente la asignatura de Sistemas Inteligentes (Universidad Católica Boliviana, 2023). Esta asignatura tiene carácter profesionalizante y se relaciona horizontalmente con Estructuras de Datos y verticalmente con Arquitectura del Software.	La UCB cuenta con los siguientes centros de investigación relacionados de manera directa o indirecta a la IA (UCB, 2023): <ul style="list-style-type: none"> • Centro de Investigación Desarrollo e Innovación

	Desarrolla los aspectos básicos de la Inteligencia Artificial y también de algunas tecnologías modernas del rubro (Ver Anexo B).	<p>en Mecatrónica (CIDIMEC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centro de Investigación de Ciencias Exactas e Ingenierías (CICEI) <p>Sin embargo, en el sitio oficial de CICEI, no se encontraron publicaciones relacionadas al área de la IA o similares.</p>
Escuela Militar de Ingeniería	El plan de estudios de la Escuela Militar de Ingeniería incluye las asignaturas de Inteligencia Artificial I y II (Ver Anexo C). Estas asignaturas son transversales a una gran parte del plan de estudios, teniendo relación con varias materias exactas y tributando las competencias necesarias para asignaturas más avanzadas, y además consideran varias temáticas relevantes a la Inteligencia Artificial moderna, tales como las redes neuronales (Escuela Militar de Ingeniería, 2023).	Si bien se tienen centros de investigación para diversos ámbitos de la Ingeniería, no se cuenta con un centro dedicado a temas de Informática y Ciencias de la Computación.

Fuente: Elaboración propia con las fuentes mencionadas

A continuación se presentan algunos datos acerca de trabajos de grado relacionados al área de Inteligencia Artificial que fueron realizados en las instituciones anteriormente mencionadas, para cuyo efecto se realizó una búsqueda de este material en las bibliotecas especializadas de dichas instituciones:

- En la carrera de Informática de la UMSA, un total de 9 trabajos de grado estuvieron relacionados al área de Inteligencia Artificial, de un total de 103 publicados entre el 2020 y 2023. En algunos casos, para dichos proyectos se hizo uso de tecnologías avanzadas relacionadas a las redes neuronales.
- En la carrera de Ingeniería de Sistemas de la UCB (considerando todas sus sedes académicas), un total de 11 trabajos de grado estuvieron relacionados al ámbito de la Inteligencia Artificial, de un total de 130 entre el 2020 y 2023.

- En la carrera de Ingeniería de Sistemas de la EMI (Sede Cochabamba), un sólo proyecto de un total de 10 estuvo relacionado al área de Inteligencia Artificial en la gestión académica I-2023 (Ver Anexo D).

En base a los datos anteriormente analizados es posible concluir lo siguiente:

- Existen iniciativas de modernizar los contenidos programáticos de las áreas de Informática e Ingeniería de Sistemas en torno a la IA. Sin embargo, también es posible advertir que en las tres universidades analizadas no se cuenta con publicaciones relacionadas a esta área o relacionadas. Esto implica que los contenidos impartidos en las asignaturas de Inteligencia Artificial se limitan al abordaje de tecnologías ya existentes y no existe un nexo con la realización de proyectos de investigación propios que resuelvan problemáticas nacionales.
- Por otra parte, es posible afirmar en base a los datos encontrados, que aproximadamente un 10% de los trabajos de grado se orientan al rubro de la IA, donde una mayor parte de los estudiantes prefiere encarar proyectos sobre áreas tradicionales, tales como la creación de aplicaciones web y sistemas de información.

Una mayor apuesta por la investigación en IA de parte de las universidades sería sin duda un factor determinante en que exista mayor relevancia de los contenidos, y también en que los estudiantes tengan mayor interés en realizar trabajos de grado sobre esta área.

4.2. DESARROLLO DEL SEGUNDO OBJETIVO

El segundo objetivo específico planteado para el presente trabajo es:

Identificar el papel que juega la Inteligencia Artificial en el desarrollo tecnológico de países que ya cuentan con mayor trayectoria y experiencia en investigación sobre IA.

Si bien ya se realizó un abordaje exhaustivo de los avances realizados en países con mayor experiencia en el desarrollo de la IA en los apartados 2.1., 2.3. y 2.4., en este acápite se hará un resumen de los aspectos más importantes, y también se ponderará el papel de la IA más allá de las fronteras de Bolivia.

En la siguiente tabla se destacan una variedad de avances en torno a la IA que están teniendo lugar en países con larga tradición en investigación sobre IA:

TABLA 4.2: Aplicaciones de IA en áreas estratégicas

Área	Aplicaciones
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Una de las principales aplicaciones es el diagnóstico a partir de imágenes médicas que pueden ser usadas para entrenar sistemas de IA (Hainc et al., 2017). Las capacidades de la IA pueden acelerar el diagnóstico de diversas enfermedades, coadyuvando a los médicos especialistas en realizar un trabajo más eficiente. • Asimismo, otra de las aplicaciones de la IA en la medicina es el análisis de electrocardiogramas (Nuffield Council on Bioethics, 2023), que consiste en emplear sistemas inteligentes para detectar patrones específicos en señales electrocardiográficas. • Cirugía asistida por robots: A través de robots entrenados a través de algoritmos avanzados, es posible simular y ejecutar operaciones quirúrgicas complejas (Bourdillon et al., 2023). Esta se constituye en una de las áreas más prometedoras en cuanto a investigación de Inteligencia Artificial. • Sistemas de diagnóstico: A través de chatbots inteligentes es posible prestar asistencia a los pacientes en el diagnóstico previo de determinadas enfermedades (Athota et al., 2020). • Investigación: A partir de sistemas inteligentes es posible explorar grandes volúmenes de datos para asistir en la investigación sobre enfermedades y medicamentos (Nuffield Council on Bioethics, 2023).
Educación	<p>Según Zawacki-Richter et al. (2019) de Alemania, en el ámbito de educación superior la Inteligencia Artificial es empleada para las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predicciones del perfil estudiantil: Lo cual otorga la posibilidad de determinar si un estudiante podría llegar a abandonar el curso. Asimismo, diversos algoritmos de <i>Machine Learning</i> pueden usarse para identificar a los mejores candidatos a un programa de estudios determinado. Por otra parte, estas tecnologías son relevantes en la toma de decisiones de programación y definición de horarios.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas inteligentes de tutoría: En este ámbito, se tienen sistemas inteligentes capaces de recomendar al estudiante material de preparación en base a sus necesidades, en la forma de chatbots y agentes conversacionales. Asimismo, se cuenta con sistemas que identifican limitantes en los conocimientos de los estudiantes de tal modo de proveer materiales personalizados para trabajar en las mismas. Desde el punto de vista del docente, se tienen sistemas inteligentes para la identificación de estilos de aprendizaje de diferentes estudiantes para realizar ajustes en el contenido de acuerdo a las necesidades de los mismos. • Evaluación: En este contexto, se cuenta con sistemas para la calificación automática de trabajos escritos. Esta tecnología también se extiende a la evaluación automática de ejercicios matemáticos resueltos por los estudiantes (M. Zhang et al., 2022). Asimismo, se tienen tecnologías inteligentes para la retroalimentación del desempeño estudiantil, el aseguramiento de la integridad a través de verificación del plagio y la evaluación del desempeño del docente. <p>En el ámbito escolar, CoSN (2023) destaca el uso de sistemas inteligentes de recomendación que orientan a los estudiantes en su aprendizaje dependiendo de su desempeño individual, así como en la retroalimentación de las actividades que realizan en clase.</p>
Otros	<p>La Inteligencia Artificial está siendo empleada en varios otros contextos, entre los que conviene mencionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robótica industrial: Algunas de las innovaciones más relevantes en este ámbito, consiste en el desarrollo de robots capaces de realizar tareas autónomas (Proto Labs, 2023). Entre estas alternativas, se destacan los brazos robóticos, los robots biónicos, los robots bio-inspirados y también el control robótico de plantaciones en el ámbito de la agricultura. • Sistemas de visión computacional: En este contexto, ingresan los sistemas inteligentes con la capacidad de interpretar imágenes. Gracias a los recientes avances en el Deep Learning, ahora se dispone de modelos muy potentes para clasificar imágenes, localización de objetos en tiempo real y aplicaciones avanzadas (Chai et al., 2021). También se dispone de una variedad de modelos para la generación de imágenes y multimedios en base a instrucciones provistas por el usuario, tales como DALL-E (Ramesh et al., 2021). • Sistemas de conducción autónoma: En este ámbito, el desarrollo de vehículos autodirigidos sin necesidad de la intervención del conductor humano. Si bien la tecnología ha mejorado notablemente, aún existen varios desafíos para hacer que la conducción autónoma sea completamente segura para los usuarios (Yurtsever et al., 2020). • Otra de las áreas con importantes desarrollos le corresponde a los asistentes inteligentes. En este ámbito, se tienen tecnologías tales como Alexa, Cortana y Google Assistant. Muchas de estas aplicaciones son de amplio uso comercial en todo el mundo y tienen importantes perspectivas de desarrollo en próximos años (Islas-Cota et al., 2022).

Fuente: Elaboración propia con las fuentes mencionadas

Además de los aspectos aquí mencionados, en apartados anteriores también se ponderaron los avances que ya se están teniendo en países del ámbito latinoamericano, así como sus estrategias publicadas y aspectos éticos. Como es posible advertir, la IA tiene una variedad de aplicaciones relevantes a varios sectores de la sociedad, siendo su adopción ética y responsable otro factor importante a considerar.

4.3. DESARROLLO DEL TERCER OBJETIVO

El tercer objetivo específico planteado para el presente trabajo es:

Describir acciones en el ámbito de enseñanza de educación superior universitaria e investigación que pueden llevar a un mejor posicionamiento de Bolivia en el desarrollo de tecnologías afines a la Inteligencia Artificial.

Hasta el momento se han ponderado los avances de la Inteligencia Artificial que se están teniendo más allá de las fronteras de Bolivia, así como en la implantación de estrategias nacionales en diversas regiones, donde es posible apreciar que países tales como China y EEUU ya cuentan con planes bien estructurados y en ejecución.

En el ámbito boliviano, la adopción de la IA no forma parte de una estrategia nacional que involucre a diversos actores de la sociedad. De esa manera, a continuación se plantean los siguientes pilares para asegurar una mayor intervención de Bolivia en el desarrollo de la IA con énfasis en los temas de enseñanza e investigación:

1. **Definición de una estrategia nacional de IA:** Tomando como ejemplo las acciones adoptadas en países vecinos, se busca hacer énfasis en la adopción de la IA con la posibilidad de realizar desarrollos tecnológicos relacionados a esta área que beneficien a la sociedad boliviana en sus diversos niveles.

2. **Fortalecimiento de la investigación en IA:** Como fue posible advertir en las estrategias de IA de China, EEUU y otros países, la investigación es un factor clave para fomentar el desarrollo tecnológico en el ámbito de la IA. En ese sentido, la investigación en esta área debe constituirse en un aspecto imprescindible en las universidades bolivianas.
3. **Fortalecimiento de la educación superior universitaria en IA:** Las universidades bolivianas deben apostar por la creación de programas a nivel pregrado y postgrado que estén relacionadas a la IA. Esto será posible una vez que el eje de fortalecimiento en investigación tenga sus frutos, ya que permitirá nutrir los contenidos temáticos de los programas académicos con investigaciones realizadas en las mismas universidades.
4. **Movilidad docente-estudiantil y creación de lazos internacionales:** Hay que tener en cuenta que varios de los desarrollos de la IA se están dando en países con mayor experiencia en este ámbito. En este sentido, fortalecer programas de intercambio, becas académicas y también invitar a expertos a dictar asignaturas en Bolivia será un factor clave para compartir experiencias que puedan potenciar los desarrollos de IA llevados adelante en el país.
5. **Fortalecimiento de la educación escolar con enfoque en la IA:** Si bien el presente trabajo se enfoca en acciones para la educación superior universitaria, hay que considerar que ésta es una continuación de la formación escolar y por ello será importante apostar por un fortalecimiento en diversas áreas de dicha formación.
6. **Potenciamiento del ecosistema emprendedor:** La industria es uno de los principales destinatarios de los avances científicos que tienen lugar en la academia. Por ello, es importante que existan nexos entre las universidades y la industria con vías a que las investigaciones sobre IA puedan ser aplicadas en la resolución de problemáticas reales del ámbito empresarial.
7. **Observancia a los aspectos éticos y legales:** La IA se debe adoptar de manera ética, responsable y legal. Por este motivo, la creación de normativas que

aseguren un adecuado uso de la IA será de vital importancia para asegurar su uso adecuado y relevancia para el abordaje de las problemáticas del país.

En la Tabla 4.3 se enuncian cada uno de los ejes anteriores con sus correspondientes acciones propuestas y también los actores involucrados:

TABLA 4.3: Ejes estratégicos para el desarrollo de la IA en Bolivia

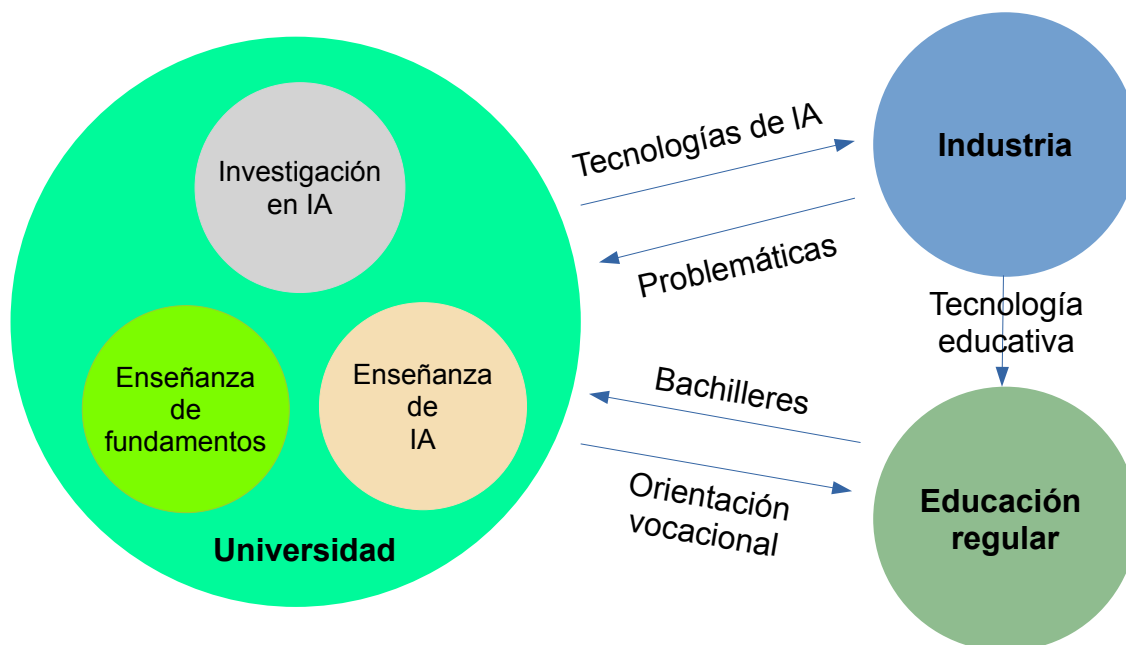
Eje estratégico	Acciones propuestas	Actores
Definición de una estrategia nacional de IA	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de estrategias adoptadas en países con realidades similares a Bolivia. • Definición de principales objetivos de la estrategia nacional. • Identificación de actores clave del ámbito académico, la industria y la sociedad. • Desarrollo de la estrategia nacional. • Socialización del plan. • Publicación de la estrategia nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno • Ministerio de Educación • Universidades • Sociedad civil • Representantes de la industria.
Fortalecimiento de la investigación en IA	<ul style="list-style-type: none"> • Relevamiento de problemáticas actuales que pueden ser resueltas a través de la IA. • Creación de laboratorios de investigación de IA en las universidades. • Creación de centros de investigación privados. • Creación de laboratorios de robótica y fomento a la creatividad en las escuelas. • Contratación de investigadores a dedicación exclusiva en las universidades. • Invitación a expertos investigadores de universidades extranjeras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Universidades • Escuelas públicas y privadas • Entidades reguladoras: Ministerio de Educación y CEUB.
Fortalecimiento de la educación superior universitaria en IA	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación y/o adecuación de programas para las asignaturas de Inteligencia Artificial en las universidades. • Creación de programas de pre y postgrado relacionados a la IA. • Adopción responsable de herramientas de IA para la enseñanza. • Integración de la investigación académica sobre IA en los programas de pre y postgrado a nivel universitario. • Establecimiento de normas orientadas al uso adecuado y responsable de tecnologías relacionadas a la IA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entidades reguladoras: Ministerio de Educación y CEUB. • Universidades del país.
Movilidad docente-estudiantil y	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de convenios de investigación entre universidades nacionales y extranjeras para la realización de investigaciones conjuntas y desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Entidades reguladoras: Ministerio de

creación de lazos internacionales	<p>de programas académicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Invitar a expertos internacionales con experiencia en IA. • Realización de ponencias internacionales. • Participación de docentes y estudiantes en conferencias científicas de alcance internacional. • Creación y fortalecimiento de programas de becas para estudiantes sobresalientes, así como personal docente y administrativo para áreas relacionadas a la IA. 	<p>Educación y CEUB.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Universidades del país.
Fortalecimiento de la educación escolar con enfoque en la IA	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento del enfoque educativo en las ciencias exactas, tecnología y otras áreas relacionadas a la IA. • Motivación a los estudiantes en la realización de carreras universitarias relacionadas a las Ciencias de la Computación. • Fomento a la realización de competencias de robótica y programación. • Fortalecimiento de las áreas relacionadas a la creatividad y resolución de problemas. • Adopción responsable y ética de herramientas tecnológicas de la IA para la educación. • Participación en pruebas internacionales para evaluar el desempeño general de la formación escolar de los bachilleres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Educación. • Sistema educativo escolar del país. • Universidades bolivianas.
Potenciamiento del ecosistema emprendedor	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de una ley de emprendimientos para aliviar las cargas impositivas, sociales y trámites de las iniciativas de negocio relacionadas a IA y otras tecnologías emergentes. • Integración de la industria con la investigación académica en relación a la IA. • Desarrollo de programas de pasantía y prácticas profesionales para estudiantes universitarios interesados en aplicar sus conocimientos y habilidades en la IA. • Creación de fondos de financiamiento para incentivar la industria de la IA. • Creación de incubadoras para emprendimientos relacionados a la IA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sociedad civil • Federaciones de empresarios privados. • Ministerios del rubro productivo. • Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. • Universidades. • Inversionistas.
Observancia a los aspectos éticos y legales	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de una normativa nacional para regular el uso de tecnologías de la IA en el ámbito educativo del país, contemplando aspectos tales como la privacidad, transparencia de los algoritmos y observancia a las normas locales. • Creación de un comité para asegurar el cumplimiento a los lineamientos del OECD sobre la adopción de la IA. • Creación de un comité de control y seguimiento para asegurar el cumplimiento de los objetivos de la estrategia nacional de IA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno nacional. • Todos los involucrados en el ámbito gubernamental, la academia, industria y sociedad civil.

Fuente: Elaboración propia

Como es posible apreciar, las acciones adoptadas en un sector tienen incidencia en otros. En relación a la enseñanza e investigación académica, se establecen las interacciones propuestas entre la universidad y otros actores en la Figura 4.1:

FIGURA 4.1: Interacción entre actores de enseñanza e investigación universitaria



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico aquí presentado, la universidad boliviana realiza actividades de desarrollo científico orientadas a la IA para nutrir los programas de pre y postgrado que llevan adelante, incluyendo como parte de sus planes de enseñanza las experiencias aprendidas en sus procesos de investigación. La enseñanza realizada en las mismas debe enfocarse en el desarrollo de los fundamentos de la IA, donde resaltan: Las ciencias exactas, la informática y la programación, para luego incorporar asignaturas que estén estrechamente ligadas al abordaje de disciplinas afines a la IA, tales como el *Machine Learning* y el *Deep Learning*. Las universidades, también responderán a las problemáticas y necesidades de la industria ofreciendo profesionales capacitados en la IA que puedan coadyuvar en el

potenciamiento del sector productivo y la creación de nuevos emprendimientos basados en la IA. En el ámbito de la educación regular (Primaria y Secundaria), se trabaja en fortalecer las competencias de los bachilleres de tal modo que éstos estén preparados para seguir carreras universitarias relacionadas a la IA. A fin de motivar a los bachilleres a elegir estas carreras, la universidad coadyuvará en labores de orientación vocacional y dinámicas para potenciar el interés en las ciencias exactas, la computación y la ingeniería. Finalmente, una vez que la industria de la IA esté más desarrollada en Bolivia, ésta podría constituirse también en un actor clave para el desarrollo de soluciones tecnológicas que estén orientadas a la educación regular en observancia a las normativas del país.

Todos los actores anteriormente mencionados juegan un papel importante en asegurar el desarrollo de la IA, así como su aprovechamiento adecuado en Bolivia. Para que este complejo sistema pueda funcionar adecuadamente, es de vital importancia la intervención del Estado a través de la definición de una estrategia de IA que asegure la participación efectiva de todos los actores involucrados, así como la definición de lineamientos que guíen las interacciones aquí descritas.

En resumen, es posible advertir que la adopción de acciones para fortalecer la enseñanza y la investigación académica involucra a varios actores, donde también se destaca la presencia del ecosistema emprendedor y las empresas con iniciativas de adopción de la IA en el contexto nacional. Algunas de las acciones realizadas por los involucrados mencionados anteriormente son las siguientes:

- **Gobierno y entidades públicas:** Se encargarán de realizar la elaboración de normativas, adecuar las existentes y también promover la adopción de la IA en diversas esferas de la sociedad boliviana. Asimismo, organismos tales como el Ministerio de Educación tienen la responsabilidad de adoptar políticas para el fortalecimiento de la formación a nivel escolar en torno a áreas de la IA, así como para el sistema de universidades privadas del país. De parte del gobierno

nacional, corresponde desarrollar una estrategia de adopción de la IA que integre a los involucrados más importantes de la sociedad.

- **Universidades:** Tanto las universidades del ámbito público como privado tienen la responsabilidad de asumir acciones tales como la creación de centros de investigación orientados a la IA y el fortalecimiento de sus programas académicos en este contexto. Toda iniciativa llevada adelante exitosamente por parte de la academia favorecerá del desarrollo tecnológico del país, no solamente en torno al desarrollo de la IA, sino también de otras tecnologías emergentes.
- **Representantes de la industria:** La investigación académica sobre Inteligencia Artificial debe aplicarse a la resolución de problemas reales en la industria. Por este motivo, también es de particular importancia el potenciamiento del sector empresarial y los nuevos emprendimientos que estén relacionados a la IA. Asimismo, los interesados en la industria jugarán un papel importante en la definición de normativas y la coordinación cercana con las universidades para acoger a los profesionales especializados en la IA.
- **Escuelas:** Jugarán un papel importante en asegurar que los estudiantes cuenten con las habilidades requeridas para realizar carreras universitarias afines a la IA, tales como la Informática y la Ingeniería. Asimismo, a este nivel se dotará a los bachilleres de los conocimientos necesarios para desarrollar y también emplear tecnologías de la IA de manera responsable y ética.

Los puntos anteriormente mencionados podrían constituirse en parte importante de una estrategia nacional de IA a ser desarrollada en Bolivia, con enfoque en los aspectos que conciernen de manera directa o indirecta a la educación superior universitaria. De una adopción responsable de la IA y el adecuado aprovechamiento de las oportunidades que ésta involucra, podría depender el desarrollo tecnológico de Bolivia y un grado de éxito que ya es visible en otros países que ya cuentan con estrategias orientadas a sus realidades nacionales.

CAPÍTULO QUINTO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO QUINTO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Objetivo específico 1:

Identificar las debilidades actuales en los programas de estudio e investigación de tres universidades bolivianas para establecer los factores del sistema universitario nacional que inciden en un limitado desarrollo de la IA.

Se realizó un análisis de los programas de estudio de Informática e Ingeniería de Sistemas de tres universidades representativas, así como su producción intelectual en el área, relacionada a sus centros de investigación y número de trabajos de grado relacionados a la IA. De esto se pudo concluir que si bien existen intentos de modernizar las mallas curriculares de tal manera de hacer énfasis en la IA, existe poca o nula investigación en esta área. Si no se tienen investigaciones de impacto en el área de la IA, entonces es limitado el aporte científico que pueda coadyuvar en el desarrollo del país en dicha área.

Objetivo específico 2:

Identificar el papel que juega la Inteligencia Artificial en el desarrollo tecnológico de países que ya cuentan con mayor trayectoria y experiencia en investigación sobre IA

Se identificaron una variedad de estrategias relacionadas a la IA que ya contribuyen al desarrollo de países con una mayor tradición en la adopción de este tipo de tecnologías. De esta manera, es posible destacar: El desarrollo de tecnologías de IA

que contribuyen al diagnóstico médico y el fortalecimiento del sector de salud, el uso de tecnologías que IA para innovar la educación en los niveles de escolaridad y educación superior, y también los avances de la robótica en la automatización de procesos en la industria. Una amplia variedad de productos y servicios de IA provienen de economías con mayor desarrollo que la boliviana, dejando al país rezagado y en el plano de un consumidor de las mismas. Por otra parte, es importante ponderar los avances significativos que se están teniendo en cuanto a la investigación relacionada a la IA en países tales como EEUU y China, pioneros en la creación de estrategias nacionales que involucran a diversos actores de la sociedad.

Objetivo específico 3:

Describir acciones en el ámbito de enseñanza de educación superior universitaria e investigación que pueden llevar a un mejor posicionamiento de Bolivia en el desarrollo de tecnologías afines a la Inteligencia Artificial.

Se identifica como principal acción la creación de una estrategia nacional de IA para Bolivia. En la creación de esta estrategia deben participar todos los actores más importantes de la sociedad, tales como el sector educativo, la industria y la sociedad civil, y además debe existir observancia a las regulaciones del país y también los aspectos éticos. Sin embargo, acciones más específicas tales como el fortalecimiento de la investigación y también la creación de programas académicos orientados a la IA, conciernen a las universidades del país. Para asegurar la eficacia de las acciones que están ligadas a la educación superior universitaria, es importante que la formación de los bachilleres sea orientada a las disciplinas de la IA, y es ahí donde la educación regular juega un papel importante. Finalmente, la industria es otro de los actores más destacables, y las acciones más importantes para este sector se orientarán a que las investigaciones científicas de las universidades puedan responder a problemáticas de la industria, así como el fomento a la creación de nuevos emprendimientos orientados a la IA.

5.2. RECOMENDACIONES

Se plantean las siguientes recomendaciones:

- Viabilizar la creación de una estrategia nacional de IA en Bolivia que se oriente al fortalecimiento de la investigación y su impacto en la industria nacional, así como en la adopción responsable y ética de la IA.
- Potenciar la investigación académica en torno a la IA, sabiendo que ésta involucra muchas oportunidades para el desarrollo tecnológico del país. Para cumplir esta meta, las universidades del país jugarán un papel importante siempre que actúen en observancia a las necesidades del entorno y sus diversas problemáticas.
- Potenciar los programas académicos de enseñanza de la IA: Para lograr tal objetivo, juegan un papel importante la investigación y la orientación a abordar problemáticas del ámbito nacional. Los programas académicos desarrollados deben responder a las necesidades y desafíos de la actualidad y por lo tanto deben ser relevantes a las tecnologías modernas, tales como la IA y sus áreas relacionadas.
- Potenciar la industria de la IA en Bolivia: Para tal efecto, las universidades y los resultados de la investigación que puedan tener son un factor importante, así como lo es la formación de profesionales especializados en IA que resuelvan diversas problemáticas y estén capacitados para crear nuevas industrias relacionadas a esta disciplina.
- Fortalecer el sistema de educación regular en torno a la IA: Lo cual involucra mejorar la formación de los bachilleres en las ciencias exactas y las disciplinas de la Ciencia y Tecnología, con vías a que éstos cuenten con las bases necesarias para realizar carreras universitarias relacionadas a la IA.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Argentina, Presidencia de la Nación. (2020). Plan Nacional de IA Gobierno de Argentina. *IA Latam*. <https://ia-latam.com/portfolio/plan-nacional-de-ia-gobierno-de-argentina/>
- Athota, L., Shukla, V. K., Pandey, N., & Rana, A. (2020). Chatbot for Healthcare System Using Artificial Intelligence. *2020 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*, 619–622. <https://doi.org/10.1109/ICRITO48877.2020.9197833>
- Badue, C., Guidolini, R., Carneiro, R. V., Azevedo, P., Cardoso, V. B., Forechi, A., Jesus, L., Berriel, R., Paixão, T. M., Mutz, F., de Paula Veronese, L., Oliveira-Santos, T., & De Souza, A. F. (2021). Self-driving cars: A survey. *Expert Systems with Applications*, 165, 113816. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113816>
- Blip. (2022). *Take Blip is now Blip | Automated communications platform*. <https://www.blip.ai/>
- Bourdillon, A. T., Garg, A., Wang, H., Woo, Y. J., Pavone, M., & Boyd, J. (2023). Integration of Reinforcement Learning in a Virtual Robotic Surgical Simulation. *Surgical Innovation*, 30(1), 94–102. <https://doi.org/10.1177/15533506221095298>
- Brew, A. (2006). *Research and teaching: Beyond the divide*. Palgrave Macmillan.

Carnegie Mellon University. (2023). *B.S. in Artificial Intelligence*.

<https://www.cs.cmu.edu/bs-in-artificial-intelligence/index>

CENIA. (2023). *CENIA*. CENIA. <https://cenia.cl/>

Chai, J., Zeng, H., Li, A., & Ngai, E. W. T. (2021). Deep learning in computer vision: A critical review of emerging techniques and application scenarios. *Machine Learning with Applications*, 6, 100134.

<https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2021.100134>

China's State Council. (2017). Full Translation: China's "New Generation Artificial Intelligence Development Plan" (2017). *DigiChina*.

<https://digichina.stanford.edu/work/full-translation-chinas-new-generation-artificial-intelligence-development-plan-2017/>

CoSN. (2023). *Artificial Intelligence (AI) in K-12*.

CyberLabs. (2023). *CyberLabs—Home*. CyberLabs. <https://cyberlabs.ai/en/>

El Deber. (2023, mayo 7). *Cada año unos 34.000 bachilleres no logran entrar a la universidad pública*. El Deber. https://eldeber.com.bo/edicion-impresa/cada-ano-unos-34000-bachilleres-no-logran-entrar-a-la-universidad-publica_324263

Escuela Militar de Ingeniería. (2023). *Ingeniería de Sistemas*. Escuela Militar de Ingeniería. <https://lapaz.emi.edu.bo/universidad/licenciatura/ingenieria-de-sistemas.html>

Gozalo-Brizuela, R., & Garrido-Merchán, E. C. (2023). *A survey of Generative AI Applications* (arXiv:2306.02781). arXiv.

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.02781>

Hainc, N., Federau, C., Stieltjes, B., Blatow, M., Bink, A., & Stippich, C. (2017). The Bright, Artificial Intelligence-Augmented Future of Neuroimaging Reading. *Frontiers in Neurology*, 8, 489. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00489>

Huawei. (2023). *AI Enabling Intelligent Operations—Huawei*.

<https://carrier.huawei.com/en/spotlight/ai-enabling-intelligent-operations>

Investopedia. (2023). *Research and Development (R&D) Definition, Types, and Importance*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/r/randd.asp>

Islas-Cota, E., Gutierrez-Garcia, J. O., Acosta, C. O., & Rodríguez, L.-F. (2022). A systematic review of intelligent assistants. *Future Generation Computer Systems*, 128, 45–62. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.09.035>

Kiwibot. (2023). *Kiwibot autonomous delivery robots, revolutionizing the future of robotic delivery*. <https://www.kiwibot.com/>

Manning, C. (2023). Artificial Intelligence Definitions. *Human-Centered Artificial Intelligence, Stanford University*. <https://hai.stanford.edu/sites/default/files/2023-03/AI-Key-Terms-Glossary-Definition.pdf>

Ministerio de Ciencia, Chile. (2020). *Política Nacional de Inteligencia Artificial*. Project. <http://www.minciencia.gob.cl/areas/inteligencia-artificial/politica-nacional-de-inteligencia-artificial/>

Ministerio de Educación, Bolivia. (2023). *ABC DEL CURRÍCULO EDUCATIVO 2023 ACTUALIZADO*. https://www.minedu.gob.bo/index.php?option=com_k2&view=item&id=1005:abc-curriculo2023-actualizado&Itemid=1200

Mitchell, T. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill.

National Artificial Intelligence Research Resource. (2023). *Strengthening and Democratizing the U.S. Artificial Intelligence Innovation Ecosystem: An Implementation Plan for a National Artificial Intelligence Research Resource*.

Nuffield Council on Bioethics. (2023). *AI in healthcare and research*. The Nuffield Council on Bioethics. <https://www.nuffieldbioethics.org/publications/ai-in-healthcare-and-research>

OECD. (2019). *OECD Legal Instruments*.

<https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>

Proto Labs. (2023). *Manufacturing Robotics Report: Technology and Project Survey*.

<https://www.protolabs.com/en-gb/resources/blog/manufacturing-robotics-report-technology-and-project-survey/>

Ramesh, A., Pavlov, M., Goh, G., Gray, S., Voss, C., Radford, A., Chen, M., & Sutskever, I. (2021). *Zero-Shot Text-to-Image Generation* (arXiv:2102.12092). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.12092>

Robotics, I. I. F. of. (2023). *Top 5 Robot Trends 2023*. IFR International Federation of Robotics. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/top-5-robot-trends-2023>

Stanford University. (2023a). *AI Index Report 2023 – Artificial Intelligence Index*. https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf

Stanford University. (2023b). *Stanford University Undergraduate Major in Computer Science*. <https://cs.stanford.edu/degrees/ug/Tracks.shtml>

Tryolabs. (2023). *AI & Machine Learning Consulting*. Tryolabs. <https://tryolabs.com/>

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 433–460.

UAGRM. (2021). *Ciencia de Datos y Big Data—SOE*.

<https://www.soe.uagrm.edu.bo/ciencia-de-datos-y-big-data/>

UCB. (2023). Unidades de Investigación U.C.B. *Universidad Católica Boliviana San Pablo*. <https://www.ucb.edu.bo/investigacion/unidades-de-investigacion-u-c-b/>

UMSA. (2023a). *CARRERA DE INFORMATICA UMSA*. CARRERA DE INFORMÁTICA UMSA. <https://informatica.edu.bo/>

UMSA. (2023b). *III - Instituto de Investigaciones en Informática*.

<http://instituto.informatica.edu.bo/>

- UNESCO. (2019). *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education—UNESCO Digital Library*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- Universidad Católica Boliviana. (2023). *Ingeniería de Sistemas | Universidad Católica Boliviana “San Pablo”*. <https://lpz.ucb.edu.bo/pregrado/ingenieria-de-sistemas/>
- University of Edinburgh. (2023). *BSc Artificial Intelligence*. The University of Edinburgh. <https://www.ed.ac.uk/studying/undergraduate/degrees>
- UTEPSA. (2023). *Ingeniería de Sistemas*. <https://v3.utepsa.edu/index.php/facultades/ciencias-y-tecnologia/ingenieria-de-sistemas>
- Velarde, G. (2020). *Una Estrategia 4.0 de Inteligencia Artificial en Bolivia*.
- Verma, A., Lamsal, K., & Verma, P. (2022). An investigation of skill requirements in artificial intelligence and machine learning job advertisements. *Industry and Higher Education*, 36(1), 63–73. <https://doi.org/10.1177/0950422221990990>
- Yurtsever, E., Lambert, J., Carballo, A., & Takeda, K. (2020). A Survey of Autonomous Driving: Common Practices and Emerging Technologies. *IEEE Access*, 8, 58443–58469. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2983149>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhang, D., Mishra, S., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ganguli, D., Grosz, B., Lyons, T., Manyika, J., Niebles, J. C., Sellitto, M., Shoham, Y., Clark, J., & Perrault, R. (2021). *The AI Index 2021 Annual Report* (arXiv:2103.06312). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2103.06312>

Zhang, M., Baral, S., Heffernan, N., & Lan, A. (2022). *Automatic Short Math Answer Grading via In-context Meta-learning* (arXiv:2205.15219). arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.15219>

ANEXOS

ANEXO A

PLAN DE ESTUDIOS

MENCIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIA DE DATOS

UMSA



Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Carrera de Informática



LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

MENCIÓN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIAS DE DATOS

SIGLA	ASIGNATURAS	PRE-REQUISITO(S)	SIGLA	ASIGNATURAS	PRE-REQUISITO(S)
PRIMER SEMESTRE			SEGUNDO SEMESTRE		
INF-111	Programación I	Modalidad de admisión	INF-121	Programación II	INF-111
INF-112	Fundamentos digitales	Modalidad de admisión	INF-122	Programación web II	INF-113
INF-113	Programación web I	Modalidad de admisión	INF-123	Electrónica general I	INF-112
INF-114	Álgebra	Modalidad de admisión	INF-124	Estadística I	INF-114 INF-317
INF-115	Cálculo I	Modalidad de admisión	INF-125	Álgebra lineal	INF-114
INF-117	Matemática discreta	Modalidad de admisión	INF-126	Cálculo II	INF-115
TERCER SEMESTRE			CUARTO SEMESTRE		
INF-131	Programación III	INF-121	DAT-241	Programación distribuida y paralela	INF-131
INF-132	Base de datos I	INF-121 INF-122	DAT-242	Base de datos II	INF-132
INF-133	Programación web III	INF-111 INF-122	DAT-243	Métodos numéricos I	DAT-135
INF-134	Estadística II	INF-124	DAT-244	Investigación Operativa I	INF-134
DAT-135	Cálculo III	INF-126	DAT-245	Inteligencia artificial	INF-123 INF-125
TRA-136	Metodología de la investigación	INF-124 INF-125	DAT-246	Modelación estadística	INF-134
QUINTO SEMESTRE			SEXTO SEMESTRE		
DAT-251	Base de Datos III	DAT-242	DAT-261	Procesamiento del lenguaje natural	DAT-251
DAT-252	Métodos numéricos II	DAT-243	DAT-262	Procesos estocásticos y análisis de series de tiempo	INF-134 DAT-135
DAT-253	Minería de Datos	DAT-246	DAT-263	Análisis de datos	DAT-254
DAT-254	Investigación Operativa II	DAT-244	DAT-264	Aprendizaje profundo	DAT-253
DAT-255	Aprendizaje automático	DAT-246	DAT-265	Taller de Análisis de Datos (TS)	Quinto semestre vencido
TRA-256	Legislación informática y ética	Tercer semestre vencido		Electiva I	Quinto semestre vencido
TÉCNICO SUPERIOR EN ANÁLISIS DE DATOS					
SÉPTIMO SEMESTRE			OCTAVO SEMESTRE		
DAT-371	Computación en la nube	DAT-261	DAT-381	Macrodatos y analítica de datos (Big Data)	DAT-372
DAT-372	Inteligencia de negocios (Business Intelligence)	DAT-254 DAT-264	DAT-382	Visualización de datos	DAT-263
TRA-374	Práctica profesional	Quinto semestre vencido	DAT-383	Taller de graduación I	Sexto semestre vencido
	Electiva II	Quinto semestre vencido		Electiva IV	Sexto semestre vencido
	Electiva III	Quinto semestre vencido		Electiva V	Sexto semestre vencido
NOVENO SEMESTRE					
DAT-391	Taller de graduación II	Octavo semestre vencido			
ELECTIVAS MENCIÓN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIA DE DATOS					
DAT-311	Cálculo IV	Sexto semestre vencido	DAT-318	Auditoría de sistemas	Sexto semestre vencido
DAT-312	Modelos Generativos	Sexto semestre vencido	DAT-319	Preparación y evaluación de proyectos	Sexto semestre vencido
DAT-313	Comercio electrónico y Marketing Digital	Sexto semestre vencido	DAT-320	Visión artificial y manejo de imágenes	Sexto semestre vencido
DAT-314	Derecho informático	Sexto semestre vencido	DAT-321	Programación de dispositivos móviles I	Sexto semestre vencido
DAT-315	Simulación de sistemas	Sexto semestre vencido	DAT-322	Seguridad de la Información	Sexto semestre vencido
DAT-316	Informática forense	Sexto semestre vencido	DAT-323	Emprendimiento e innovación tecnológica	Sexto semestre vencido
DAT-317	Internet de las Cosas	Sexto semestre vencido	DAT-324	Inglés técnico	Sexto semestre vencido

RESOLUCIÓN HCU 533/2022, diciembre 2022

ANEXO B

MALLA CURRICULAR DE INGENIERÍA DE SISTEMAS UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
BOLIVIANA
LA PAZ
Facultad de
Ingeniería

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
Malla Curricular/Gestión 2020

C	S	CIENCIAS BÁSICAS			INGENIERÍA DEL SOFTWARE		SISTEMAS DE INFORMACIÓN		HARDWARE, SISTEMAS OPERATIVOS Y REDES		DIRECCIÓN Y GESTIÓN EMPRESARIAL	ASIGNATURAS OPTATIVAS	ASIGNATURAS GENÉRICAS			
PRIMER CICLO	1	MAT-132/ Créditos 5 Cálculo I ■ Req: MAT-030	MAT-123/ Créditos 5 Álgebra Lineal ■ Req: Ninguno		SIS-111/ Créditos 6 Introducción a la Programación ■ Req: Ninguno		SIS-121/ Créditos 5 Ingeniería de Sistemas I ■ Req: Ninguno	SIS-120/ Créditos 5 Matemática Discreta ■ Req: Ninguno					CAR-109/ Créditos 5 Escritura Académica ■ Req: Ninguno			
	2	MAT-133/ Créditos 5 Cálculo II ■ Req: MAT-132	FIS-111/ Créditos 7 Física I y Laboratorio ■ Req: MAT-132	MAT-142/ Créditos 5 Probabilidad y Estadística I ■ Req: MAT-132	SIS-112/ Créditos 6 Programación I ■ Req: SIS-111				SIS-131/ Créditos 6 Arquitectura de Computadoras ■ Req: SIS-111				FHC-140/ Créditos 5 Formación Humano Cristiana ■ Req: Ninguno			
	3	FIS-113/ Créditos 7 Electricidad, Electro-Magnetismo y Laboratorio ■ Req: FIS-111	MAT-251/ Créditos 5 Investigación Operativa I ■ Req: MAT-123	MAT-143/ Créditos 5 Probabilidad y Estadística II ■ Req: MAT-142	SIS-113/ Créditos 6 Programación II ■ Req: SIS-112		SIS-122/ Créditos 6 Bases de Datos I ■ Req: SIS-112		SIS-132/ Créditos 6 Sistemas Operativos ■ Req: SIS-131							
SEGUNDO CICLO	4		MAT-252/ Créditos 7 Investigación Operativa II ■ Req: MAT-251		SIS-211/ Créditos 6 Estructuras de Datos II ■ Req: SIS-113		SIS-221/ Créditos 6 Bases de Datos II ■ Req: SIS-122	SIS-222/ Créditos 6 Sistemas de Información I ■ Req: SIS-122			ECO-100/ Créditos 5 Economía General ■ Req: Ninguno		SIS-151/ Créditos 5 Metodología de la Investigación ■ Req: Ninguno			
	5		MAT-361/ Créditos 6 Análisis de Algoritmos ■ Req: SIS-211		SIS-204/ Créditos 7 Programación de Dispositivos Móviles ■ Req: SIS-211		SIS-224/ Créditos 7 Modelado, Dinámica de Sistemas y Simulación ■ Req: MAT-252	SIS-223/ Créditos 6 Sistemas de Información II ■ Req: SIS-222	SIS-231/ Créditos 6 Redes de Computadoras I ■ Req: SIS-132				FHC-240/ Créditos 5 Formación Humano Cristiana II ■ Req: FHC-140			
	6				SIS-213/ Créditos 6 Ingeniería de Software ■ Req: SIS-122	SIS-241/ Créditos 6 Tecnologías Web ■ Req: SIS-112		SIS-225/ Créditos 6 Sistemas de Información III ■ Req: SIS-223	SIS-233/ Créditos 6 Redes de Computadoras II ■ Req: SIS-231	SIS-234/ Créditos 6 Internet de las Cosas ■ Req: SIS-231	ADM-112/ Créditos 5 Administración II ■ Req: ECO-100					
TERCER CICLO	7				SIS-311/ Créditos 6 Arquitectura de Software ■ Req: SIS-213	SIS-341/ Créditos 6 Sistemas Inteligentes ■ Req: SIS-211		SIS-321/ Créditos 6 Seguridad de Sistemas ■ Req: SIS-233			SIS-322/ Créditos 5 Gerencia de las TIC ■ Req: SIS-225	Optativa I	FHC-340/ Créditos 5 Formación Humano Cristiana III ■ Req: FHC-240			
	8				SIS-312/ Créditos 6 Gestión de Calidad de Sistemas ■ Req: SIS-213	SIS-313/ Créditos 5 Taller de Desarrollo de Software ■ Req: SIS-213		SIS-323/ Créditos 5 Taller de Sistemas de Información ■ Req: SIS-225			ADM-361/ Créditos 5 Gerencia de Operaciones y Tecnología ■ Req: SIS-322	Optativa II	IND-330/ Créditos 6 Preparación y Evaluación de Proyectos para Ingeniería ■ Req: Ninguno			
	9	<div></div> <p>Para graduarse, el estudiante debe acreditar:</p> <ul style="list-style-type: none">48 Asignaturas obligatorias2 Asignaturas Optativas: Antes de inscribirse debe consultar en la Dirección de su carrera por las asignaturas disponibles3 Asignaturas de Formación humana cristianaAprobar obligatoriamente el idioma Inglés Nivel 4, antes de inscribirse en el séptimo semestre de su carrera.												DES-394/ Créditos 5 Derecho de las TIC y Ética ■ Req: Ninguno	SIS-353/ Créditos 15 Taller de Grado I ■ Req: Aprobar asignatura hasta dos semestres	SIS-352/ Créditos 5 Práctica Preprofesional ■ Req: Aprobar asignatura hasta dos semestres
	10													SIS-354/ Créditos 15 Taller de Grado II ■ Req: SIS-353		

■ Requisito Previo Asignatura(s)

■ Semestres ■ Áreas




ANEXO C

MALLA CURRICULAR DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA



LISTADO DE TRABAJOS DE GRADO
ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA – COCHABAMBA

		PROGRAMA DE DEFENSAS DEL MARCO PRACTICO 50%				CÓDIGO: CB-SA-SIS-R-09	
		9NO SEMESTRE I - 2023				VERSIÓN: 1.0	
		ING. DE SISTEMAS				Página 1 de 1	
Nro	ESTUDIANTE	TEMA	TUTOR	REVISOR 1	FECHA DE LA DEFENSA	HORA INICIO	HORARIO FIN
Miércoles 07 de junio de 2023							
1	Raquel Veranda Calle Zapata	SISTEMA WEB PROGRESSIVE DE GESTIÓN DE PROYECTOS CON HERRAMIENTAS GRAFICAS DE PLANIFICACIÓN HACIENDO USO DE GRAPHQL COMO LENGUAJE DE CONSULTA Y MANIPULACIÓN DE DATOS. CASO DE ESTUDIO: "CONSULTORA ALEXANDREIA"	Lic. Lizbeth Jaramillo Martinez	Ing. Ariel Luis Guich Arraia	7/6/2023	14:00	14:45
2	Adilson Einar Heredia Cayo	SISTEMA WEB PROGRESIVO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE EXÁMENES CLÍNICOS DE LABORATORIO Y ENVÍO DE RESULTADOS USANDO MICROSERVICIOS. CASO DE ESTUDIO: "CENTRO DE SALUD CERRO VERDE".	Lic. Lizbeth Jaramillo Martinez	Ing. Danitza Solar Llanos	7/6/2023	14:45	15:30
3	Gilmar Alfredo Mamani Hinojosa	SIMULADOR 3D DE LABORATORIO DE QUÍMICA INORGÁNICA DEL TEMA COMPUESTOS BINARIOS CASO DE ESTUDIO: UNIDAD EDUCATIVA SIMON I. PATIÑO	Ing. Claudia Urefia	Ing. Luis Diego Claros	7/6/2023	15:30	16:15
Viernes 09 de junio de 2023							
4	Juan Pablo Barra Yucra	SISTEMA WEB PROGRESIVO DE ASIGNACIÓN, GUÍA Y CONTROL DE EJERCICIOS ACTIVOS LIBRES PARA REHABILITACIÓN FISIOTERAPÉUTICA DEL HOMBRO CON VISIÓN POR COMPUTADORA EMPLEANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL. CASO DE ESTUDIO CLÍNICA DANIELA LOZA FISIOTERAPIA Y KINESIOLOGIA	Ing. Cesar Martin Suarez	Ing. Ariel Luis Guich Arraia	9/6/2023	14:00	14:45
5	Noelia Vargas Mendieta	SISTEMA WEB INTEGRADO DE INSCRIPCIÓN Y GESTIÓN DE NOTAS CON TECNOLOGÍA DATA WAREHOUSE CASO DE ESTUDIO: ESCUELA DE IDIOMAS DEL EJÉRCITO DE BOLIVIA	PhD. Lenny Sanabria Castellon	Ing. Jorge Gutierrez Chavez	9/6/2023	14:45	15:30
6	Willy Sebastian Alvarez Bustillos	SIMULADOR 3D DE CONDUCCIÓN CON PERIFÉRICOS BÁSICOS PARA COADYUBAR A LA MEJORA DE LAS HABILIDADES DE CONDUCCIÓN DE LOS ESTUDIANTES EN LAS AUTOESCUELAS DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA CASO DE ESTUDIO: AUTOESCUELA TESIS	PhD. Lenny Sanabria Castellon	Ing. Claudia Urefia	9/6/2023	15:30	16:15
7	Andrea Lipa Condori	SISTEMA CRM COLABORATIVO (GESTIÓN DE RELACIONES CON LOS CURSANTES) CON REPORTES DASHBOARD PARA LA TOMA DE DECISIONES EN POSGRADO EMI COCHABAMBA	PhD. Lenny Sanabria Castellon	Ing. Oscar Contreras Carrasco	9/6/2023	16:15	17:00
Viernes 16 de junio de 2023							
8	Carlos Manuel Claire Vargas	SIMULADOR DE TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE EMBOSCADA DE PUNTO Y EMBOSCADA DE AREA EMPLEANDO REALIDAD VIRTUAL CENTRANDOSE EN EL PROCESO SISTEMATICO Y SECUENCIAL DEL COMANDANTE DE PATRULLA INTEGRANDOSE CON EL SIMULADOR DE PATRULLAJE DE LA ESCUELA MILITAR DE INGENIERIA	Ing. Claudia Urefia	Ing. Luis Diego Claros	16/6/2023	14:00	14:45
9	Jhonatan Jhonas Suárez Abasto	APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD AUMENTADA PARA EL APRENDIZAJE DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS DE ROBÓTICA. CASO DE ESTUDIO: UNIDAD EDUCATIVA DEL EJERCITO	Ing. Ariel Luis Guich Arraia	Ing. Victor Rodriguez Estevez	16/6/2023	14:45	15:30
10	Víctor Camacho Paco	SIMULADOR 3D DE PRATICAS DE FISICA DE ONDAS. CASO DE ESTUDIO: LABORATORIO DE FISICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTO DOMINGO SAVIO	Ing. Ariel Luis Guich Arraia	Ing. Claudia Urefia	16/6/2023	15:30	16:15
<div> JEFE DE CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS</div>							

ANEXO E

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ENSEÑANZA: Proceso de transmisión de conocimientos, normas y/o habilidades para lo que se emplean diversos métodos.

ESTRATEGIA: El arte de administrar una situación de manera sagaz e inteligente.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL:
Ciencia afín a la Informática, en la que desarrollan máquinas inteligentes o que piensan.

INVESTIGACIÓN: Procedimiento sistemático y creativo que se realiza para mejorar el conocimiento.

MACHINE LEARNING:
Disciplina cuyo objetivo es la creación de sistemas computacionales que aprenden en base a datos.