



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LOJA**

PTT-9A-CIS-012



Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

“Revisión Sistemática de Literatura: Estado actual de la Inteligencia Artificial en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador”

Autor:

- Miguel Antonio Cabrera Sarango

Asesor académico:

- Ing. Luis Antonio Chamba Eras

LOJA-ECUADOR
2018

Índice

A. TEMA.....	379
B. PROBLEMÁTICA.....	379
1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	379
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	382
C. JUSTIFICACIÓN	382
D. OBJETIVOS	383
1. OBJETIVO GENERAL.....	383
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	383
E. ALCANCE	383
F. MARCO TEÓRICO.....	384
G. METODOLOGÍA	390
H. CRONOGRAMA.....	392
I. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO	393
J. BIBLIOGRAFÍA	393

Tabla de Figuras

FIG. 1. PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN ENTORNOS UNIVERSITARIOS [18].	387
FIG. 2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL TT.	392

A. Tema

Revisión sistemática de literatura: Estado actual de la Inteligencia Artificial en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador.

B. Problemática

1. Situación problemática

Uno de los sueños más anhelados por la ciencia, es el de lograr máquinas o robots inteligentes. Ramón Llull, por ejemplo, expresó en su *Ars Magna*, la idea de que el razonamiento podría implementarse de manera artificial en una máquina [1]. Más tarde Alan Turing se aventuró a manifestarse acerca de cuándo podría decirse que se habían construido máquinas que, efectivamente, pensaban. En 1950 Turing publica en la revista *Mind* su artículo “Computing Machinery and Intelligence”, que fue el principio de una de las áreas de la informática que hoy conocemos como inteligencia artificial (IA). El artículo empezaba diciendo: “Me propongo examinar la cuestión: ¿Pueden pensar las máquinas?” [2]. Turing propuso a la comunidad científica la teoría de que algún día las máquinas podrían imitar la inteligencia humana y que la misma sea indistinguible por el hombre [3]. Desde la década de 1950, el punto de referencia para la IA ha sido el test de Turing, que requiere que un ser humano sea incapaz de distinguir una máquina de otro humano en conversaciones y situaciones del mundo real. Conociendo un conjunto muy abierto de campos de aplicación de la IA, citando algunos: la IA en la medicina, que incluye la interpretación de imágenes médicas, diagnóstico, sistemas expertos para ayudar a los médicos, la monitorización y control en las unidades de cuidados intensivos, diseño de prótesis, diseño de fármacos, sistemas tutores inteligentes para diversos aspectos de la medicina. La IA en aspectos de la ingeniería: diagnóstico de fallos, sistemas inteligentes de control, sistemas inteligentes de fabricación, ayuda inteligente al diseño, sistemas integrados de ventas, diseño, producción, mantenimiento, herramientas de configuración expertas (por ejemplo, garantizando que el personal de ventas no venda un sistema que no funciona). La IA en la ingeniería de software incluye síntesis de programas, verificación, depuración, prueba y monitorización de software. La IA en las matemáticas: diseño de herramientas para ayudar con distintas clases de funciones matemáticas, ahora tan utilizadas que ya no se reconocen como productos de la IA. La IA en la biología: hay muchos problemas complicados en biología donde se están desarrollando sistemas informáticos más o menos inteligentes, por ejemplo, análisis de ADN, predicción de la estructura de plegado de moléculas complejas, la predicción, la elaboración de modelos de procesos biológicos, evolución, desarrollo de embriones, comportamientos de los distintos organismos. La IA en la arquitectura, el diseño urbano, la gestión del tráfico: herramientas para ayudar a resolver problemas de diseño que presentan múltiples restricciones, ayudar a predecir el comportamiento de las personas en los nuevos entornos, herramientas para analizar los patrones de los fenómenos observados. La IA en la educación: incluye diversos tipos de sistemas tutores inteligentes y sistemas de gestión de estudiantes. Aplicaciones particulares incluyen diagnóstico de lagunas en los conocimientos del estudiante, diversos tipos de tutores de ejercicios y prácticas, marcado automático de ejercicios de programación, entre otros¹. El potencial

¹ I. A. Sloman, “Artificial Intelligence. An illustrative overview.”

de la IA para la educación sigue sin explotarse, pero las instituciones pueden fijarse en los desarrollos en el sector de consumo. Algunos temen, sin embargo, que el campo esté avanzando más rápidamente que la comprensión que la gente tiene de él. Por naturaleza, la IA es compleja e ininteligible en su funcionamiento, por lo que hay una necesidad de interfaces que aclaren cómo funciona para aumentar la confianza de los usuarios. En la educación superior, las preocupaciones en torno a las posibilidades de los tutores virtuales y las herramientas de aprendizaje adaptativo más sofisticadas giran habitualmente sobre el tema de que la tecnología, por más humana que sea, no puede ni debe reemplazar a los docentes. Esto hace que la IA sea una tecnología prometedora para la educación superior, sobre todo porque la enseñanza y el aprendizaje tienen lugar cada vez más en línea [2], [4].

El Foro Económico Mundial cita como preocupación principal los prejuicios aprendidos, como el racismo, que cuestionan la capacidad de los seres humanos para prevenir tales consecuencias no deseadas². A medida que los defensores de la IA se adentran en estos temas, las universidades son incubadoras vitales para el desarrollo de nuevas tecnologías facilitadoras. El Laboratorio de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial del MIT creó recientemente un algoritmo de aprendizaje profundo que observa imágenes fijas y luego crea videos breves que simulan posibles eventos futuros³. En Suiza, el Laboratorio de IA de la Universidad de Zurich desarrolló Roboy, un robot humanoide con articulaciones y tendones parecidos a los de la vida real que impulsó muchas actividades de seguimiento; a través del proyecto del cerebro humano, por ejemplo, científicos y profesores están simulando cerebros humanos para robots⁴. Investigadores de la Universidad Libre de Bruselas están investigando cómo los agentes robóticos pueden auto-organizarse los lenguajes, planteando que el significado puede co-evolucionar con el lenguaje [5][6].

Un análisis de datos de Scopus Editor Elsevier llevado a cabo por el Times Higher Education⁵ muestra en términos de volúmenes de publicaciones en el campo, a China como el líder mundial con más de 41,000 publicaciones, en segundo lugar, se encuentra Estados Unidos con casi 25,500 publicaciones, seguido por Japón con 11,700 y el Reino Unido con 10,100 artículos en el campo de la IA, publicados entre 2011 y 2015. Sin embargo, en términos de impacto de citas en el campo de la IA, el líder mundial es Suiza, con un impacto del 2.71, seguido por Singapur (2.24) y Hong Kong (2.00)⁶.

En Ecuador, el CEAACES⁷ hizo público los resultados de la evaluación de las 54 Universidades y Escuelas Politécnicas del país en diciembre de 2013 (excepto la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE), estas debieron presentar planes de mejoras (las 46 IES ubicadas en las categorías A, B y C), y planes de fortalecimiento institucional (las 8 IES ubicadas en la categoría D) conforme a lo establecido en el “Reglamento para la Determinación de resultados del Proceso de Evaluación, Acreditación y Categorización de Universidades y Escuelas Politécnicas y de su Situación Académica e Institucional”. En la Universidad Técnica Particular de Loja, las áreas de investigación están integradas por departamentos responsables de la generación, transmisión y aplicación de conocimientos de una disciplina científica. Dentro del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica, se encuentran trabajos relacionados con el desarrollo de IA,

2 “Top 9 ethical issues in artificial intelligence | World Economic Forum.”.

3 “Ted Adelson | Mt Csil.”

4 “Hello my name is Roboy.”. <https://roboy.org/>.

5 Evolutionary Linguistics | Vub Artificial Intelligence Lab. (n.d.). Retrieved from <https://ai.vub.ac.be>

6 “Estas son las universidades líderes en inteligencia artificial”. <https://observatorio.itesm.mx/edu-news>.

7 “Transparencia - CEAACES.” <http://ceaaces.gob.ec/web/ceaaces/>

bajo responsabilidad de Cordero Zambrano Jorge, Mgs. El grupo de investigación en Interacción Persona Computador para atención a las personas con discapacidades (i+IPC), investiga en tecnologías para establecer ambientes de clase inteligentes, reconocimiento de emociones, chat de respuesta automática, personalización de recursos didácticos, y plataformas de interacción natural en 2D y 3D, como áreas emergentes para la educación⁹.

La Universidad Nacional de Loja (UNL), existe la Dirección de investigación. Esta es, la entidad organizadora, promotora y evaluadora de los procesos de investigación científica, tecnológica y de innovación de la UNL. A través, de las líneas de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, direccionan y promueven la generación de conocimiento científico, base para la innovación tecnológica y la transferencia de conocimientos. Dentro de las líneas de investigación se tiene: Energía, Industrias y Recursos naturales No renovables¹⁰ que se encuentra en el área de conocimiento vinculada a la IA. El Grupo de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación (GITIC), es un grupo multidisciplinario que promueve y realiza actividades de I+D+i en el ámbito de las Tecnologías de la Información y Comunicación, adscrito a la Carrera de Ingeniería en Sistemas (CIS) de la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables. Actualmente, el GITIC, cuenta con líneas de investigación, en particular la línea de IA en educación y está relacionada directamente con el Área de la Computación. También cuenta con Grupos Asociados, como son: Grupo de Investigación (GI) TEPUY, este grupo está compuesto por investigadores e ingenieros de varios campos de investigación asociados con aplicaciones computacionales, utilizando la IA como la herramienta principal para abordar problemas en varios dominios. Y el GI GALAN, es un Grupo de Entornos de Enseñanza Adaptativos, de la Universidad del País Vasco UPV/EHU¹¹.

Las razones para realizar esta SLR son diversas, como por ejemplo la vinculación de la IA con Universidades y formar redes de colaboración, en el XVI Congreso Iberoamericano de IA (IBERAMIA2018)¹², que se celebrará en Trujillo (Perú) del 13 al 16 de noviembre de 2018, organizado por la Universidad Nacional de Trujillo y la Sociedad Peruana de IA, aceptará propuestas sobre temas principales de IA, así como trabajos transversales novedosos en áreas relacionadas. Por nombrar algunos:

- Ingeniería del Conocimiento, Representación del Conocimiento y Razonamiento bajo Incertidumbre.
- Tecnología de Agentes y Sistemas Multi Agentes.
- Heurística y Meta heurística, Robótica.
- Procesamiento del lenguaje natural, Visión por computador, Reconocimiento de patrones.
- IA en Educación, Computación Afectiva e Interacción Humano-Computadora.
- Inteligencia ambiental, Humanos y IA, Teoría de Juegos y Entretenimiento Interactivo, La IA y la Web.
- Machine Learning and Deep Learning, Big Data, Knowledge Discovery, Data Mining, entre otros.

⁸ “Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica | Investigación.”. https://investigacion.utpl.edu.ec/computacion_electronica.

⁹ “Inteligencia artificial al servicio del aprendizaje - Cultura Científica - UTPL.”. <https://culturacientifica.utpl.edu.ec>

¹⁰ “Investigación | Universidad Nacional de Loja.”. <http://unl.edu.ec/investigacion/inicio-investigacion>.

¹¹ “Gitic- Unl.”. <https://giticunl.github.io/quienes.html>.

¹² “Iberamia’2018 – 13-16, Noviembre’2018. Trujillo, Perú.”. <http://www.iberamia.org/iberamia/iberamia2018>.

En Ecuador, no existe una Asociación de IA que vincule el estado del arte de la investigación y los desarrollos en el área de IA con las Instituciones de Educación Superior. Resulta oportuno indicar, que existen capítulos técnicos de IEEE Sección Ecuador, es la comunidad más activa en el área de tecnología en el Ecuador, con más de 1000 miembros a nivel nacional distribuidos en capítulos técnicos y ramas estudiantiles en 22 Instituciones de Educación Superior del País¹³.

En efecto, el capítulo técnico que mejor se vincula en el área de IA es, el Capítulo de Inteligencia Computacional (CIS) de la Sección IEEE Ecuador, y que se encuentra dentro de las líneas de trabajo del IEEE ETCM 2018. El CIS, ofrece la oportunidad de discutir el estado del arte de la investigación y los desarrollos en Inteligencia Computacional (Redes Neuronales, Lógica Difusa y Computación Evolutiva), así como compartir el conocimiento sobre Inteligencia Computacional mediante la presentación de algoritmos, modelos matemáticos y su aplicación en diferentes áreas, tales como reconocimiento de patrones, minería de datos, astronomía, ciencia e ingeniería biomédica, procesamiento de señales, inteligencia de negocios, entre otras.

Es evidente entonces, explorar estos capítulos técnicos para identificar lo que realizan los miembros de estos capítulos y la producción científica realizada por los investigadores referentes, que publican con temas de IA. Según se ha visto a nivel de Instituciones de Educación Superior en Ecuador, algunos grupos de investigación e investigadores por propia iniciativa han explorado, descubriendo y trabajando en distintas áreas de investigación para relacionarlos con trabajos de IA. Lo anterior es reforzado por el impacto prometedor de la IA en un futuro cercano en las Instituciones de Educación Superior.

Además, al realizar la SRL, se puede focalizar la importancia de conocer como es el estado actual de la IA en las Instituciones de Educación Superior de Ecuador.

2. Problema de investigación

Luego de identificar la situación problemática sobre el tema en estudio, se cree conveniente realizar la Revisión Sistemática de Literatura de la Situación Actual de la Inteligencia Artificial en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador.

Por ello se plantea dar respuesta al siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la situación actual de la Inteligencia Artificial en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador?

C. Justificación

El desarrollo del presente Trabajo de Titulación (TT), tiene como finalidad el Análisis del estado actual de la Inteligencia Artificial en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador. Además, el presente TT permitirá adquirir nuevos conocimientos de Revisión Sistemática de Literatura (SLR), de esta manera se reforzará y aplicará los estudios en el transcurso de la formación como Ingeniero en Sistemas. Para la elaboración del TT, se cuenta con los recursos tecnológicos y económicos propicios para investigación, al ser un trabajo de investigación se utiliza recursos que no atenta con el medio ambiente.

Como ya se ha aclarado, la SLR es de carácter investigativo brindando un aporte

13 "IEEE Sección Ecuador.". <http://sites.ieee.org/ecuador>.

bibliográfico significativo a la sociedad en general. La Universidad Nacional de Loja cuenta con algunas líneas de Investigación entre ellas: Energía, Industrias y Recursos Naturales no Renovables, refiriendo específicamente la Carrera de Ingeniería en Sistemas, la cual tiene algunas líneas de Investigación vinculándose directamente con este TT, estas son: Informática Educativa Inteligente, Sistemas Inteligentes. Al contar con un aporte bibliográfico como es la SRL, se permite observar la importancia de aplicar las TIC en el sector académico en las Instituciones de Educación Superior.

De los anteriores planteamientos, se deduce un ámbito muy importante, la transformación digital, está desarrollando una cultura en las Universidades como organizaciones de servicios a los estudiantes y a la sociedad en general [7]. Ofreciendo servicios que brindan los grupos de investigación, las carreras, los profesores a los estudiantes. Además, las universidades tienen otro grupo importante de usuarios en los demandantes de formación permanente. Este es un mercado importante al que las tecnologías digitales aportan la capacidad de aprender en cualquier momento y en cualquier lugar [7]. En efecto, este TT permitirá vincular la transformación digital, identificando esos grupos de investigación y los profesores, indicando proyectos relacionados en el campo presencial, virtual o semipresencial de las Instituciones de Educación Superior en Ecuador. En ese mismo sentido, la SLR se vinculará con la transformación digital, explorando e indicando que es lo que han hecho los investigadores, como se han vinculado con proyectos de investigación, indicará las ofertas para programas de maestrías, programas de doctorado y las pasantías u actividades pre profesionales para estudiantes.

D. Objetivos

1. Objetivo General

- Desarrollar una revisión sistemática de literatura sobre el estado actual de la Inteligencia Artificial en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador.

2. Objetivos específicos

- Identificar una metodología de revisión sistemática de literatura, para su uso en el campo de la Ingeniería.
- Ejecutar la revisión sistemática de literatura con la metodología seleccionada.

E. Alcance

El presente Trabajo de Titulación (TT) se desarrollará en un tiempo de 400 horas. El foco del TT se encuentra en el análisis e identificación actual sobre la Inteligencia Artificial en las Universidades del Ecuador, por lo que se tiene que la información a utilizar será desde el año 2010 hasta el año 2018.

A continuación, se detallan las fases y las actividades estimadas para el desarrollo del TT.

- Identificar una metodología de revisión sistemática de literatura, para su uso en el campo de la Ingeniería.
 - Establecer métricas para la revisión y selección de la metodología de SRL.

- Búsqueda de información relacionada con la metodología de SLR para la ingeniería.
 - Analizar las metodologías de SLR seleccionadas en base métricas planteadas.
 - Elaborar una tabla comparativa de metodología de SLR relacionados con el campo de la ingeniería.
- Ejecutar la revisión sistemática de literatura con la metodología seleccionada.
- Definir los términos de búsqueda
 - Identificar las bases de datos y motores de búsqueda
 - Aplicar filtros de búsqueda para la inclusión y exclusión
 - Evaluar la calidad de los resultados
 - Reunir los resultados más sobresalientes para su análisis
 - Extracción de los datos
 - Escribir los resultados

F. Marco Teórico

En el siguiente apartado se presenta la base teórica para el TT. Para ello se dará una descripción general de la SRL, para luego seguir con los elementos de la rama de extracción de información presente en el TT. Finalmente, se presenta la metodología que se aplicará al campo de la ingeniería.

Revisión Sistemática de Literatura

Las revisiones de literatura son una componente fundamental del método científico, las revisiones de literatura tienen como fin resumir, compilar, criticar y sintetizar la investigación existente sobre un área temática o fenómeno de interés [8], [9] usando un proceso de búsqueda, catalogación, ordenamiento, análisis, crítica y síntesis; las revisiones de literatura son contribuciones al conocimiento actual ya que sus hallazgos son únicamente obtenidos cuando la literatura más relevante es analizada como un todo y no como la simple lectura de documentos aislados; en este sentido, las revisiones de literatura pueden clarificar el estado del arte [8], identificar tendencias de investigación [8], [10], dar soporte para nuevas investigaciones [10], identificar variables importantes [11], establecer la importancia de un problema de investigación o fenómeno de interés [11], identificar puntos de controversia [9], recopilar evidencias que apoyen o contradigan las hipótesis actuales sobre un fenómeno de interés [10] y generar nuevas hipótesis [10]. La metodología de revisión sistemática de literatura (SLR) surge originalmente a partir del concepto de *evidence-based medicine* (EBM), que se refiere al hecho de que el individuo en su práctica profesional debe tomar decisiones soportadas en su experiencia, juicio profesional y en la evidencia objetiva más rigurosa que este disponible [10]; de ahí que el énfasis de la actividad investigativa este orientada a demostrar objetiva y transparentemente qué es lo que realmente funciona y que el énfasis de la práctica profesional este orientado a usar dicha información para tomar mejores decisiones. La EBM nace como respuesta a que la mayoría de estudios primarios en medicina y ciencias de la salud carecían de un rigor apropiado, o presentaban resultados contradictorios; y a la dificultad de poder sintetizar adecuadamente grandes volúmenes de evidencia

cuestionable [12]; en consecuencia, muchas revisiones de literatura presentaban conclusiones deficientes, inapropiadas o sesgadas [13]. Estas situaciones causaron que la evidencia tomara un rol central en la investigación y el ejercicio profesional [13]. El concepto de EBM fue posteriormente extendido en UK (y otros países), desde la década de los 80s, a la política pública y la práctica profesional (*evidence-based policy and practice* —EBPP—) pero particularmente se difundió en las ciencias sociales, la educación y la justicia criminal [12]; como consecuencia, se desarrollaron muchas guías y manuales de buenas prácticas [13]. Tanto el concepto y práctica de la EBM como de la EBPP implican la realización de estudios primarios que provean evidencias con altos estándares de rigurosidad, transparencia, calidad y objetividad; recursos para almacenar y hacer disponible la evidencia recolectada a la comunidad científica y profesional; y mecanismos para su sintetización y análisis.

En este contexto, la revisión sistemática de literatura (SLR) entra a jugar un papel fundamental como un mecanismo para recolectar, organizar, evaluar y sintetizar toda la evidencia disponible respecto a un fenómeno de interés, ya sea para mejorar la práctica actual (mostrar que es lo que realmente funciona) o para sugerir nuevas direcciones de investigación. Pero para ello, la revisión de literatura debe cumplir con los mismos estándares de calidad con que se realizan los estudios primarios de la más alta calidad. Es así como emerge la metodología de SLR en respuesta a dicha necesidad. Ya que la EBM se sustenta fundamentalmente en estudios cuantitativos y métodos estadísticos de análisis, el desarrollo de guías para realizar SLRs ha estado fundamentalmente orientado hacia estos fines, y particularmente a la utilización del meta-análisis, que es un procedimiento estadístico para la agregación de los resultados cuantitativos provenientes de varios estudios empíricos, con el fin de inferir estadísticamente resultados más confiables de los que se pueden obtener por la realización de estudios individuales [10], [12].

Claramente el concepto de la EBPP puede ser aplicado en todas las disciplinas profesionales, pero particularmente la ingeniería puede obtener grandes beneficios; esto es especialmente importante en aquellas áreas de rápido desarrollo, tales la computación, la energía y la electrónica, en las cuales los desarrollos conceptuales pueden provenir de forma independiente desde diferentes áreas; esto puede dificultar la búsqueda y recopilación de evidencias. Así mismo, las revisiones de literatura en la ingeniería son tradicionalmente narrativas —excepto en la ingeniería de software y la política energética— y adolecen de todas las limitantes que ya se han discutido. Dados los beneficios de la EBPP, no resulta extraño que dichas prácticas se hayan extendido a otras disciplinas. Tranfield et al [13] propone el uso de la metodología de SLR en el área de la gestión, discute sus beneficios, y como las diferencias entre dicha área y la medicina pueden afectar el proceso para realizar SLRs. Kitchenham y Charters [10] prepararon unos lineamientos con base en las guías existentes para el desarrollo de SLR en medicina y ciencias sociales, y particularmente en los preparados por el Centre for Reviews and Dissemination (CRD) [14], para que fueran usados por investigadores, profesionales y estudiantes de postgrado en el área de la ingeniería de software en la preparación de revisiones de literatura rigurosas. Mientras que en las ciencias de la vida y la salud existen abundantes estudios que usan la metodología de SLR, existen muy pocos ejemplos en ingeniería —excepto en el campo de la ingeniería de software—. La metodología de SLR ha sido usada para: analizar las herramientas para medir desempeño de construcciones en Nigeria [15]; analizar los problemas de adopción y difusión en sistemas de información, tecnologías de la información y tecnologías de la comunicación [16]; para analizar los métodos de ensamble de redes neuronales artificiales en el pronóstico de series de tiempo económicas o financieras [17].

En general, las ingenierías modernas son disciplinas jóvenes en comparación con la

medicina, y al igual a como ocurre en la gestión [13], los estudios en estas áreas difícilmente comparten los mismos objetivos o investigan los mismos interrogantes. Es así como para cada tópico particular existe un número relativamente bajo de estudios, posiblemente realizados desde diferentes ópticas; pero más aún, en el caso de estudios cuantitativos, difícilmente se usan los mismos datos experimentales, de tal forma que se hace imposible la agregación de estudios para aumentar la confiabilidad de los resultados. Existen contadas excepciones, en las que se ha recopilado y puesto a disposición de la comunidad científica bases de datos de problemas con el fin de que los resultados de diferentes investigaciones sean comparables; un ejemplo es el *UCI Machine Learning Repository* en el que se pone a disposición de la comunidad más de 280 conjuntos de datos para la experimentación con técnicas de aprendizaje de máquinas; sin embargo, los investigadores no tienen la obligación de usar estos conjuntos de datos. Sin embargo, y a diferencia de muchas de las guías existentes, los lineamientos de Kitchenham y Charters [10] y de Tranfield et al [13] no enfatizan el meta-análisis como una herramienta fundamental debido a que existe poca evidencia empírica cuantitativa en comparación con otras áreas de investigación [10].

Transformación Digital y la Inteligencia Artificial en Institutos de Educación Superior

La digitalización está produciendo cambios en el entorno competitivo de las universidades. Por otro lado, si miramos a los servicios de formación superior que las universidades proporcionan a sus estudiantes es donde los cambios que trae la digitalización parecen tener tintes disruptivos. Esto está obligando a muchas universidades a crear más puntos de contacto digitales con sus estudiantes, actuales y potenciales, como parte de una estrategia multicanal integrada que abarca redes sociales, aplicaciones móviles y espacios web. Además, muchas universidades tradicionales han incorporado a su oferta académica cursos on-line de distintos niveles (grado y post-grado). El mercado global del e-learning sigue creciendo: en 2011 movió 35.600 millones de dólares en todo el mundo (Santamans, 2014; Docebo, 2014). En 2013, 56.200 millones y cerraba 2015 alcanzando los 107.000 millones de dólares (McCue, 2016). En este ámbito de la formación on-line, la última gran sacudida que ha experimentado la Educación Superior ha sido la aparición de los MOOC - Massive On-Line Open Courses, nacidos como resultado de la tormenta perfecta formada por la confluencia de la crisis económica, el desarrollo de la conectividad digital y la corriente del conocimiento abierto. Desde el punto de vista de las tecnologías digitales, un aspecto a destacar es que los MOOC han traído a primer plano la versión educativa del Big Data, que se reconoce con el nombre de Learning Analytics. De la misma forma, otras tecnologías digitales emergentes como la impresión 3D se están usando ya en la formación universitaria. Así, por ejemplo, se han usado modelos 3D para manipular y estudiar réplicas de objetos frágiles, como antigüedades o fósiles [7].

Como ya se ha aclarado, el proceso de transformación digital conlleva implícitamente un cambio en el modelo de organización. A este efecto, y de manera personalizada para el entorno universitario, se indica en la Fig. 1. Los hitos más esenciales a fin de entender la diferencia entre digitación y digitalización [18].

Digitize vs Digitalize

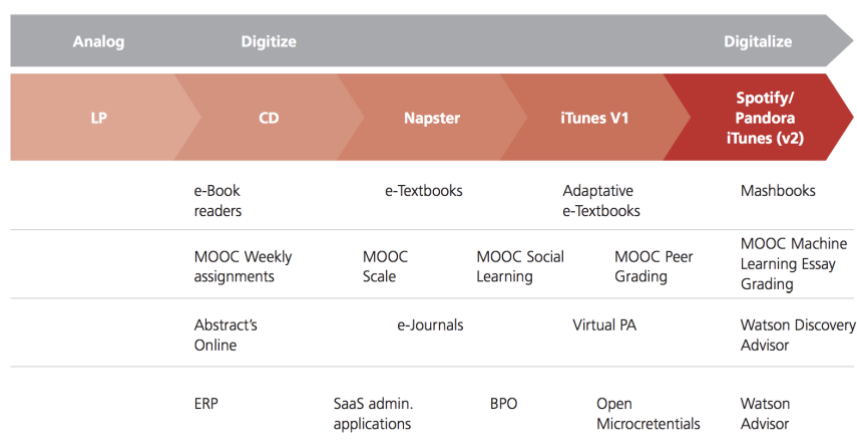


Fig. 1. Proceso de transformación digital en entornos universitarios [18].

Según se ha citado, es importante observar que la digitalización comporta una transformación en el modelo de negocio y en los servicios en un entorno universitario. En efecto, la docencia virtual se está reinventando y se nos muestra de multitud de maneras. Conceptos como el ya tradicional e-learning han sido superados por el m-learning y el b-learning. La tecnología ayuda a la impartición de docencia en cualquier momento y lugar y de un modo desasistido. La ubicación de la universidad ya no es un inconveniente para seleccionar una formación. Por otra parte, las universidades están apostando por la generación de MOOCs, con toda su diversidad (nanomoocs, xmooc, cmoocs, transfermoocs, etc.) [18].

En este orden de ideas se puede citar en Ecuador, a la Unidad de Educación Virtual del CEC-EPN, que tiene el objetivo de impulsar el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) en los procesos de aprendizaje a través del uso de soluciones de educación virtual basadas en las últimas tecnologías. En el 2015, esta universidad implementó una nueva solución a través de la creación de una nueva plataforma para cursos MOOC (Massive Open Online Course)¹⁴. En relación con este último, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), cuenta con la Plataforma ESPOL Virtual, formando a estudiantes con programas de preparación para Ayudantes de Investigación y con la plataforma para cursos MOOC¹⁵.

En la ciudad de Loja, la Universidad Técnica Particular de Loja, cuenta con una modalidad de estudio online MOOCs UTPL, oferta Cursos en línea masivos y abiertos para crear auténticas comunidades de aprendizaje, esta modalidad de estudios es coordinada por la Dirección de Tecnologías para la Educación y la Dirección de Materiales y Recursos Educativos de la Universidad Técnica Particular de Loja – Ecuador. Es una nueva modalidad de formación, que se caracteriza por facilitar el aprendizaje de forma abierta y gratuita, mediante el trabajo colaborativo. Los participantes disponen de material audiovisual diseñado por docentes expertos en las temáticas de los cursos, actividades interactivas, ejercicios para comprobar sus progresos, y cuestionarios para validar el conocimiento adquirido. El modelo de aprendizaje activo se basa en el uso de elementos motivacionales, a través de orientaciones pedagógicas y reconocimiento de logros con medallas o insignias (badges), además se incentiva la interactividad a través del aprendizaje basado en juegos y del uso de redes sociales.

¹⁴ "Mooc Epn.". <https://mooc.virtualepn.edu.ec/>

¹⁵ "Plataforma Virtual Espol.". <https://virtual.espol.edu.ec/>.

Estrategias que fomentan la participación, el logro de objetivos y el cumplimiento de sus expectativas¹⁶.

Un grupo de investigadores y académicos que, avalados por la Universidad de Stanford, publicaron el informe Artificial Intelligence and Life in 2030. Según el estudio, la realidad virtual, el aprendizaje adaptativo, la analítica del aprendizaje (learning analytics) y la enseñanza online serán habituales en las aulas en tan solo quince años.

En los últimos quince años se han producido avances considerables en la educación. Aplicaciones son ampliamente utilizados por educadores y estudiantes hoy en día, con alguna variación entre los grados K-12 y entornos universitarios. Aunque la educación de calidad siempre requerirá un compromiso activo por maestros humanos, AI promete mejorar la educación en todos los niveles, especialmente mediante proporcionando personalización a escala. Similar al cuidado de la salud, resolver la mejor manera de integrar la interacción humana y el aprendizaje cara a cara con tecnologías prometedoras de IA sigue siendo un reto fundamental. Los robots han sido durante mucho tiempo dispositivos educativos populares, comenzando con los primeros Los kits de Lego Mindstorms se desarrollaron con el MIT Media Lab en la década de 1980. Inteligente Los Sistemas de Tutoría (ITS) para ciencias, matemáticas, lenguaje y otras disciplinas coinciden. estudiantes con tutores de máquinas interactivas. Procesamiento del lenguaje natural, especialmente cuando combinado con el aprendizaje automático y el crowdsourcing, ha impulsado el aprendizaje en línea y permitió a los profesores multiplicar el tamaño de sus aulas al mismo tiempo que abordar las necesidades y estilos de aprendizaje individuales de los estudiantes. Los conjuntos de datos de grandes los sistemas de aprendizaje en línea han impulsado un rápido crecimiento de la analítica de aprendizaje. Sin embargo, las escuelas y universidades han sido lentas en la adopción de tecnologías de IA principalmente debido a la falta de fondos y la falta de pruebas sólidas de que ayudan a los estudiantes a lograr objetivos de aprendizaje. Durante los próximos quince años, en una típica ciudad norteamericana, el uso de tutores inteligentes y otras tecnologías de IA para ayudar a los maestros en el aula y en el hogar es probable que se expanda significativamente, al igual que el aprendizaje basado en la virtualización. aplicaciones de la realidad. Sin embargo, es poco probable que los sistemas de aprendizaje informatizados reemplazar la enseñanza humana en las escuelas [19].

Todo lo anterior, relaciona y vincula la IA con la educación en las universidades, el estudio destaca la realidad virtual, la robótica educativa, los sistemas de tutoría inteligente y aprendizaje online o la analítica del aprendizaje como las tecnologías que, con toda probabilidad, ocuparán un lugar destacado en las aulas dentro de quince años. Pero, ¿en qué consisten? ¿Cuál es su nivel de desarrollo en el presente y qué se espera de ellas en el futuro? Este informe Artificial Intelligence and Life in 2030 ofrece algunas pistas¹⁷:

- Realidad virtual: en la actualidad ya se usan entornos de realidad virtual que permiten a los alumnos interactuar con distintos ambientes y objetos. Los expertos creen que en 2030 estos entornos sean más generales y sofisticados, de modo que los estudiantes podrán sumergirse en ellos para explorar asignaturas de distintas disciplinas. “La recreación de mundos pasados y ficticios será tan popular en el estudio de las artes como en el de otras ciencias”, señalan.
- Robótica educativa: desde que Lego desarrollara en los años ochenta sus primeros kits de robótica bajo la marca Mindstorms, se han lanzado al mercado numerosos modelos destinados a promover distintas áreas del

¹⁶ “MOOCsUTPL.”. <https://cursosmooc.utpl.edu.ec/>.

¹⁷ “Inteligencia artificial: las tecnologías que cambiarán la educación en 2030 - Aika Educación.”. <http://www.aikaeducacion.com/tendencias/inteligencia-artificial>

aprendizaje. Ozobot, Cubelets o Dash and Dot permiten a los alumnos crear y programar sus propios robots a la vez que desarrollan el pensamiento lógico y deductivo y la creatividad. Los expertos, sin embargo, creen que la robótica educativa solo encontrará su sitio en las aulas si se demuestra que, además de motivar a los alumnos, mejora sus resultados académicos.

- **Sistemas de tutoría inteligente:** el desarrollo de algunas tecnologías de IA, como el reconocimiento automático de habla (RAH) y el procesamiento de lenguajes naturales (PLN), ha facilitado el desarrollo de los sistemas de tutoría inteligente, que han pasado rápidamente del laboratorio al uso real. Estos tutores cognitivos imitan el rol del profesor y guían el aprendizaje y la ejercitación en distintas disciplinas. Ofrecen pistas a los estudiantes cuando están atascados en un problema, les proporcionan un feedback inmediato en función de sus errores o respuestas, e incluso diseñan secuencias de aprendizaje personalizadas para cada alumno. Sus aplicaciones son muchas y se han traducido en distintas herramientas de aprendizaje adaptativo. Por ejemplo, Duolingo, enfocada al aprendizaje de lenguas extranjeras, detecta los errores del estudiante, los corrige y le ayuda a progresar a su ritmo. Los expertos creen que este tipo de herramientas “van a convertirse en uno de los núcleos del proceso de enseñanza en la educación superior”, ya que ayudarán a mantener los costes al dar servicio a un mayor número de alumnos y permitir que estos pasen por la escuela más rápidamente.
- **Sistemas de aprendizaje online:** el informe califica de “sorprendente” la “explosión de los MOOC y de otros modelos de educación online en todos los niveles educativos”. Estos han logrado expandir el tamaño del aula y dar cabida a miles de estudiantes, que pueden ser evaluados más fácilmente gracias a las tecnologías de inteligencia artificial. De hecho, ya existen programas que generan preguntas de manera automática y evalúan preguntas de respuesta corta y abierta. Según el informe, esta tendencia se consolidará y perfeccionará hacia 2030. Y, aunque la educación formal no desaparecerá, los investigadores del estudio creen que “los MOOC y otros tipos de educación online formarán parte del aprendizaje en todos los niveles, desde Secundaria a la universidad”, de forma que la educación evolucionará hacia un formato semipresencial o de blended learning.
- **Analítica del aprendizaje o learning analytics:** esta área, que consiste en la medición, recopilación y análisis de datos de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, se ha visto impulsada por el crecimiento de los MOOC y los sistemas de aprendizaje online, que han actuado como “vehículos naturales” para la recopilación de datos. Esta colaboración podría contribuir a nuevos descubrimientos científicos en el campo de la cognición, y conducir a la mejora del aprendizaje a gran escala. De hecho, en la actualidad, ya se usan tecnologías de inteligencia artificial para analizar la motivación, comportamiento y resultados de los El objetivo de estos estudios es “detectar los errores más comunes de los estudiantes, predecir cuáles están en riesgo de suspenso y proporcionarles una respuesta en tiempo real, lo que está estrechamente ligado a sus resultados”. Por otro lado, también se están llevando a cabo investigaciones para “entender mejor los procesos cognitivos implicados en la comprensión, la escritura, la adquisición de conocimientos y la memoria!”, cuyos resultados tendrán aplicación en la práctica educativa y el desarrollo de nuevas tecnologías. De hecho, los expertos consideran que la analítica del aprendizaje acelerará la creación de herramientas para personalizar el aprendizaje.

Trabajos relacionados de Inteligencia Artificial en Institutos de Educación Superior

Desde el año 2014, la Escuela Politécnica Nacional (EPN) ha realizado trabajos muy importantes en IA, se inauguró con éxito el Congreso De Inteligencia Artificial 2014 (CODIA 2014), este evento contó con la organización de la Rama Estudiantil del Institute of Electrical and Electronics Engineers de la Escuela Politécnica Nacional (IEEE-EPN) y el capítulo técnico de Robotics and Automation Society (RAS); en colaboración con el Departamento de Automatización y Control Industrial (DACI), la Red Ecuatoriana De Universidades y Escuelas Politécnicas Para Investigación y Postgrado (REDU), la Unidad de Apoyo al Politécnico Emprendedor (UAPE), y la Agencia Metropolitana de Promoción Económica (CONQUITO). Desde esa fecha hasta la actualidad, en la EPN se ha realizado: Presentación del Libro Inteligencia Artificial. Autor: Dr. Hugo A. Banda Gamboa, Conferencias de IA aplicada a procesos, actualmente en el 2018, seminarios sobre IA¹⁸.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), cuenta con El Centro de Tecnologías de Información, CTI, renace a finales del 2007 como un Centro de Investigación de la ESPOL. Reestructura su organización, estableciendo 4 Programas de Investigación que abarcan diversas líneas de impacto de las TIC. Estos programas desarrollan proyectos reales que combinan tecnologías emergentes, participación multidisciplinaria y las diferentes dimensiones humanas de la tecnología. CTI está compuesto de varios PhDs, Masters e Ingenieros que realizan proyectos orientados a la computación. A través de estos proyectos, se han presentado servicios para uso dentro y fuera de ESPOL¹⁹. La Revista Tecnológica ESPOL – RTE, indica un artículo sobre IA, el cual se denomina: Estimulación de sensopercepciones: Un enfoque educativo basado en inteligencia artificial. En este artículo se presenta la primera etapa de un ecosistema de estimulación de sensopercepciones que se fundamenta en tres módulos independientes y que emplea redes neuronales para estimar el porcentaje de trabajo que se debe realizar con el paciente (niños, jóvenes o adultos) en cada uno de ellos. A fin de iniciar el proceso de validación del modelo se empleó un corpus de 60 casos reales para entrenar la red neuronal. Los resultados iniciales obtenidos son prometedores y permiten establecer los aspectos a mejorar para la implementación del módulo inteligente [20].

Por otro lado, en la Universidad Politécnica Salesiana se presentó los resultados del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia GI-IATa, proyectos enfocados a mejorar la calidad de vida de las personas con habilidades diferentes, se presentaron proyectos como [21]:

Sistema de inteligencia de soporte a la terapia de lenguaje.

Primer observatorio de accesibilidad web-Ecuador.

Sistema ecuatoriano para el desarrollo de algoritmos de detección de plagio académico.

Proyecto Buenas prácticas de las tecnologías aplicadas en el aprendizaje de niños con discapacidad auditiva.

G. Metodología

Para el desarrollo del presente TT se utilizará algunos métodos y técnicas con la finalidad de recolectar información relevante para la ejecución del mismo.

Las técnicas que se utilizarán son:

Búsqueda exploratoria: Esta técnica indica que se va a inmiscuir, incursionar o indagar

¹⁸ "Escuela Politécnica Nacional | Congreso inteligencia artificial.". <https://www.epn.edu.ec/congreso>.

¹⁹ "CTI Espol.". <http://www.cti.espol.edu.ec/nosotros.html>.

sobre un tema, o lugar parcialmente, y en algunas ocasiones totalmente desconocido, por tal motivo se debe de realizar esta clase de investigación para cubrir un terreno amplio en cuanto a argumentos de varias personalidades, de pequeños datos que se pudiesen haber recopilado anteriormente, o incluso de experiencias de otros individuos en el tema a tratar²⁰.

Estudio del estado del arte: El estado del arte requiere de un análisis hermenéutico y crítico de su objeto de estudio para la transformación de su significado, de manera que le permita superar la visión de técnica de análisis del conocimiento investigado [22]. Se de analizará la información bibliográfica existente, y así se levantará información útil acerca de la Inteligencia Artificial en las Universidades del Ecuador.

Investigación Bibliográfica: Se caracteriza por la utilización de los datos secundarios como fuente de información. Pretendiendo encontrar soluciones a problemas planteados [23]. Con esta técnica se sustentarán la base teórica de la realización del TT, mediante consultas a: fuentes bibliográficas confiables, textos, revistas indexadas, artículos científicos, casos de éxito, apuntes, documentos varios, entre otros.

Observación Activa: es “la inspección y estudio realizado por el investigador, mediante el empleo de sus propios sentidos, con o sin ayuda de aparatos técnicos, de las cosas o hechos de interés social, tal como son o tienen lugar espontáneamente” [24], [25], también se “consideran que la observación juega un papel muy importante en toda investigación porque le proporciona uno de sus elementos fundamentales; los hechos” [26]. Esta técnica se utilizará para obtener datos reales, con el motivo de conseguir una documentación que sea sustento para una mejor comprensión de la SLR.

²⁰ “Beneficios que brinda la investigación exploratoria.”. <https://www.recursosdeautoayuda.com/investigacion-exploratoria>.

H. Cronograma

Actividades	Número de Horas	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Identificar una metodología de revisión sistemática de literatura, para su uso en el campo de la Ingeniería	100																								
• Establecer métricas para la revisión y selección de la metodología de SRL	20																								
• Búsqueda de información relacionada con la metodología de SLR para la ingeniería	20																								
• Analizar las metodología de SLR seleccionadas en base métricas planteadas	40																								
• Elaborar una tabla comparativa de metodología de SLR relacionados con el campo de la ingeniería	20																								
Ejecutar la revisión sistemática de literatura con la metodología seleccionada	300																								
• Definir los términos de búsqueda	25																								
• Identificar las bases de datos y motores de búsqueda	25																								
• Aplicar filtros de búsqueda para la inclusión y exclusión	25																								
• Evaluar la calidad de los resultados	100																								
• Reunir los resultados más sobresalientes para su análisis	30																								
• Extracción de los datos	30																								
• Escribir los resultados	65																								

Fig. 2 Cronograma de actividades para el TT.

I. Presupuesto y financiamiento

Talento Humano			
Rol	Número de Horas	Valor Unitario	Valor Total
Estudiante	400	\$5,00	\$2.000,00
Docente Tutor	48	\$12,50	\$600,00
Profesor de la asignatura	384	\$12,50	\$4.800,00
Total			\$7.400,00
Rubros divulgación de información			
	Cantidad de Rubros	Valor Unitario	Valor Total
Capacitación	5	\$25,00	\$125,00
Traducciones	3	\$15,00	\$45,00
Viajes a congresos	1	\$250,00	\$250,00
Total			\$420,00
Recursos			
	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Portátil	1	\$1.000,00	\$1.000,00
Flash Memory	1	\$20,00	\$14,00
Internet	6	\$26,50	\$159,00
Impresiones	5	\$30,00	\$150,00
Movilización	200	\$1,25	\$250,00
Total			\$2.573,00
Subtotal			\$10.393,00
Imprevistos			\$1.039,93
Total, de gastos			\$10.432,93

El presupuesto necesario para el desarrollo del TT será asumido por el investigador, por tratarse de una investigación de carácter formativo.

J. Bibliografía

- [1] N. J. Nilsson, Artificial Intelligence: a new synthesis. Morgan Kaufmann Publishers, 1998.
- [2] J. Soto and E. Resumen, "Turing: El hombre que sabía demasiado," vol. 19, pp. 110–116, 2009.
- [3] A. M. Turing, "Computing Machinery and Intelligence," Mind, vol. 49, pp. 433–460, 1950.
- [4] A. Becker and H. Giesinger, "Resumen informe horizon Edición 2017 Educación Superior The Nmc Horizon Report: 2017 Higher Education Edition Contenidos," 2017.
- [5] "Evolutionary Linguistics | Vub Artificial Intelligence Lab." [Online]. Available: <https://ai.vub.ac.be/research/topics/evolutionary-linguistics>.
- [6] "Horizon Report 2017 Higher Education Edition."
- [7] F. Almaraz, A. Maz Machado, and C. López Esteban, Edmetec revista de educación mediática y Tic, vol. 6, no. 1. Verónica Marín Díaz, 2012.

- [8] G. W. Suter, "Review papers are important and worth writing," *Environ. Toxicol. Chem.*, vol. 32, no. 9, pp. 1929–1930, Sep. 2013.
- [9] A. Bolderston, "Writing an Effective Literature Review," *J. Med. Imaging Radiat. Sci.*, vol. 39, no. 2, pp. 86–92, Jun. 2008.
- [10] B. Kitchenham, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in SE, Kitchenham et al Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering," 2007.
- [11] K. Jaidka, C. S. G. Khoo, and J. Na, "Literature review writing: how information is selected and transformed," *Aslib Proc.*, vol. 65, no. 3, pp. 303–325, Mar. 2013.
- [12] Sorrell and Steve, "Improving the evidence base for energy policy: The role of systematic reviews," *Energy Policy*, vol. 35, no. 3, pp. 1858–1871, 2007.
- [13] D. Tranfield, D. Denyer, and P. Smart, "Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review," 2003.
- [14] U. of Y. Centre for Reviews and Dissemination, "Undertaking systematic reviews of research on effectiveness: CRD's guidance for carrying out or commissioning reviews," 2001.
- [15] H. Koleoso, M. Omirin, Y. Adewunmi, and G. Babawale, "Applicability of existing performance evaluation tools and concepts to the nigerian facilities management practice," *Int. J. Strateg. Prop. Manag.*, vol. 17, no. 4, pp. 361–376, Dec. 2013.
- [16] U. Yogesh K. Dwivedi, Swansea University, U. Michael D. Williams, Swansea University, U. Banita Lal, Nottingham Trent University, and U. Navonil Mustafee, Swansea University, "An Analysis of literature on consumer Adoption and diffusion of Information system/Information technology/Information and communication technology," 2010.
- [17] L. F. Rodríguez, J. D. Velásquez, and C. J. Franco, "A scientific research about the progress of computational intelligence ensemble methods for economic and financial time series prediction," *Estudiante, Maestría en Ingeniería*, 2008.
- [18] G. de Trabajo, de D. TI, and C.- Tic, "Tic 360o Transformación Digital en la Universidad," 2017.
- [19] A. T. Peter Stone, Rodney Brooks, Erik Brynjolfsson, Ryan Calo, Oren Etzioni, Greg Hager, Julia Hirschberg, Shivaram Kalyanakrishnan, Ece Kamar, Sarit Kraus, Kevin Leyton-Brown, David Parkes, William Press, AnnaLee Saxenian, Julie Shah, Milind Tambe, "Artificial intelligence and life in 2030, estudio de cien Años sobre Inteligencia Artificial: Informe del Panel de Estudio 2015-2016," 2016.
- [20] T. M. Zapata, F. Q. Barbecho, V. R. Bykbaev, and P. I. Guerra, *Revista tecnológica.*, vol. 28, no. 4. Escuela Superior Politécnica del Litoral (Espol), 2015.
- [21] "Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia presenta los resultados de su trabajo - Ups." [Online]. Available: <https://www.ups.edu.ec>.
- [22] Ragnhild Guevara Patiño, "El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?"
- [23] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and M. del Pilar Baptista Lucio, "Metodología de la investigación, 5ta Ed."
- [24] I. Arroyo Almaraz, "Metodología de la investigación científica en Creatividad publicitaria."
- [25] C. Dawson and G. Martín, "El proyecto fin de carrera en ingeniería informática: Una guía para el estudiante." p. 169, 2002.

- [26] D. B. van. Dalen, W. J. Meyer, O. Muslera, and C. Moyano, Manual de técnica de la investigación educacional. Paidós, 1981.