

7. DISCUSIÓN

La situación actual de la Inteligencia Artificial (IA) en las Instituciones de Educación Superior (IES) del Ecuador es que, existe un amplio rango de IES de Ecuador que realizan producción científica en varias áreas o disciplinas vinculadas al campo de la IA. Según se observa en la ejecución de la presente SLR se identifica un listado de investigadores, grupos de investigación, Instituciones de Educación Superior, Congresos/Revistas, áreas con mayor y menor producción científica vinculadas al campo de la IA.

El desarrollo del presente TT, se basó en la realización de dos objetivos específicos, encaminados a cumplir el objetivo general. A continuación, se detalla la sección discusión por cada objetivo planteado. La sección 7.1 explica la discusión de los resultados contrastándolos con la literatura relacionada del objeto de estudio; la sección 7.2 presenta la valoración científica, técnica, económica y ambiental del trabajo de titulación.

7.1. Desarrollo de la propuesta alternativa

7.1.1. Identificar una metodología de revisión sistemática de literatura, para su uso en el campo de Ciencias de la Computación.

Los resultados del presente objetivo permitieron identificar que, dentro del campo de Ciencias de la Computación, las metodologías de Revisión Sistemática de Literatura (SLR) son utilizadas en diversas áreas y subáreas del conocimiento (por ejemplo Ingeniería de Software, Ingeniería, Realidad Aumentada). Estos resultados son útiles para conocer y entender las fases, protocolos y directrices de dichas metodologías de SLR; además, de identificar las adaptaciones que se realizaron a la metodología de SLR tradicional (metodología de SLR propuesta por la Profesora Bárbara Kitchenham).

Todo lo anterior, guarda relación con lo que sostiene la base del diseño, documentación y ejecución de una metodología de SLR para su uso en el campo de Ciencias de la Computación propuesta en el presente TT. Con referencia a lo anterior, la presente SLR ayuda a desarrollar el protocolo de revisión; documentando las decisiones tomadas; además, con la ayuda de un mentefacto conceptual y el thesaurus IEEE se permite robustecer el criterio PICOC; el cual ayuda a construir los criterios de inclusión, criterios de exclusión y las cadenas de búsqueda permitiendo ser más eficientes y recuperando la mayor cantidad posible de artículos. Finalmente, se definen 4 categorías de análisis con sus correspondientes subcategorías de acuerdo con las preguntas de investigación;

lo cual ayuda a aglomerar los artículos según sus características. En este propósito, el desarrollo de la presente SLR ayudará a lectores en general, investigadores, académicos, estudiantes de grado, posgrado, doctorado, etcétera. Cabe agregar que, la metodología de SLR propuesta en el presente TT puede ser extrapolada a otras áreas y subáreas del conocimiento, por ejemplo en la Salud, la Industria, la Educación, etcétera; tomando en consideración las características particulares del objeto de estudio de la investigación. Después de lo anterior expuesto se da cumplimiento con el desarrollo del presente objetivo.

7.1.2. Ejecutar la Revisión Sistemática de Literatura con la metodología seleccionada.

Los resultados del presente objetivo permitieron diseñar, documentar y ejecutar la metodología de SLR para su uso en el campo de Ciencias de la Computación; considerando que dichas fases son las que reiteradamente aparecen en los procesos que han sido analizados previamente [14], [45], [47], [57], [55]. Sin embargo, para el diseño y ejecución de cada una de estas fases (actividades de las fases de la metodología de SLR) se analizan las características del objeto de estudio; para desarrollar un proceso sistemático, documentado, repetible y eficiente.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene la literatura [73], en su investigación de tesis doctoral. Esta autora se plantea, desarrollar un proceso de revisión sistemática adaptada a la Ingeniería de Software; considerando las características que la hacen particular para la aplicación de los procesos propuestos en otras disciplinas. Esto es acorde con lo que en este TT se desarrolló.

Después de todo lo anterior expuesto, se observa que de los 191 estudios primarios seleccionados el “Machine Learning” (ML), es el área con mayor producción científica vinculada al campo de la Inteligencia Artificial en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador. Además, se detecta que la Línea de investigación priorizada donde más se vincula la Inteligencia Artificial es el Software Aplicado (SA), donde se identifica el desarrollo y la utilización de varios algoritmos y técnicas de ML aplicados a las fases de construcción y mantenimiento dentro de metodologías ágiles y procesos. Además, se observa que de los 191 estudios primarios seleccionados, existen 2 estudios publicados por investigadores ecuatorianos que pertenecen a otras instituciones, estas son el Hospital General Provincial de Latacunga del Ministerio de Salud Pública (Cotopaxi) y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). En este orden de ideas, se puede citar el informe “Hype Cycle for Artificial Intelligence”¹ (Gartner, 2019); el cual revela 5

¹ Véase: <https://elderecho.com/informe-hype-cycle-for-emerging-technologies-2019-gartner>

tendencias tecnológicas emergentes que crean y permiten nuevas experiencias, aprovechando la Inteligencia Artificial. Cabe agregar que, dicho informe resume más de 2000 tecnologías en un grupo de 29 tecnologías y tendencias emergentes. En efecto, dicho informe identifica entre las 5 tendencias emergentes a el área de “Machine Learning” (ML) como una tecnología a seguir en varias áreas del conocimiento, y en especial en la investigación; ayudando a las organizaciones a identificar oportunidades que permitan la creación de nuevos modelos operativos.

Otra percepción importante es la valoración del número de citas que recibe cada publicación, de acuerdo con Scimago Journal & Country Rank (SJR) se observa por país (Ecuador) el número de documentos publicados en el campo de la Inteligencia Artificial (véase Tabla XVI y Figura 13). Con referencia a lo anterior, con la ejecución de la presente SLR se observa un patrón en los años 2017, 2018 y 2019 de mayor producción científica en las IES del Ecuador; esto es acorde con los resultados del SJR para Ecuador, identificando los años de mayor producción científica son 2017 y 2018 (véase Figura 27). En este propósito, se observa que el número de estudios publicados en el campo de la Inteligencia Artificial en el área de “Computer Science” en la región de Ecuador, ha ido incrementando año a año, de acuerdo con los 191 estudios identificados en la ejecución de la presente SLR, se observa que existen 54 revistas que están categorizadas en el primer cuartil (Q1) y que existen 13 revistas que están categorizadas en el segundo cuartil (Q2) (véase Tabla XXVII).

Con respecto a los investigadores que realizan producción científica vinculada al campo de Inteligencia Artificial, se observa claramente un investigador que esta a la cabeza del ranking con un alto valor en su perfil de “Google Scholar” (véase Tabla XXII), cabe agregar que, dicho investigador realizó sus publicaciones con la filación en la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). También se observa en el top 10 de investigadores, ha varios investigadores que pertenecen a una misma Institución de Educación Superior del Ecuador. (Universidad Politécnica Salesiana, Universidad Técnica Particular de Loja y Universidad de las Fuerzas Armadas) (véase Tabla XXIII); identificando estas 3 Instituciones de Educación Superior como las líderes en producción científica en el campo de la IA en Ecuador.

Por las consideraciones anteriores, se utiliza el software VOSviewer para visualizar las redes bibliométricas, en este caso, se puede visualizar las relaciones de co-autoría entre investigadores, y el uso de palabras claves en las publicaciones realizadas por investigadores ecuatorianos. Como puede observarse en la Figura 22 y Figura 23.

Con respecto a los grupos de investigación que se vinculan al campo de la Inteligencia Artificial, se observa claramente que, solo en 23 IES del Ecuador existen grupos de investigación; mientras que en 9 IES del Ecuador no existen formalmente grupos de

investigación en el campo de la IA. Resulta oportuno aclarar que, algunos de los investigadores identificados en dichos grupos de investigación actúan como colaboradores o asesores de otras IES del Ecuador.

En el orden de las ideas anteriores, una clasificación de Instituciones de Educación Superior en el mundo (véase sección 4.3.1 y Tabla II) identifica que Estados Unidos y China están a la cabeza en mayor impacto de citas en volúmenes de publicaciones sobre Inteligencia Artificial. Con referencia a lo anterior, los estudios [74], [75], sostienen que la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial (Machine Learning, Deep Learning) solo se dan en un campo determinado como es la medicina; destacando la aplicación de la Inteligencia Artificial en una sola área del conocimiento. En relación con este último, en el desarrollo del presente TT se observa claramente la producción científica de la Inteligencia Artificial en el campo de Ciencias de la Computación.

Finalmente, el presente TT expone algunas limitaciones, en la ejecución de la presente SLR no se analiza la relación directa entre cada área de la Inteligencia Artificial con todas las áreas o subáreas del conocimiento. Es decir, solo se desarrolló la presente SLR en el campo de Ciencias de la Computación. Además, otra limitación importante es la fecha de corte de la ejecución de las búsquedas de la presente SLR (16 de julio del 2019); exponiendo que luego de dicha fecha la producción científica en el campo de la Inteligencia Artificial por parte de los investigadores en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador se incrementará significativamente.