

# Software aplicado en investigaciones científicas de las universidades del Ecuador: estudio de mapeo sistemático

Kerly Palacios-Zamora<sup>1\*</sup>; Jessica Guerra-Gaibor<sup>2</sup>

## Resumen

En el Ecuador, a través de la Subsecretaría de Investigación Científica incentiva a las instituciones de educación superior a desarrollar proyectos investigativos que ayuden al crecimiento del país. Las universidades son las instituciones que generan la mayor productividad de conocimiento científico. Este artículo presenta un estudio sobre el uso de software de programación en los artículos científicos en las universidades ecuatorianas. La fuente de datos seleccionada es la Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador. Un total de 94 artículos científicos es el resultado del proceso inicial de la cadena de búsqueda, luego se aplicó criterio de inclusión y exclusión, dando como resultado 54 artículos científicos considerado como fuente primaria de estudio. Se logra cuantificar y cualificar los artículos científicos que usan un tipo de software de programación. Se presenta que los lenguajes de programación más utilizados son Java y Php. El entorno de desarrollo que usan con mayor frecuencia es Matlab. El software de programación es una herramienta que en la actualidad es muy requerida para facilitar la obtención de resultados. Sin embargo, no todos los artículos científicos detallan las herramientas que utilizan.

**Palabras clave:** entornos de desarrollo, lenguaje de programación, mapeo sistemático, software de programación.

## Software applied in the scientific research of the universities of Ecuador: systematic mapping study

### Abstract

In Ecuador, through Subsecretaría de Investigación Científica, it encourages higher education institutions to develop research projects that help the country grow. Universities are the institutions that generate the greatest productivity of scientific knowledge. This paper presents a study on the use of programming software in scientific papers in Ecuadorian universities. The selected data source is the Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador. A total of 94 scientific papers are the result of the initial process of the search chain, inclusion and exclusion criteria were then applied, resulting in 54 scientific papers considered as a primary source of study. The scientific papers that use some type of programming software are quantified and qualified. It is presented that the most used programming languages are Java and Php. The most frequently used development environment is Matlab. The programming software is a tool that is currently very required to facilitate the obtaining of results. However, not all scientific papers detail the tools they use.

**Keywords:** development environments, programming language, programming software, systematic mapping.

**Recibido:** 12 de diciembre de 2021

**Aceptado:** 19 de marzo de 2022

<sup>1</sup> Magister en Gestión y Diseño Web Universidad Estatal de Milagro, Guayas, Ecuador; [kpalaciosz@unemi.edu.ec](mailto:kpalaciosz@unemi.edu.ec) <https://orcid.org/0000-0003-0560-6805>

<sup>2</sup> Ingeniera En Sistemas Computacionales Universidad Estatal de Milagro, Guayas, Ecuador; [jguerrag@unemi.edu.ec](mailto:jguerrag@unemi.edu.ec) <https://orcid.org/0000-0003-3905-8579>

Autor de correspondencia: [kpalaciosz@unemi.edu.ec](mailto:kpalaciosz@unemi.edu.ec)

## **I. INTRODUCCIÓN**

En Ecuador, el Ministerio de Educación a través de la Subsecretaría de Investigación Científica (Senescyt, 2019) direcciona a las universidades a desarrollar programas, proyectos de investigación y actividades científicas en los diferentes campos estratégicos que contribuyan al progreso de la nación a nivel nacional e internacional. (Senescyt, 2019).

En este contexto, las universidades son las instituciones que generan la mayor productividad de conocimiento científico. Según el CES (según sus siglas, Consejo de Educación Superior) Dispone a las instituciones de educación superior, de acuerdo a sus fortalezas, campos académicos y de investigación, deberán establecer líneas, programas y/o proyectos de investigación en redes académicas a nivel nacional e internacional. (Consejo de Educación Superior, 2015) permitiendo así favorecer al desarrollo del país.

Las líneas, programas y proyectos de investigación especializados en uno o más campos del conocimiento, cuyo objetivo principal es dar soluciones a problemas de la vida diaria o a su vez la revisión de criterios utilizando métodos científicos. Los resultados de esas investigaciones son diversos, tales como: artículos científicos, estudios de casos, reseñas bibliográficas, carta de editor entre otras. Para el desarrollo de este trabajo se consideró los artículos científicos.

La tecnología y la investigación contribuyen a fortalecer los avances que se presentan en la actualidad, ayudando al ser humano sea capaz de manejar altas cantidades de datos y teorías. Aunque esta información se muestre sin criterio frente a sí mismo y a los demás.

El proceso de investigación científica es creativo y tiene como objetivo dar respuesta a problemas relacionados con la vida cotidiana para su introducción, innovación, creación y desarrollo a través de la formulación o construcción teórica de objetos de investigación y mediante el uso de software.

En cuanto a la tecnología, la informática es una ciencia dedicada al estudio y aplicación de la automatización de la información para procesarla en menor tiempo y lograr mejores resultados. Esta ciencia está presente es casi todos los ámbitos conocidos, tales como: salud, administración, comunicación, educación entre otras. Con esta precedencia, se puede decir que, la informática es un factor común y de gran importante, en específico cuando nos referimos al software de programación (Joyanes Aguilar, 2008).

El software de programación permite al programador escribir programas, aplicaciones, utilitarios y sistemas informáticos entendibles para que la computadora pueda funcionar y dar resultados. Se consideran algunas alternativas tanto en el entorno de desarrollo como en el lenguaje de programación, esto de una manera práctica y entendible para el programador y para el computador. Existe una gran cantidad de software de programación, ya sean principiantes hasta programadores expertos, todo depende del conocimiento de los usuarios.

Dada la importancia para conocer cuáles son las tendencias sobre el uso del software en las investigaciones científicas, sea como herramienta de desarrollo o como una forma de construcción de conocimiento. Esta investigación realiza un análisis cuantitativo del software de programación más usado en los artículos científicos en el Ecuador. En la actualidad esta información no se encuentra en ningún trabajo como resultado, pero se considera de gran importancia.

Para este trabajo se recolecto aquel artículo científico que haya sido publicado en la RRAAE (Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador). Desde el 2014 se instauro este repositorio, donde su principal función es el de recopilar, gestionar, organizar y poner a disposición todos los trabajos de investigación publicados por las universidades en el Ecuador. Este repositorio es un recolector de múltiples textos completos sobre el trabajo de investigación, tesis de grado, tesis de maestrías, tesis de doctorales, artículos científicos que las universidades ecuatorianas han publicado y están a disposición del pública (Red de Repositorio de Acceso del Ecuador, 2019).

## **II. ANTECEDENTES**

La informática se aplica en diferentes campos de investigación, tales como: salud, educación, comunicación, administración, entre otras. Lo que ha permitido conseguir mucha más información con mejores resultados y en menos tiempo. Esto gracias a la gran velocidad del procesamiento de la información que da la tecnología (Cañedo Andalia & Guerrero Pupo, 2005). La informática es la ciencia encargada del estudio y aplicación de los procesos automatizados de información, usando herramientas de software, tales como: la programación, redes de datos, la arquitectura de las computadoras, la inteligencia artificial entre otras

(Pérez Porto, 2008). Lo que demanda que día a día se desarrollen software que realicen tareas específicas en un sistema informático.

Se entiende software a un programa o conjunto de programas que consta de datos, procedimientos y modelos para realizar tareas específicas en un sistema informático. (Roger S. Pressman, 2010). El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, 1993) lo define como un conjunto de programas informáticos con: procedimientos, reglas, documentos y datos relacionados que instituyen parte de un sistema informático. Según Sommerville (Sommerville, 2005), el software es un programa de ordenador y su

documentación asociada. Una definición de software sería que: es la parte lógica, son los programas que ponen en funcionamiento a un computador, permitiendo interpretar instrucciones a través de los distintos componentes de programación, con el fin de realizar múltiples tareas (Zapata & Olaya, 2007).

Según la función que desempeñe el software este se divide en tres tipos, las cuales son: software de sistemas, de programación y de aplicación. En la Tabla 1 se detallan los tres tipos de software, clasificados según la función que desempeñan (McGraw-Hill Educación, s.f.):

**Tabla 1.** Clasificación del software

Software de sistemas	Software de programación	Software de aplicación
Sistemas operativos	Editores de texto	Aplicaciones ofimáticas
Controladores de dispositivo	Compiladores	Software de diseño asistido.
Herramientas de diagnóstico	Intérpretes	Software de cálculo numérico
Herramientas de corrección y optimización	Entornos de Desarrollos Integrados	Aplicaciones de sistema de control y automatización industrial
Servidores	Depuradores	Software de control numérico
Utilidades	Enlazadores	Software médico
		Software educativo

**Fuente:** Tomado del libro Aproximación a la ingeniería del software (Gómez , Sebastián , & Moradela , 2019)

Cada uno de estos grupos de software poseen funciones que los diferencian uno de los otros. Las funciones que poseen cada uno de estos tipos son las siguientes: el software de sistemas o llamado también de base cumple la función de interactuar con el hardware y el software. El software de programación permite crear y desarrollar aplicaciones informáticas (software para crear software). Por último, el software de aplicación cuyo software está diseñado para facilitar las tareas específicas del computador, como tareas de ofimática (redacción de textos, hojas de cálculo, programas de presentaciones, ...) y otro tipo de software como reproductores de música, vídeo, etc. (Guerra Gaibor, Cuenca Ortega, & Tapia León, 2019).

El software está en constante evolución, y se ha evidenciado a lo largo de los años, desde sus inicios en los años '50 hasta la actualidad, permitiendo crear y expresar nuevas técnicas y paradigmas de programación orientados a mejorar y facilitar las actividades diarias de los usuarios (Piattini, 2012).

Casi todo lo que se utiliza en informática se























debe en gran manera al software de programación. Por tal motivo, el presente trabajo se considera aquellos artículos científicos que usaron software de programación, el cual es una herramienta que permite al programador a realizar aplicaciones, programas, utilitarios y sistemas para que la parte física o material del computador pueda funcionar y dar resultados (Guerra Gaibor, Cuenca Ortega, & Tapia León, 2019). Sin embargo, para este estudio se consideró analizar los lenguajes de programación y entornos de desarrollo cuyo uso es más frecuente.

En cuanto a las definiciones de cada una de ellas se puede decir que:

- Lenguaje de programación: se define como el conjunto instrucciones entendibles directamente o traducibles al lenguaje del ordenador; combinando estas instrucciones se realizan programas o software (Morero Peyrona, 20008). Existe un sin fin de lenguajes de programación, algunas han permanecido más que otras. Las razones son muchas, ya

sea por la accesibilidad o versatilidad de las estructuras de datos que manejan, un ejemplo de ello son las aplicaciones móviles que ahora son muy populares. En IEEE Spectrum (Cass & Diakopoulos, 2015) ha realizado una clasificación de los lenguajes de programación,

considerando a los más relevantes, y nuevamente Python ocupan el primer lugar de la lista al igual que el año 2018 y 2019. A continuación, se muestra la clasificación según los miembros de IEEE y el lector experto.

Language Rank	Types	Spectrum Ranking
1. Python	  	100.0
2. C++	  	99.7
3. Java	  	97.5
4. C	  	96.7
5. C#	  	89.4
6. PHP		84.9
7. R		82.9
8. JavaScript	 	82.6
9. Go	 	76.4
10. Assembly		74.1

**Figura 1.** Lenguajes de programación más populares.  
Fuente: IEEE Spectrum, 2019.

- Entornos de desarrollo (IDE): es un sistema informático que usan los programadores para crear, depurar, gestionar o dar mantenimiento a un programa (Programador informáticos, 2017). Según el Índice de IDE Superior (Carbonnelle, 2018) que analiza la frecuencia con la que se busca una página de descarga de IDE en Google, se expresa que cuanto más

se busca un IDE, más popular se supone que es el IDE. Si se cree en el saber colectivo, el índice Top IDE muestra un índice que ayuda a los usuarios a decidir qué IDE utilizar para un proyecto de desarrollo de software. A continuación, se muestra la clasificación según el índice IDE Superior.

Worldwide, Dec 2018 compared to a year ago:				
Rank	Change	IDE	Share	Trend
1		Visual Studio	22.72 %	-3.3 %
2		Eclipse	22.58 %	-3.1 %
3		Android Studio	17.05 %	+6.8 %
4		NetBeans	6.1 %	-0.5 %
5	↑↑↑	IntelliJ	4.61 %	+0.6 %
6	↑↑↑↑	Visual Studio Code	4.11 %	+1.5 %
7		Sublime Text	4.04 %	-0.1 %
8	↓↓	Atom	3.98 %	-0.5 %
9		pyCharm	3.84 %	+1.1 %
10	↓↓↓↓↓	Xcode	3.56 %	-1.0 %

**Figura 2.** El nuevo índice PYPL para IDE  
Fuente: índice PYPL, 2019

El software también posee una clasificación por el tipo de licencia, estas licencias pertenecen a los derechos que los autores otorgan a los usuarios. Según Brocca y Casamiquéela (Brocca & Casamiquela, 2005) las licencias de software desde las perspectivas del usuario se clasifican de la siguiente manera (Romera, 2005):

- Software propietario: las personas y empresas crean este software con una finalidad comercial, estableciendo un ingreso por la venta en grandes cantidades de la licencia. Se entrega al usuario una copia del programa ejecutable y el contrato de licencia.
- Software libre (Free software): Esta licencia da a los usuarios la libertad de situar este software de la forma que quieran, logrando incluso copiarlo, distribuirlo, estudiarlo o modificarlo.
- Software de código fuente abierto (open source software): esto se denomina software desarrollado y distribuido libremente. El beneficio práctico es que, desde un punto de vista ético, el acceso al código fuente es muy relevante para el software libre.

En esta sección se detallan algunos estudios que se encuentran estrechamente relacionado con este trabajo. A nuestro saber y entender, este trabajo es el único que da respuesta a las preguntas de investigación propuestas en la Tabla 3.

Pan y Weina (Pan Xuelian & Weina Hua, 2016) presentan un estudio sobre las diferencias disciplinarias del uso y el impacto de los programas informáticos en la literatura científica. Se investiga el uso y el impacto de los programas informáticos examinando cómo se mencionan y citan los programas informáticos entre los 9.548 artículos publicados en PLOS ONE en 12 disciplinas definidas. Dando resultados que los programas informáticos se utilizan ampliamente en la investigación científica y que existe una considerable falta de conocimiento de los programas informáticos en las diferentes disciplinas. Además, muestran que la práctica de las citaciones de software varía notablemente entre disciplinas y que el software que es gratuito para uso académico tiene más probabilidades de recibir citaciones que el software comercial.

Howison y Bullard (Howison & Bullard, 2016) hacen un estudio sobre el software en la literatura científica: Problemas para ver, encontrar y usar el software

mencionado en la literatura de biología. Este artículo examina el software en las publicaciones mediante el análisis del contenido de una muestra aleatoria de 90 artículos de biología. Desarrolla un esquema de codificación para identificar las "menciones" de software y clasificarlas según sus características y capacidad para realizar las funciones de las citas. Las citas de las publicaciones son particularmente deficientes para proporcionar información sobre las versiones, mientras que las menciones informales son particularmente deficientes para proporcionar información de crédito. Ofrecemos recomendaciones para mejorar la práctica de la citación de software, destacando los recientes esfuerzos incipientes.

Loucas y Zacharia (Louca & Zacharia, 2008) muestra el uso de los entornos de programación como herramientas de modelado informático en la educación científica temprana: Los casos de los lenguajes de programación textuales y gráficos. Este es un estudio de caso interpretativo que busca desarrollar descripciones detalladas y comparativas de cómo dos grupos de estudiantes de quinto grado utilizaron dos diferentes Entornos de Programación Basados en Computadoras (CPEs) (a saber, el Logo de Micromundos y el Creador de Escenarios) durante el modelado científico.

Guerra et al. (Guerra Gaibor, Cuenca Ortega, & Tapia León, 2019) presentan un mapeo sistemático sobre el desarrollo de Software Educativo en universidades ecuatorianas, tomando como referencia las tesis de grado. Dicho trabajo presenta un análisis del desarrollo de software educativo en las tesis de grado en informática entre los años 2000 y 2017, donde se determina lo siguiente: (i) las tesis de grado que han desarrollado software educativo en el rango definido, (ii) los niveles educativos en los que se ha aplicado el software, (iii) las áreas de conocimiento cubiertas con el software, (iv) el software categórico al que pertenece el software educativo, (v) la tecnología ha sido utilizada para el desarrollo del software, y (vi) los objetivos pedagógicos del software educativo.

### III. METODOLOGÍA

#### Método de investigación

En esta investigación se realizó un mapeo sistemático que analiza los artículos científicos que han publicados en el repositorio de la RRAAE. Y que han usado algún tipo software de programación, siempre y cuando este tenga identificado las "menciones" de

software, tales como: lenguaje de programación y entorno de desarrollo.

El objetivo propuesto para este trabajo es el de clasificar y cuantificar el uso del software de programación, tales como: lenguaje de programación y entorno de desarrollo. Según Kitchenham (Kitchenham & Charters, 2007), expresa que un mapeo sistemático de la literatura es un estudio que categoriza y resume todas las investigaciones relevantes sobre un tema de interés y hace una representación visual.

Usando el buscador de la RRAAE se accedió a una muestra de 94 artículos científicos que usaron software de programación. Después se aplicó el

proceso de selección donde se obtuvo un total de 54 artículos científicos que responden a las preguntas de investigación.

El propósito de las preguntas de investigación es proporcionar una representación precisa sobre el uso del software de programación en los artículos científicos que se desarrollan en las universidades ecuatorianas. Las preguntas se plantearon de acuerdo con el objetivo de este trabajo. En la columna 1 se establece un Id que es el identificador de cada pregunta, la columna 2 se detalla la formulación de la pregunta de investigación y en la columna 3 se define los motivos de la delimitante de la pregunta, tal como se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Pregunta de investigación

<b>Id</b>	<b>Pregunta de investigación</b>	<b>Motivación</b>
RQ1	¿Cuántos artículos científicos han usado software de programación?	Cuantificar los artículos científicos que han usado software de programación, es decir, al menos en uno de estos (lenguaje de programación o entorno de desarrollo) en el rango de fechas definidas.
RQ2	¿Cuáles son los lenguajes de programación que usan en los artículos científicos?	Identificar cuáles son los lenguajes de programación y cuantificar su uso en los artículos científicos
RQ3	¿Cuáles son los entornos de desarrollo que utilizan en los artículos científicos?	Identificar cuáles son los entornos de desarrollo y cuantificar su utilización en los artículos científicos
RQ4	¿Qué tipo de licencia son los entornos de programación?	Identificar el tipo de licencia del entorno de programación que usan en los artículos científicos.

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo en el repositorio de la RRAAE, y se basa en identificar los términos que responden a las preguntas de investigación.

En cuanto al método de búsqueda, se utilizaron dos tipos de búsqueda: automática y manual. En primer

lugar, la búsqueda automática se ha realizado utilizando la cadena de búsqueda que se muestra en la Tabla 3 que representan los términos básicos relacionado con el uso del software de programación. Después, se realizó la búsqueda manual que consiste en dar lectura al artículo de forma completa.

**Tabla 3.** Cadena de búsqueda definida para el estudio de mapeo sistemática

<b>Cadena de búsqueda</b>
Title-Abs-key = (“lenguaje de programación” OR “entorno de desarrollo” OR “software” OR “programas”) and Year between (2000 and 2018) and Type(“artículo”)

En el proceso de selección de estudio, se establece el incluir solo aquellos trabajos relevantes sobre el uso del software de programación en los artículos científicos. Esto aplicando los criterios de inclusión y exclusión que es parte del estudio de mapeo sistemático para determinar si un trabajo debe ser incluido o no en la investigación.

Los siguientes son los criterios de inclusión aplicados:

- Artículos que usen software de programación
- Artículos que usen lenguaje de programación

- Artículos que usen entornos de desarrollo
- Artículos completos
- Artículos con su contenido disponibles

Los siguientes son los criterios de exclusión aplicados:

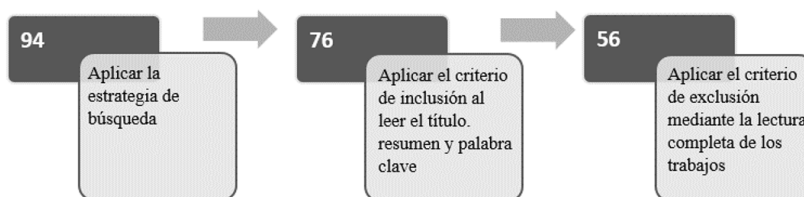
- Artículos que no contengan los términos de la búsqueda presentada en la Tabla 3.
- Artículos duplicados en la base de datos
- Artículos en los que solo el resumen esté disponible

- Artículos que usen artefactos o controladores programables

**Clasificación de estudio**

Para realizar un mapeo sistemático se necesita establecer un proceso de clasificación de estudio, este estudio debe garantizar que se hayan incluido solo aquellos trabajos relacionados con nuestro tema de investigación (Kitchenham & Charters, 2007). Este

proceso se basa en tres pasos fundamentales: 1) Aplicar la estrategia de búsqueda de la Tabla 3. 2) Se procede a realizar la lectura de los título, resumen y palabras claves para aplicar el criterio de inclusión. Además, se considera que los trabajos hayan usado algún tipo de software de programación y estén comprendidos entre los años 2000 y 2018. 3) Aplicar los criterios de exclusión en donde se debe dar lectura a la documentación completa.



**Figura 3.** Proceso de clasificación de los estudios primarios

Fuente: autoría propia

Después de realizar el proceso de consulta en el repositorio de la RRAAE utilizando las cadenas de búsqueda presentadas en la Tabla 3, muestra los resultados de los trabajos más relevantes, una vez

aplicado el criterio de inclusión y exclusión. Con un total de 54 artículo científicos, son los considerados como los estudios primarios (ver Tabla 4).

**Tabla 4.** Resultados de la búsqueda y estudio primario

Fuente	Fecha de búsqueda	Resultado de investigación	Estudios primarios
RRAAE	2019/01/15	94	54

**Estrategia de Extracción de Datos y Síntesis**

La estrategia de extracción y síntesis de datos se formuló a partir de una serie de posibles respuestas para cada pregunta de investigación. La Tabla 5 muestra la estrategia definida en esta investigación, donde la primera columna define un identificador de la

pregunta (RQ), la segunda columna define los criterios de clasificación utilizados para la delimitación de las preguntas y en la tercera columna se define los motivos delimitantes de la pregunta, tal como se detalla en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Estrategia de extracción y síntesis de datos utilizada

Id	Criterio	Opciones
RQ1	C1. Año de publicación.	Del año 2000 al 2018
	C2. Universidades	Lista de universidades C# Java Lenguaje C Lenguaje de programación DPL Lenguaje de programación RPG
RQ2	C1. Lenguajes de programación.	Perl Php Python Verilog VHDL Visual Basic No identificado

RQ3	C1. Entorno de desarrollo	Active X Android Studio Aptana Studio Atmel Studio 7 DIgSILENT Programming Language Dojo Toolkit Dreamweaver Eclipse IDE LabVIEW Matlab NetBeans IDE PIC-C Scilab Symfony TinyOS Toolbox Visual Studio No identificado
RQ4	C1. Clasificación de software por el tipo de licencia	Propietario Libre Código fuente abierto

#### IV. RESULTADOS

Una vez realizado el proceso de estrategia de búsqueda, que proporcionó un total de 94 artículos que cumplieran con la cadena inicial, se debe cumplir con el criterio de inclusión y exclusión. Finalmente, como resultado total del proceso de selección y extracción, se obtuvo un total de 54 fuentes principales de estudio.

En la sección 4.5, se establecen diferentes criterios que permiten dar respuestas a las preguntas. Por ejemplo, en la Tabla 5 se tiene un identificador RQ1 que posee dos criterios, C1 y C2. En consecuencia, las respuestas RQ1.C1 y RQ1.C2 corresponden a dar la respuesta a RQ1. De este modo, se considerará para

las siguientes preguntas. Las siguientes secciones dan el resultado para cada una de las preguntas de investigación.

#### RQ1.C1. Año de publicación

Los artículos que usan al menos un software de programación en el rango definido son de 54 artículos. En la Figura 4 se presenta el número de artículos científicos que usan herramientas de programación. Notamos que el año con más uso de las herramientas de programación es el 2014. Sin embargo, para los años posteriores existe un interés decreciente.

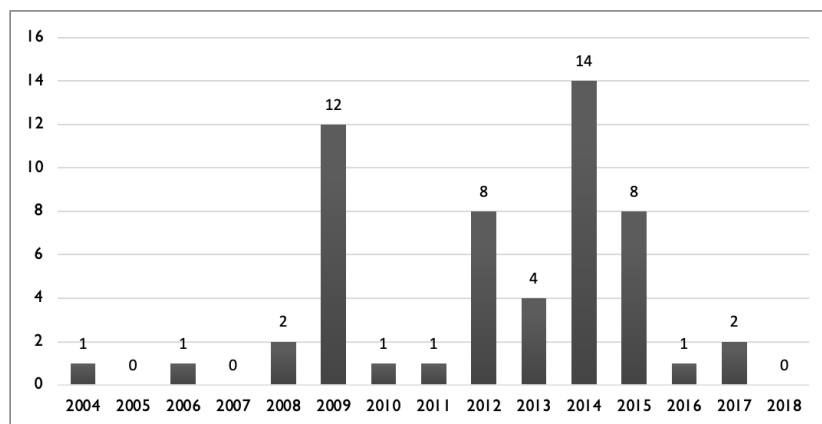


Figura 4. Uso de software de programación en los artículos científicos por año

#### RQ1.C2. Universidades

En la Tabla 6 se enlista las universidades que han publicado artículos científicos utilizando un software de programación. Observamos que la Escuela Superior

Politécnica del Litoral (ESPOL) tiene el mayor uso de software de programación en sus artículos científicos con un 61,10% con respecto a otras universidades.



**Tabla 6.** Universidades que usan herramientas de programación en los artículos

Id	Universidad	Cantidad
EPN	Escuela Politécnica Nacional	17
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	1
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral	33
PUCE	Pontificia Universidad Católica del Ecuador	1
UCUENC	Universidad de Cuenca	1
ESPE	Universidad de las Fuerzas Armadas	1

**RQ2.C1. Lenguajes de programación**

La respuesta para RQ2.C1. muestra que lenguajes de programación son mayormente usados en los artículos científicos. En la Tabla 7 se puede apreciar que Java y Php son los lenguajes de programación más utilizado en los artículos científicos, con un total de 8 artículos

cada uno. Le sigue el lenguaje Python con 4 artículos. Además, existen 15 trabajos, cuyo lenguaje no es posible definir, ya que es generado por la herramienta que han utilizado para el desarrollo del software (detalle de los entornos de desarrollo en la Tabla 8).

**Tabla 7.** Lenguajes de programación utilizados en los artículos científicos

Lenguaje	Descripción	Cantidad
C#	Lenguaje que está orientado a objetos, desarrollado y estandarizado por Microsoft.	1
Java	Es genérico, concurrente y orientado a objetos.	8
Lenguaje C	Aunque también se utiliza para desarrollar aplicaciones, se considera el software de sistema de desarrollo más popular.	5
Lenguaje de programación DPL	Su propósito general es permitir al usuario automatizar los procesos de cálculo y gestión de datos dentro del software.	2
Lenguaje de programación RPG	Es muy simple, se utiliza para generar informes en papel a partir de datos almacenados en tarjetas.	1
Perl	Se basa en el estilo de bloque y no está restringido por otros lenguajes de secuencias de comandos.	1
Php	Este es un código del lado del servidor de propósito general diseñado para el desarrollo de contenido web dinámico.	8
Python	Es interpretado cuya ideología es crear una sintaxis que favorezca un código legible.	4
VHDL	Es el lenguaje de especificación IEEE utilizado para describir circuitos digitales y automatización de diseño electrónico.	3
Visual Basic	Es un lenguaje de programación dirigido por eventos.	3
Sin especificar	Los autores no mencionan el lenguaje de programación usado en el artículo científico (se evidencia su uso)	15

**RQ2.C2. Entorno de desarrollo**

La respuesta para RQ2.C2. muestra cuáles son los entornos de desarrollo mayormente usados en los

artículos científicos. En la Tabla 8 se presentan los entornos de desarrollo, el más utilizado es Matlab con 19 artículos.

**Tabla 8.** Entornos de desarrollo usado en los artículos científicos

Entorno	Descripción	Cantidad
ActiveX	Un entorno para definir componentes de software reutilizables e independientes del lenguaje.	1
Android Studio	El entorno de desarrollo integrado oficial para la programación es la plataforma Android.	1
Aptana Studio	Entorno de desarrollo integrado basado en Eclipse desarrollado por Aptana.	1
Atmel Studio 7	Este programa de desarrollo está integrado para desarrollar y depurar aplicaciones de microcontroladores.	1
DIgSILENT PowerFactory	Es un software de análisis de sistemas de potencia para su uso en el análisis de datos.	2
Dojo Toolkit	Es un marco que contiene API y elementos de interfaz de usuario para facilitar el desarrollo de aplicaciones web.	1
Dreamweaver	Es un software para crear, diseñar y editar sitios web, videos y aplicaciones web basados en estándares.	8
1	Es interpretado cuya ideología es crear una sintaxis que favorezca un código legible.	4
Eclipse IDE	El software incluye un conjunto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma.	2
LabVIEW	Este entorno de desarrollo permite diseñar el sistema en un lenguaje de programación gráfico visual.	1
Matlab	Este software matemático permite el desarrollo integrado utilizando su propio lenguaje de programación.	19
NetBeans	Este entorno de desarrollo integrado gratuito, creado específicamente para el lenguaje de programación Java.	5
PIC-C	Es un compilador de C y uno de los primeros compiladores para el lenguaje de programación C.	1
Scilab	Es un software de análisis digital, con un lenguaje de programación de alto nivel para computación científica.	1
Symfony	Es un framework diseñado para mejorar el desarrollo de aplicaciones web basado en el patrón MVC.	1
TinyOS	Es una plataforma y un sistema operativo integrado, basado en componentes.	1
Toolbox	Es un entorno de desarrollo que le permite ingresar fácilmente a la programación de computadoras.	1
Visual Studio	Es un entorno de desarrollo integrado para Windows.	5
Sin especificar	Los autores no mencionan el entorno de desarrollo usado en el artículo científico (se evidencia su uso).	14

**RQ2.C2. Clasificación de software por tipo de licencia**

El software también posee una clasificación por el tipo de licencia, las licencias corresponden a los derechos que los autores conceden a los usuarios. Según Brocca y Casamiquéla (Brocca & Casamiquela, 2005) las licencias de software desde el punto de

vista del usuarios seclasifican de la siguiente manera: Propietario, libre y de código abierto.

En la Tabla 9 muestra el total de trabajos realizados, donde el tipo de software que más usan en la que su licencia es de Propietario con un 64,30%. Esto con respecto a todos los artículos científicos que especificaron el entorno de desarrollo.

**Tabla 9.** Clasificación de software por tipo de licencia

Licencia	Cantidad
Código abierto	8
Libre	7
Propietario	27

## V. DISCUSIÓN

En esta sección se discute los principales hallazgos y percepciones sobre el uso de software de programación en los artículos científicos en las universidades ecuatorianas.

### Observaciones principales

El objetivo principal de este estudio es determinar el estado actual del uso de software y lenguaje de programación en artículos científicos de universidades ecuatorianas. Después de analizar los resultados, se tiene los siguientes comentarios:

- No existe investigaciones relacionadas sobre el uso del software de programación en los artículos científicos, demostrando que es un ámbito relativamente nuevo.
- El resultado del mapeo sistemático evidencia cuál es el software de programación que frecuentemente usan en los artículos científicos. Se ha comprobado que el uso de software de programación ha disminuido en los últimos años. Además, en algunos artículos científicos no se menciona el software de programación usado. Por lo tanto, estos aspectos deberían mejorarse.

### Limitaciones del mapeo sistemático

Todo trabajo investigativo posee limitaciones y este no es la excepción, una de las principales limitaciones que se puede apreciar en este mapeo sistemático depende del establecimiento de la cadena de búsqueda, donde se especifica sobre el tema que es sobre el uso del software de programación. Durante el desarrollo del mapeo sistemático se puede mostrar que, por ejemplo, los términos más relacionados es software de programación. Sin embargo, se podía incluir o usado más palabras, que son de especificidad más generales (como sistemas, programas), pero tales términos devolverían un elevado número de resultados y muchos de ellos poco o nada relacionada con el software de programación en los artículos científicos.

Todo trabajo investigativo es limitado y este no es

la excepción, una de las principales limitaciones que se pueden notar en este mapeo metodológico depende del establecimiento de una secuencia de investigación muy precisa sobre el tema de uso de software de programación. En la planificación de sistemas se indica que, por ejemplo, en relación con el término software de programación, se pueden usar palabras más generales (por ejemplo, sistema y programa), pero términos como estos arrojarán una gran cantidad de resultados y muchos de ellos tienen poca importancia, o ninguna relevancia para la programación de software en artículos científicos.

### Amenazas a la validez

Existen amenazas posibilidad como en la mayoría investigaciones científicas empíricas. En este caso, un mapeo sistemático de la literatura puede estar amenazado por el modo en que fue desarrollado la investigación. Este trabajo presenta la posible amenaza que podrían afectar a esta investigación: la fuente de búsqueda se limitó a la RRAAE. Sin embargo, no todos los artículos científicos realizado en las universidades o centro de investigación se encuentran disponible en este repositorio, ya que es responsabilidad de cada universidad el cumplir con este proceso de subir la información al repositorio de la RRAAE, que es el nodo digital de todos los repositorios de las universidades del Ecuador. Además, hubo artículos científicos que no permitían el acceso al trabajo completo, lo que impidió ser agregado al proceso de selección de artículos científicos que usan software de programación.

## VI. CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se analizó el uso del software de programación en los artículos científicos de las universidades del Ecuador, comprendidos entre los años 2000 y 2018. El total de artículos científicos son 54, los mismos que fueron considerados como estudio primario. Unos de los aportes principales de esta investigación es que permite clasificar, cuantificar y calificar el software de programación que es uso en los artículos científicos en las universidades del

Ecuador. Esta investigación permitirá que ya sea las personas en general o aquellas que se dedican a realizar trabajos investigativos puedan identificar cuáles son los softwares de programación más usado y con base al indicativo tomar una decisión de que software podría aportar de mejor manera a su trabajo, y con esta información realizar futuras investigaciones. El crecimiento del uso de software de programación en las universidades fue a partir del año 2009. La cantidad más significativa de software de programación usados fue en el año 2014. Sin embargo, a través de los años transcurrido es notable un interés decreciente. Se desconoce las razones, pero podría considerarse como un trabajo futuro. Un dato interesante sería verificar si todos los artículos científicos que han desarrollado las universidades ecuatorianas se encuentran cargadas en los repositorios asignado a cada instituto de educación superior. Este dato se desconoce porque está más allá del alcance de este trabajo, pero sigue siendo un tema de investigación futuro. En cuanto al proceso de uso de software de programación, fue posible identificar los lenguajes de programación, entornos de desarrollo y que tipo de licencia son las más frecuentadas por los investigadores. Sin embargo, se observa que en algunos trabajos no describen las herramientas tecnológicas aplicada. Determinar cuáles son los motivos está más allá del alcance de esta investigación. Sin embargo, puede ser un trabajo futuro.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brocca, J. C., & Casamiquela, R. (2005). Las licencias de software desde la perspectiva del usuario final. *Revista Pilquen*.
- Cañedo Andalia, R., & Guerrero Pupo, J. (2005). La Informática, la Computación y la Ciencia de la Información: una alianza para el desarrollo. *Acimed*, 13.
- Carbonnelle, P. (2018). *TOP IDE Top Integrated Development Environment index*. Recuperado el 21 de 12 de 2018, de Pypl.github.io: <https://pypl.github.io/IDE.html>
- Cass, S., & Diakopoulos, N. (2015). Interactive: The top programming languages 2015. *IEEE Spectrum*. *IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News*. Recuperado el 20 de 12 de 2018, de <https://spectrum.ieee.org/at-work/innovation/the-2018-top-programming-languages>
- Consejo de Educación Superior. (2015). *Reglamentos de Régimen Académico*. Quito.
- Gómez, P., Sebastián, R., & Moradela, G. (2019). *Aproximación a la ingeniería del software*. España: Editorial Universitaria Ramón Areces.
- Guerra Gaibor, J., Cuenca Ortega, A., & Tapia León, M. (2019). Educational Software Development in Ecuadorian Universities: A Systematic Mapping Study. En *CITT 2018: Technology Trends* (págs. 353-368). Springer, Cham. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5_26)
- Howison, J., & Bullard, J. (2016). Software in the scientific literature: Problems with seeing, finding, and using software mentioned in the biology literature. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(9), 2137-215.
- IEEE. (1993). *IEEE Software Engineering Standard: Glossary of Software Engineering Terminology*. IEEE Computer Society Press.
- Joyanes Aguilar, L. (2008). *Fundamentos de Programación* (Vol. Cuarta edición). (J. L. Sánchez, Ed.) Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering Version 2.3. In *Proceeding of the 28th international conference on Software engineering*, 45, 1051. Obtenido de <https://doi.org/10.1145/1134285.1134500>
- Louca, T., & Zacharia, C. (2008). The use of computer-based programming environments as computer modelling tools in early science education: The cases of textual and graphical program languages. *International Journal of Science Education*, 30(3), 287-323.
- McGraw-Hill Educación. (s.f.). *Introducción a la informática*. Recuperado el 20 de 05 de 2018, de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/>

- capitulo/8448146573.pdf
- Morero Peyrona, F. (20008). *Introducción a la OOP*. Grupo Eidos.
- Pan Xuelian, E. Y., & Weina Hua . (2016). Disciplinary differences of software use and impact in scientific literature. *Scientometrics*, 109(3), 1593-1610.
- Pérez Porto, J. (2008). *Definición de informática* – Definicion.de. (Definición.de) Recuperado el 12 de 04 de 2018, de <https://definicion.de/informatica/>
- Piattini, M. (2012). *Evolución de la Ingeniería del Software y la*. Castilla La Mancha: Quality Center UCLM.
- Programador informáticos. (11 de 12 de 2017). *Programador de sistemas informáticos - educaweb.com*. (Educaweb.com) Recuperado el 11 de 12 de 2018, de <https://www.educaweb.com/profesion/programador-sistemas-informaticos-363/>
- Red de Repositorio de Acceso del Ecuador. (2019). *Red Repositorio de Acceso del Ecuador*. Recuperado el 05 de 12 de 2017, de <http://rraae.org.ec/>
- Roger S. Pressman. (2010). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico* (Séptima edición ed.). (M. Zapata Terrazas, Ed.) D. F., México: The McGraw-Hill.
- Romera, T. (2005). *Licencias Libres Software y otros contenidos*. California: Creative Commons,.
- Senescyt. (2019). Senescyt – Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – Ser Bachiller, Becas, Investigación, Innovación Ecuado. *Educacion Superior*. Recuperado el 06 de 11 de 2018, de <https://www.educacionsuperior.gob.ec/>
- Senescyt. (2019). Subsecretaría de Investigación Científica. *Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado el 06 de 11 de 2018, de <https://www.educacionsuperior.gob.ec/subsecretaria-de-investigacion-cientifica/>
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software* (Séptima edición ed.). (M. Martín Romo, Ed., M. Alfonso Galipienso, A. Botía Martínez, F. Mora Lizán, & J. Trigueros Jover, Trads.) Madrid, España: Pearson Educacion S.A.
- Zapata, C., & Olaya, Y. (2007). *Ingeniería de Software*. Colombia: Carlos Mario Zapata J.