

# **Cómo realizar una revisión bibliográfica sistemática: Guía rápida para la investigación en Ciencias de la Computación<sup>1</sup>**

## **Resumen**

Realizar una revisión bibliográfica es un primer paso fundamental en la investigación para comprender el estado del arte (estado de la cuestión) e identificar las lagunas y los retos en este campo. Una revisión sistemática de la literatura (RSL) es un método que establece una serie de pasos para organizar metódicamente la revisión. En este artículo se presenta una guía destinada a los investigadores y, en particular, a los investigadores noveles en el campo de las Ciencias de la Computación (CC). La contribución del artículo es la siguiente:

- Estrategias claramente definidas a seguir para una RSL en la investigación en CC, y
- Método algorítmico para abordar una RSL.

## **1. Método**

Una revisión sistemática de la literatura (RSL) es una metodología de investigación para recopilar, identificar y analizar críticamente los estudios de investigación disponibles (por ejemplo, artículos, actas de congresos, libros, tesis) mediante un procedimiento sistemático [12]. Una RSL pone al día al lector con la literatura actual sobre un tema [6]. El objetivo es revisar los puntos críticos del conocimiento actual sobre un tema en torno a preguntas de investigación para sugerir áreas que requieren un examen más profundo [5]. Definir una “idea inicial” o interés en un tema de estudio es el primer paso antes de comenzar una RSL. Una búsqueda temprana de la bibliografía pertinente puede ayudar a determinar si el tema es demasiado amplio para abarcarlo adecuadamente en el plazo previsto y si es necesario acotar el enfoque. La lectura de algunos artículos puede ayudar a establecer la dirección de una revisión formal, y la formulación de una posible pregunta de investigación (por ejemplo, *¿cómo se vincula la web semántica en la Industria 4.0?*) puede facilitar aún más este proceso. Una vez establecido el enfoque, puede emprenderse una RSL para encontrar estudios más específicos relacionados con las variables de esta pregunta. Aunque existen múltiples enfoques para realizar una RSL ([5,26,27]), este trabajo pretende ofrecer una guía práctica y paso a paso, citando al mismo tiempo ejemplos útiles para la investigación en Ciencias de la Computación (CC). La metodología presentada en este trabajo consta de dos fases principales: “Planificación”, descrita en la sección 2, y “Ejecución”, descrita en la sección 3. El Apéndice B es la representación del resumen gráfico del método propuesto.

## **2. Planificación**

La definición del protocolo es el primer paso de una RSL, ya que describe los procedimientos implicados en la revisión y actúa como un registro de las actividades que se van a realizar. Para garantizar la coherencia y la validez de la revisión, se recomienda recabar la opinión de los colegas mientras se elabora el protocolo, lo que ayuda a identificar cuándo es necesario realizar modificaciones [20]. Un objetivo final del protocolo es garantizar la replicabilidad de la revisión.

---

<sup>1</sup> Method Article, How-to conduct a systematic literature review: A quick guide for computer science research. Traducido por Luis Chamba-Eras, GITIC, Universidad Nacional de Loja. [https://methods-x.com/article/S2215-0161\(22\)00274-6/fulltext](https://methods-x.com/article/S2215-0161(22)00274-6/fulltext)

## Definir PICOC y sinónimos

Los criterios PICOC (Population-población, Intervention-intervención, Comparison-comparación, Outcome-resultado y Context-contexto) desglosan los objetivos de la RSL en palabras clave de búsqueda y ayudan a formular preguntas de investigación [27]. PICOC se utiliza ampliamente en los campos de la Medicina y las Ciencias Sociales para orientar a los investigadores a considerar los componentes de las preguntas de investigación [14]. Kitchenham & Charters [6] recopilaron la lista de elementos PICOC y sus términos correspondientes en CC, como se presenta en la Tabla 1, que incluye palabras clave derivadas de los elementos PICOC. A partir de ahí, es esencial pensar en sinónimos (sinonimia) o términos “similares” que puedan utilizarse posteriormente para construir consultas en las bibliotecas digitales seleccionadas. Por ejemplo, la palabra clave “conciencia del contexto” también puede vincularse a “consciente del contexto”.

Tabla 1. Planificación Paso 1 “Definición de palabras clave y sinónimos PICOC”.

PICOC	Descripción	Ejemplo (PICOC)	Ejemplo (Sinónimos)
Población	Puede ser una función específica o un dominio industrial.	Industria Inteligente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fábrica digital</li> <li>Fabricación digital</li> <li>Fábrica inteligente</li> </ul>
Intervención	La metodología, herramienta o tecnología que aborda una cuestión específica.	Web semántica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontología</li> <li>Razonamiento semántico</li> </ul>
Comparación	La metodología, herramienta o tecnología con la que se compara la intervención (si procede).	Aprendizaje Automático	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprendizaje supervisado</li> <li>Aprendizaje No supervisado</li> </ul>
Resultados	Factores de importancia para los profesionales y/o los resultados que la intervención podría producir.	Conocimiento del contexto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conciencia de contexto</li> <li>Razonamiento contextual</li> </ul>
Contexto	El contexto en el que tiene lugar la comparación. Algunas RSL pueden optar por excluir este elemento.	Gestión de Procesos de Negocio	<ul style="list-style-type: none"> <li>BPM</li> <li>Modelado de Procesos de Negocio</li> </ul>

## Formular preguntas de investigación

Las preguntas de investigación claramente definidas son los elementos clave que marcan el enfoque para la identificación de estudios y la extracción de datos [21]. Estas preguntas se formulan basándose en los criterios PICOC, como se presenta en el ejemplo de la Tabla 2 (las palabras clave PICOC aparecen subrayadas).

Tabla 2. Ejemplos de preguntas de investigación

Ejemplos de preguntas de investigación
P1: ¿Cuáles son los retos actuales de los sistemas <u>conscientes del contexto</u> que apoyan la <u>toma de decisiones de los procesos empresariales</u> en la <u>fabricación inteligente</u> ?
P2: ¿Qué técnica es la más adecuada para apoyar la <u>toma de decisiones para la gestión de procesos empresariales</u> en <u>fábricas inteligentes</u> ?
P3: ¿En qué escenarios se utilizan la <u>web semántica</u> y el <u>aprendizaje automático</u> para proporcionar <u>conocimiento del contexto</u> en la <u>gestión de procesos empresariales</u> para la <u>fabricación inteligente</u> ?

## Seleccionar bases de datos digitales

La validez de un estudio dependerá de la correcta selección de una base de datos, ya que debe cubrir adecuadamente el área investigada [19]. La Web of Science (WoS) es una herramienta internacional y multidisciplinar para acceder a la literatura en ciencia, tecnología, biomedicina y otras disciplinas. Scopus es una base de datos que hoy indexa 40.562 revistas revisadas por pares, frente a las 24.831 de WoS. Así pues, Scopus es actualmente la mayor base de datos multidisciplinar existente. Sin embargo, también puede ser necesario incluir fuentes relevantes para las CC, como EI Compendex, IEEE Xplore y ACM. La Tabla 3 compara el área de especialización de una selección de bases de datos.

Tabla 3. Planificación Paso 3 “Seleccionar bibliotecas digitales”. Descripción de las bibliotecas digitales en informática e ingeniería de software.

Base de datos	Descripción	URL	Área	Búsqueda avanzada (Si/No)
Scopus	De Elsevier. Una de las mayores bases de datos. Muy fácil de usar.	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Interdisciplinar	Si
Web of Science	De Clarivate. Base de datos multidisciplinar de amplio contenido.	<a href="https://www.webofscience.com">https://www.webofscience.com</a>	Interdisciplinar	Si
EI Compendex	De Elsevier. Centrado en literatura de ingeniería.	<a href="http://www.engineeringvillage.com">http://www.engineeringvillage.com</a>	Ingeniería	Si (Vista de consulta no disponible)
IEEE Digital Library	Contiene artículos científicos y artículos técnicos publicados por IEEE y sus socios editoriales.	<a href="http://ieeexplore.ieee.org">http://ieeexplore.ieee.org</a>	Ingeniería y Tecnología	Si
ACM Digital Library	Colección completa de publicaciones.	<a href="https://dl.acm.org/">https://dl.acm.org/</a>	CC y Tecnologías de la Información	Si

## Definir los criterios de inclusión y exclusión

Los autores deben definir los criterios de inclusión y exclusión antes de realizar la revisión para evitar sesgos, aunque éstos pueden ajustarse posteriormente, si es necesario. La selección de los estudios primarios dependerá de estos criterios. Los artículos se incluyen o excluyen en esta primera selección basándose en el resumen y en los datos bibliográficos primarios. Cuando no se está seguro, se revisa brevemente el artículo para decidir con más detalle la relevancia para la revisión. En la Tabla 4 se exponen algunos tipos de criterios con descripciones y ejemplos.

Tabla 4. Planificación - Paso 4 “Definir criterios de inclusión y exclusión”. Ejemplos de tipo de criterios.

Criterio	Descripción	Ejemplo
Intervalo de tiempo	Los artículos pueden seleccionarse en función de un intervalo de tiempo, por ejemplo, revisar la tecnología objeto de estudio desde el año en que surgió, o revisar desde la publicación de una revisión bibliográfica anterior.	<p><i>Inclusión:</i> De 2015 a 2021</p> <p><i>Exclusión:</i> Artículos anteriores a 2015</p>

Idioma	Los artículos pueden excluirse en función del idioma.	<i>Exclusión:</i> Artículos no redactados en inglés
Tipo de publicación	Los artículos pueden excluirse si entran en la categoría de literatura gris.	<i>Exclusión:</i> Informes, literatura política, documentos de trabajo, boletines, documentos gubernamentales, discursos
Tipo de fuente	Los artículos pueden incluirse o excluirse por el tipo de fuente, es decir, artículos de conferencias o revistas o libros.	<i>Inclusión:</i> Artículos de congresos o revistas  <i>Exclusión:</i> Artículos de libros
Impacto de la fuente	Los artículos pueden excluirse si el autor limita el factor de impacto o el cuartil de la fuente.	<i>Inclusión:</i> Artículos de fuentes Q1, y Q2  <i>Exclusión:</i> Artículos con un Journal Impact Score (JIS) inferior a x
Accesibilidad	No accesible en bases de datos específicas.	<i>Exclusión:</i> No accesible
Pertinente para las preguntas de la investigación	Los artículos pueden excluirse si no son pertinentes para una pregunta concreta o para “n” número de preguntas de investigación.	<i>Exclusión</i> No relevante para al menos 2 preguntas de investigación

### Definir la lista de control de la Evaluación de la Calidad (EC)

Evaluar la calidad de un artículo requiere un instrumento que describa cómo realizar una evaluación detallada. Una evaluación típica de la calidad es una lista de comprobación que contiene múltiples factores a evaluar. Se utiliza una escala numérica para evaluar los criterios y cuantificar la EC [22]. Zhou et al. [25] presentaron una descripción detallada de los criterios de evaluación en Ingeniería de Software, clasificados en cuatro aspectos principales de la calidad de los estudios: informes, rigor, credibilidad y relevancia. Cada uno de estos criterios puede evaluarse utilizando, por ejemplo, una escala tipo Likert [17], como se muestra en la Tabla 5. Es esencial seleccionar la misma escala para todos los criterios establecidos en la evaluación de la calidad.

Tabla 5. Planificación Paso 5 “Definir la lista de comprobación de la evaluación de la EC”. Ejemplos de escalas y preguntas de EC.

Ejemplo	Escala
Ejemplo 1: ¿Discute el investigador algún problema (limitaciones, amenazas) relacionado con la validez de sus resultados (fiabilidad)?	<i>Nivel de participación</i> 1. No, y no se tiene en cuenta (Puntuación: 0) 2. Parcialmente (Puntuación: 0,5) 3. Sí (Puntuación: 1)
Ejemplo 2: ¿Existe una definición/descripción/enunciado claro de los fines/metapas/propósitos/motivaciones/objetivos/preguntas de la investigación?	<i>Nivel de conformidad</i> 1. En desacuerdo (Puntuación: 1) 2. Algo en desacuerdo (Puntuación: 2) 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Puntuación: 3) 4. Algo de acuerdo (Puntuación: 4) 5. De acuerdo (Puntuación: 5)

### Definir el formulario “Extracción de datos”

El formulario de extracción de datos representa la información necesaria para responder a las preguntas de investigación establecidas para la revisión. Sintetizar los artículos es un paso crucial a la hora de realizar una investigación. Ramesh et al. [15] presentaron un esquema de clasificación

para la investigación en CC, basado en temas, métodos de investigación y niveles de análisis que pueden utilizarse para categorizar los artículos seleccionados. Los métodos de clasificación y los campos que deben tenerse en cuenta al realizar una revisión se presentan en la Tabla 6. La extracción de datos debe ser relevante para las preguntas de investigación, y la relación con cada una de las preguntas debe incluirse en el formulario. Kitchenham & Charters [6] presentaron otros datos que pueden capturarse, como conclusiones, recomendaciones, puntos fuertes y puntos débiles. Aunque el formulario de extracción de datos puede actualizarse si se necesita más información, esto debe hacerse con precaución, ya que puede llevar mucho tiempo. Por lo tanto, puede ser útil tener primero una idea general del tema de investigación para determinar mejores criterios de extracción de datos.

Tabla 6. Planificación Paso 6 “Definir formulario de extracción de datos”. Ejemplos de campos.

Clasificación y campos a considerar para la extracción de datos	Descripción y ejemplos
Tipo de investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>La investigación teórica se centra en ideas abstractas, conceptos y teorías basados en revisiones bibliográficas [9].</li> <li>La investigación empírica utiliza datos científicos o estudios de casos para obtener resultados exploratorios, descriptivos, explicativos o mensurables [9].</li> </ul> <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>[1] una RSL sobre conciencia del contexto para S-PSS, clasificó los artículos en investigación teórica y empírica.</li> </ul>
Por fases del proceso, etapas	<ul style="list-style-type: none"> <li>A la hora de analizar un proceso o una serie de procesos, una forma eficaz de estructurar los datos es encontrar un marco de referencia o arquitectura bien establecido.</li> </ul> <p>Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>[8] una RSL sobre sistemas autoadaptativos utiliza el modelo MAPE-K para comprender cómo abordan los autores cada etapa del módulo.</li> <li>[13] presentó un estudio sobre la concienciación sobre el contexto utilizando las etapas del ciclo de vida de la concienciación sobre el contexto para revisar diferentes métodos.</li> </ul>
Por tecnología, marco de trabajo o plataforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al analizar un tema informático, es importante conocer la tecnología empleada actualmente para comprender las tendencias, ventajas o limitaciones.</li> </ul> <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>[3] una RSL sobre el ecosistema de big data en el ámbito de la fabricación que incluye marcos de trabajo, herramientas y plataformas para cada etapa del ecosistema de big data.</li> </ul>
Por campo de aplicación y/o industria dominio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si la revisión no se limita a un “Contexto” o “Población” específicos (ámbito industrial), puede ser útil identificar el campo de aplicación.</li> </ul> <p>Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>[23] una RSL sobre formación adaptativa mediante realidad virtual (RV). La reseña presenta una amplia descripción de múltiples ámbitos de aplicación y examina los trabajos relacionados.</li> </ul>
Limitaciones y retos	<ul style="list-style-type: none"> <li>La identificación de lagunas y retos es importante en las revisiones para determinar las necesidades de investigación y seguir estableciendo direcciones de investigación</li> </ul>

	que puedan ayudar a los estudiosos actuar sobre el tema.
Hallazgos en la investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>La investigación en informática puede ofrecer múltiples tipos de resultados, por ejemplo, marco de trabajo, algoritmo, metodología, modelo de datos, enfoque de desarrollo.</li> </ul>
Método de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios de casos, experimentos, encuestas, demostraciones matemáticas e indicadores de resultados.</li> </ul>

### 3. Ejecución

Una vez definido el protocolo, la realización de la revisión requiere seguir cada uno de los pasos descritos anteriormente. El uso de herramientas puede ayudar a simplificar la realización de esta tarea. Herramientas estándar como Excel o las hojas de Google permiten que varios investigadores trabajen en colaboración. Otra herramienta en línea diseñada específicamente para realizar una RSL es Parsifal<sup>2</sup>. Esta herramienta permite a los investigadores, especialmente en el contexto de la Ingeniería de Software, definir metas y objetivos, importar artículos mediante archivos BibTeX, eliminar duplicados, definir criterios de selección y generar informes.

#### Construir cadenas de búsqueda en bibliotecas digitales

Las cadenas de búsqueda se construyen teniendo en cuenta los elementos PICOC y los sinónimos para ejecutar la búsqueda en cada base de datos. Una cadena de búsqueda debe separar los sinónimos con el operador booleano OR. En comparación, los elementos PICOC se separan con paréntesis y el operador booleano AND. A continuación, se presenta un ejemplo:

*("Smart Manufacturing"OR "Digital Manufacturing"OR "Smart Factory") AND ("Business Process Management"OR "BPEL"OR "BPM"OR "BPMN") AND ("Semantic Web"OR "Ontology"OR "Semantic"OR "Semantic Web Service") AND ("Framework"OR "Extension"OR "Plugin"OR "Tool")*

#### Recopilar estudios

Las bases de datos que ofrecen búsquedas avanzadas permiten a los investigadores realizar consultas basadas en títulos, resúmenes y palabras clave, así como en años o áreas de investigación. La Fig. 1 presenta el ejemplo de una búsqueda avanzada en Scopus, utilizando título, resumen y palabras clave (TITLE-ABS-KEY). La mayoría de las bases de datos permiten el uso de operadores lógicos (por ejemplo, AND, OR). En el ejemplo, se busca "BIG DATA" y "USEREXPERIENCE" o "UX" como sinónimo. En general, los datos bibliométricos de los artículos pueden exportarse desde las bases de datos como archivo de valores separados por comas (CSV) o archivo BibTeX, lo que resulta útil para la extracción de datos y el análisis cuantitativo y cualitativo. Además, los investigadores deberían aprovechar los programas informáticos de gestión de referencias, como Zotero, Mendeley, Endnote o Jabref, que importan fácilmente la información bibliográfica a los programas.

<sup>2</sup> <https://parsif.al/>

< Basic Search Advanced Search tips ⓘ

Enter query string  
TITLE-ABS-KEY("BIG DATA" AND ("USEREXPERIENCE" OR "UX")) AND PUBYEAR > 2019

---

Outline query   Add Author name / Affiliation   Clear form   **Search Q**

Figura 1. Ejemplo de búsqueda avanzada en Scopus.

## Selección y perfeccionamiento de estudios

El primer paso en esta etapa consiste en identificar los duplicados que aparecen en las distintas búsquedas en las bases de datos seleccionadas. Aquí pueden ser convenientes algunos procedimientos automáticos, herramientas como las fórmulas de Excel o lenguajes de programación (por ejemplo, Python). En el segundo paso, los artículos se incluyen o excluyen según los criterios de selección, principalmente mediante la lectura de los títulos y los resúmenes. Por último, se evalúa la calidad utilizando la escala predefinida. La Fig. 2 muestra un ejemplo de evaluación de la calidad de tres artículos en Parsifal, utilizando una escala simple. En este escenario, el procedimiento de puntuación es el siguiente *SÍ* = 1, *PARCIALMENTE* = 0,5, y *NO* o *DESCONOCIDO* = 0. Debe definirse una puntuación de corte (umbral) para filtrar los artículos que no superan la EC. La EC requerirá una revisión ligera del texto completo del artículo.

Quality Assessment

**Detailed**   Summary

Show: ☒ All ☐ Done ☐ Pending ☐ Score higher than 1.5 ☐ Score lower or equal to 1.5   Order by: Title (a - z) ▼

To answer the form you may click on the desired answer on the following tables.

A 3-Tier Solution for Facilitating STEM Education in Primary Schools (2018) <span style="float: right;">2.0</span>			
¿Cumple con los criterios de inclusión y exclusión?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿Los estudios se enfocan hacia la enseñanza-aprendizaje de un área de la IA?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿Los estudios abordan las preguntas de investigación establecidas en la RSL?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿La revisa o conferencia dónde fue publicado el artículo se encuentra dentro rankings SRJ y Core?	SI	PARCIALMENTE	NO

A is for Artificial Intelligence: The Impact of Artificial Intelligence Activities on Young Children's Perceptions of Robots (2019) <span style="float: right;">2.0</span>			
¿Cumple con los criterios de inclusión y exclusión?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿Los estudios se enfocan hacia la enseñanza-aprendizaje de un área de la IA?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿Los estudios abordan las preguntas de investigación establecidas en la RSL?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿La revisa o conferencia dónde fue publicado el artículo se encuentra dentro rankings SRJ y Core?	SI	PARCIALMENTE	NO

A review of e-Learning policy in school education in Singapore, Hong Kong, Taiwan, and Beijing: implications to future policy planning (2014) <span style="float: right;">1.5</span>			
¿Cumple con los criterios de inclusión y exclusión?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿Los estudios se enfocan hacia la enseñanza-aprendizaje de un área de la IA?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿Los estudios abordan las preguntas de investigación establecidas en la RSL?	SI	PARCIALMENTE	NO
¿La revisa o conferencia dónde fue publicado el artículo se encuentra dentro rankings SRJ y Core?	SI	PARCIALMENTE	NO

Figura 2. Evaluación de la calidad (EC) en Parsifal.

## Extracción de datos

Los artículos que superan la selección del estudio se leen de forma exhaustiva y crítica. A continuación, el investigador completa la información requerida mediante el formulario de “extracción de datos”, como se ilustra en la Fig. 3, en este caso con la herramienta Parsifal.

PopBots: Designing an Artificial Intelligence Curriculum for Early Childhood Education 3.0 [mark as undone](#)

Técnicas	PopBots (robot social) Programación en bloques
Métodos o metodologías	
Tecnologías	Smart phone (aplicación PopBots) Tablet (aplicación PopBlocks) Set de LEGOWwDo 2.02
Factores a considerar	
Prototipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprendizaje práctico. Hacer que el juego de herramientas sea interactivo y dejar que los niños se guíen por sí mismos a través de las actividades.</li> <li>Aprendizaje de principio a fin. Hacer que los niños desempeñen un papel en cada paso del desarrollo de un sistema completo, desde</li> </ul>
Países con iniciativas	
Dilemas éticos	
Países donde se enseña la IA	
Aportación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de los niños para comprender los conceptos de la IA se correlacionaba positivamente con la medida en que eran capaces de explorar los conceptos de la IA mediante la interacción con las actividades.</li> <li>Crear proyectos que utilicen la tecnología de la IA y aumente las habilidades metacognitivas de razonamiento de los niños (pensar</li> </ul>
Área o Áreas de la IA	Sistemas Expertos (sistemas basados en el conocimiento), Machine Learning (aprendizaje automático supervisado), IA generativa

Figura 3. Ejemplo de formulario de extracción de datos con Parsifal.

La información necesaria (características del estudio y conclusiones) de cada estudio incluido debe adquirirse y documentarse mediante una lectura cuidadosa. La extracción de datos es valiosa, especialmente si los datos requieren manipulación o suposiciones e inferencias. Así, la información puede sintetizarse a partir de los datos extraídos para el análisis cualitativo o cuantitativo [16]. Esta documentación favorece la claridad, la precisión de los informes y la capacidad de indagación y replicación de la RSL.

## Análisis e informe

La fase de análisis examina los datos sintetizados y extrae información significativa de los artículos seleccionados [10]. Esta fase tiene dos objetivos principales. El primero es analizar la bibliografía en términos de autores, revistas, países y organizaciones destacados. Además, ayuda a identificar correlaciones entre temas. Aunque no sea obligatoria, esta actividad puede ser constructiva para que los investigadores posicionen su trabajo, encuentren tendencias y oportunidades de colaboración. A continuación, los datos de los artículos seleccionados pueden analizarse mediante el análisis bibliométrico (AB). El AB resume grandes cantidades de datos bibliométricos para presentar el estado de la estructura intelectual y las tendencias emergentes en un tema o campo de investigación [4]. En la Tabla 7 se presentan algunas de las representaciones más habituales del análisis bibliométrico. Varias herramientas pueden realizar este tipo de análisis, como Excel y Google Sheets para gráficos estadísticos o utilizando lenguajes de programación como Python que dispone de múltiples librerías de visualización de datos (i.e. Matplotlib, Seaborn). Los mapas de conglomerados basados en datos bibliográficos (es decir, palabras clave, autores) pueden desarrollarse en VOSviewer<sup>3</sup>, lo que facilita la identificación de conglomerados de elementos relacionados [18]. En la Fig. 4, el tamaño de los nodos representa el número de artículos relacionados con la palabra clave, y las líneas representan los vínculos entre los términos de la palabra clave.

<sup>3</sup> <https://www.vosviewer.com/>



Tabla 7. Técnicas de análisis bibliométrico y ejemplos.

Análisis de las publicaciones	Descripción	Ejemplo
Años de publicaciones	Determinar el interés en el tema de investigación por años o el periodo establecido por la RSL, mediante la cuantificación del número de artículos publicados. Con esta información también es posible prever la tasa de crecimiento del interés por la investigación.	[11] identificaron la tasa de crecimiento del interés de la investigación y la tendencia anual de las publicaciones.
Top $k$ contribución revistas/conferencias	Identificar las principales revistas y conferencias en las que los autores pueden compartir sus trabajos actuales y futuros.	[1,2].
Los $k$ países o contribuciones de afiliación	Examinar las repercusiones de los países o afiliaciones que lideran el tema de investigación.	[11,24] identificaron los países más influyentes.
Autores principales	Identificar a los autores más significativos en un campo de investigación.	
Análisis de correlación de palabras clave.	Explorar las relaciones existentes entre temas en un campo de investigación basándose en el escrito de la publicación o las palabras clave establecidas en los artículos.	[1] utilizando el análisis de agrupación de palabras clave (Fig. 4). [2] mediante el análisis de frecuencias.
Citas totales y medias	Identificar las publicaciones más relevantes en un campo de investigación.	[7] gráfico de dispersión de puntuaciones de citas y factor de impacto.

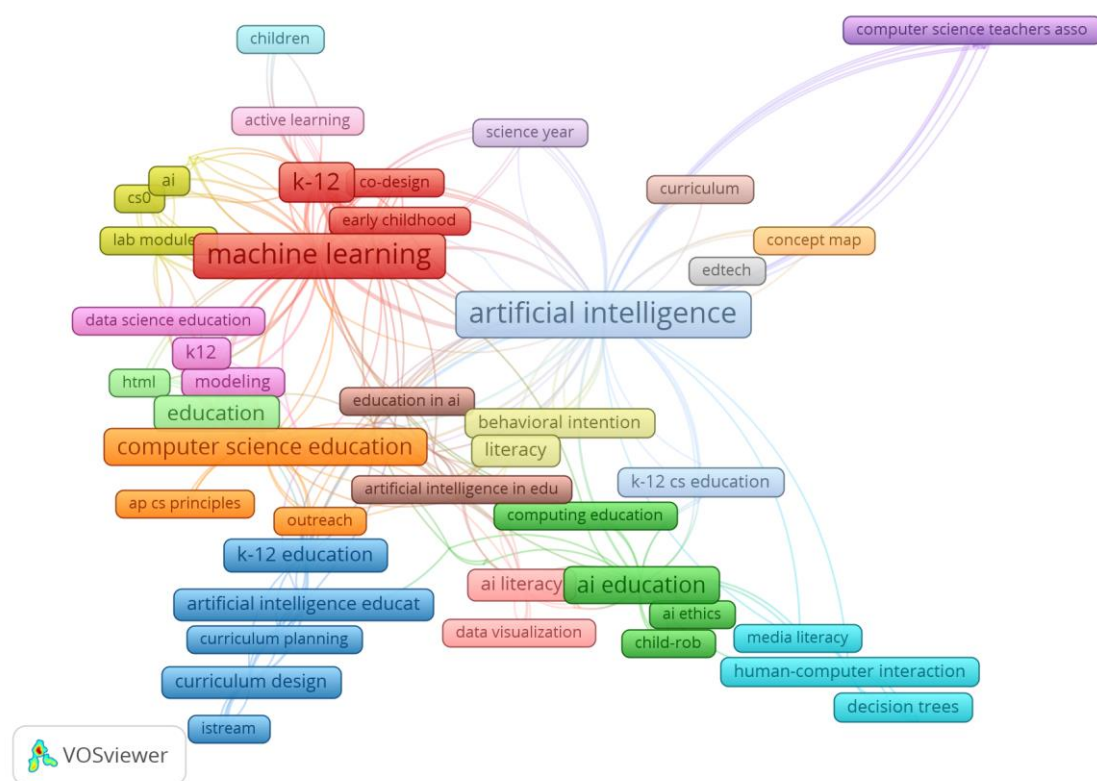


Figura 4. Análisis de correlaciones de palabras clave mediante clusterización en VOSviewer.

Este segundo objetivo, el más importante, consiste en responder a las preguntas formuladas en la investigación, lo que debe incluir un análisis cuantitativo y cualitativo. El análisis cuantitativo

puede usar los datos categorizados, etiquetados o codificados en el formulario de extracción. Estos datos pueden transformarse en valores numéricos para realizar un análisis estadístico. Uno de los métodos más empleados es el análisis de frecuencias, que muestra la recurrencia de un suceso y también puede representar la distribución porcentual de la población (es decir, porcentaje por tipo de tecnología, frecuencia de uso de distintos marcos, entre otros). El análisis cualitativo incluye la narración de los resultados, la discusión que indica el camino a seguir en futuros trabajos de investigación y la deducción de una conclusión. Por último, en el informe de revisión bibliográfica debe figurar el protocolo para garantizar que otros investigadores puedan reproducir el proceso y comprender cómo se ha realizado el análisis. En el protocolo, es esencial presentar los criterios de inclusión y exclusión, la EC y la racionalidad más allá de estos aspectos. La presentación y el informe de los resultados dependerán de la estructura de la revisión dada por los investigadores que realizan una RSL, no hay una respuesta única. Esta estructura debe agrupar los estudios en temas, características o subgrupos clave [28].

## Conclusión

Una RSL puede ser una tarea extensa y exigente; sin embargo, los resultados son beneficiosos porque proporcionan una visión global de las evidencias disponibles sobre un tema determinado. Por este motivo, los investigadores deben tener en cuenta que todo el proceso de una RSL se adapta para responder a la pregunta o preguntas de investigación. En este artículo se ha detallado una guía práctica con los pasos esenciales para llevar a cabo una RSL en el contexto de la CC y la Ingeniería de Software, al tiempo que se citan múltiples ejemplos y herramientas útiles. Se prevé que este método ayude a los investigadores, y en particular a los que se encuentran en la fase inicial, a seguir un enfoque algorítmico para cumplir esta tarea. Por último, en el Apéndice A se presenta una lista de comprobación rápida como complemento de este artículo.

## Referencias

- [1] A. Carrera-Rivera, F. Larrinaga, G. Lasa, Context-Awareness for the design of Smart-Product Service Systems: Literature Review, *Comput. Ind.* (2022).
- [2] J. Cong, C.-H. Chen, P. Zheng, X. Li, Z. Wang, A holistic relook at engineering design methodologies for smart product service systems development, *J. Cleaner Prod.* 272 (2020) 122737, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122737.
- [3] Y. Cui, S. Kara, K.C. Chan, Manufacturing big data ecosystem: A systematic literature review, *Rob. Comput. Integr. Manuf.* 62 (2020) 101861.
- [4] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey, W.M. Lim, How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines, *J. Bus. Res.* 133 (2021) 285–296.
- [5] B. Kitchenham, O.P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, S. Linkman, Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review, *Inf. Softw. Technol.* 51 (1) (2009) 7–15.
- [6] B. Kitchenham, S. Charters, Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering, 2007 Technical report, EBSE Technical Report EBSE-2007-01 <https://www.cs.auckland.ac.nz/~norsaremah/2007%20Guidelines%20for%20performing%20SLR%20in%20SE%20v2.3.pdf>.
- [7] R.J. Machchhar, C.N.K. Toller, A. Bertoni, M. Bertoni, Data-driven value creation in Smart Product-Service System design: State-of-the-art and research directions, *Comput. Ind.* 137 (2022) 103606, doi: 10.1016/j.compind.2022.103606.
- [8] S. Mahdavi-Hezavehi, V.H. Durelli, D. Weyns, P. Avgeriou, A systematic literature review on methods that handle multiple quality attributes in architecture-based self-adaptive systems, *Inf. Softw. Technol.* 90 (2017) 1–26.
- [9] G.R. Marczyk, D. DeMatteo, D. Festinger, *Essentials of research design and methodology*, 2, John Wiley & Sons, 2010.

- [10] W. Mengist, T. Soromessa, G. Legese, Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research, *MethodsX* 7 (2020) 100777, doi: 10.1016/j.mex.2019.100777.
- [11] H.N. Ngoc, G. Lasa, I. Iriarte, Human-centred design in industry 4.0: Case study review and opportunities for future research, *J. Intell. Manuf.* (2021) 1–42.
- [12] D. Pati, L.N. Lorusso, How to write a systematic review of the literature, *HERD* 11 (1) (2018) 15–30.
- [13] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, D. Georgakopoulos, Context aware computing for the internet of things: A survey, *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 16 (1) (2013) 414–454.
- [14] M. Petticrew, H. Roberts, *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*, John Wiley & Sons, 2008.
- [15] V. Ramesh, R.L. Glass, I. Vessey, Research in computer science: An empirical study, *J. Syst. Softw.* 70 (1–2) (2004) 165–176.
- [16] K.S. Taylor, K.R. Mahtani, J.K. Aronson, Summarising good practice guidelines for data extraction for systematic reviews and meta-analysis, *BMJ Evid. Based Med.* 26 (3) (2021) 88–90, doi: 10.1136/bmjebm-2020-111651.
- [17] W.M. Vagias, Likert-type scale response anchors, Clemson International Institute for Tourism & Research Development, Department of Parks, Recreation and Tourism Management. Clemson University, 2006.
- [18] N.J. Van Eck, L. Waltman, Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping, *Scientometrics* 84 (2) (2010) 523–538.
- [19] E. Vieira, J. Gomes, A comparison of Scopus and Web of Science for a typical university, *Scientometrics* 81 (2) (2009) 587–600.
- [20] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M.C. Ohlsson, B. Regnell, A. Wesslén, *Experimentation in software engineering a*, Springer Science & Business Media, 2012.
- [21] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M.C. Ohlsson, B. Regnell, A. Wesslén, Systematic Literature Reviews, in: *Experimentation in Software Engineering*, Springer, Berlin Heidelberg, 2012, pp. 45–54, doi: 10.1007/978-3-642-29044-2\_4.
- [22] L. Yang, H. Zhang, H. Shen, X. Huang, X. Zhou, G. Rong, D. Shao, Quality assessment in systematic literature reviews: A software engineering perspective, *Inf. Softw. Technol.* 130 (2021) 106397.
- [23] M. Zahabi, Abdul Razak, M A, Adaptive virtual reality-based training: A systematic literature review and framework, *Augmented Reality, Virtual Reality, Comput. Graphics, Int. Conf., AVR 2020, Proc.*, 7th 24 (4) (2020) 725–752.
- [24] P. Zheng, Z. Wang, C.-H. Chen, L.P. Khoo, A survey of smart product-service systems: Key aspects, challenges and future perspectives, *Adv. Eng. Inf.* 42 (2019) 100973.
- [25] Y. Zhou, H. Zhang, X. Huang, S. Yang, M.A. Babar, H. Tang, Quality assessment of systematic reviews in software engineering: A tertiary study, in: *Proceedings of the 19th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 2015, pp. 1–14.
- [26] Okoli, C., & Schabram, K. (2010). *A guide to conducting a systematic literature review of information systems research*.
- [27] K. Petersen, S. Vakkalanka, L. Kuzniarz, Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update, *Information and software technology* 64 (2015) 1–18.
- [28] J. Rowley, F. Slack, *Conducting a literature review*, Management research news (2004).

## Apéndice A

	(✓)	Sección/Tema	Comentarios y observaciones	Páginas
Planificación		<b>Título</b>		
		<b>Introducción y antecedentes</b>		
		<b>Objetivos</b>	Identificación de la necesidad de una revisión.	
		<b>Metodología</b>		
		Criterio PICOC: palabras claves y sinónimos	Define población, intervención, comparación, resultados y contexto.	
		Preguntas de investigación	Las preguntas de investigación fijan el enfoque de la RSL, basado en el PICOC.	
		Bases de datos digitales	Selección de bibliotecas digitales.	
		Criterios de inclusión y exclusión	Criterios de selección, la revisión debe presentar la justificación de la inclusión/exclusión.	
		Evaluación de la calidad (EC)		
		<i>Lista de verificación de EC</i>	Definir el instrumento de calidad.	
		<i>Escala de respuestas y ponderación</i>		
		<i>Definir la puntuación mínima</i>		
		Formulario extracción de datos		
Ejecución		<b>Selección de estudios</b>		
		<i>Consulta de búsqueda y resultados</i>	La selección final de artículos es el resultado de diferentes etapas, desde la recopilación de artículos de las bases de datos seleccionadas, pasando por los criterios de inclusión, hasta el control de calidad. La mejor forma de representar este proceso es mediante diagramas de flujo.	
		<i>Resumen de los estudios incluidos</i>		
		<i>Resumen de la EC</i>		
		<b>Reporte y análisis</b>		
		Análisis bibliométrico	Análisis relacionados con las publicaciones.	
		Resultados de las preguntas de investigación		

		<i>Resultados del análisis cuantitativo</i>	Para presentar los resultados del análisis cuantitativo, los autores pueden utilizar una combinación de síntesis narrativa y resumen de los estudios en forma de tabla.	
		<i>Discusión</i>	El resumen cuantitativo puede presentarse en tablas y gráficos.	
		<i>Límites y retos</i>		
		Conclusiones	Implicaciones de las conclusiones, cuestiones pendientes y necesidades de investigación futura.	

## Apéndice B

