

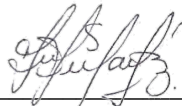
Cali 27 octubre 2022

Recomendaciones para la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos_(Nombre Trabajo de Grado)

Paola Andrea Otero Cano (Autor Trabajo de Grado)

Nota de Aceptación

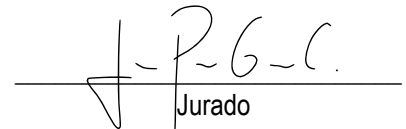
Certificamos que el presente Trabajo de Grado Satisface, en alcances y calidad, todos los requisitos que demanda un Trabajo de Grado de Maestría.



Director

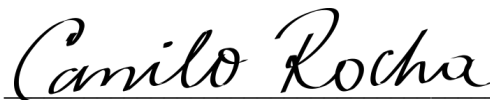


Jurado

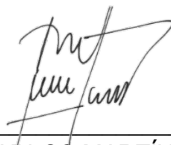


Jurado

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana Cali, para optar el título de Magister en Ingeniería.



HERNÁN CAMILO ROCHA NIÑO Ph. D.
Decano Facultad de Ingeniería y Ciencias



JUAN CARLOS MARTÍNEZ ARIAS
Director Posgrados de Ingeniería y Ciencias



Acta de Correcciones al Documento de Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 21 de octubre de 2022

Autor: Paola Andrea Otero Cano

Título del Trabajo de Grado: “Recomendaciones para la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos”

Director: Luz Marina Sierra Martínez

Como indica el artículo 2.13 de las Directrices para Trabajo de Grado de Maestría, he verificado que el estudiante indicado arriba ha implementado todas las correcciones que los Jurados del Proyecto de Trabajo de Grado definieron que se efectuaran, como consta en el Acta de Evaluación correspondiente.

Firma del Director del Trabajo de Grado

Datos de la estudiante

Nombres: Paola Andrea Otero Cano

Dirección: Carrera 8 #19N-25. Edificio Navarra, apto 602

Teléfono: 3007419268

Correo electrónico: andrea.otero27@gmail.com

Profesión: Ingeniera en electrónica y telecomunicaciones Universidad del Cauca

Empresa: Davinci Technologies

Cargo: Especialista Top en Soluciones de Datos

Paola Andrea Otero Cano

**Recomendaciones para la recuperación y publicación de
recursos educativos interoperables e integrados en la
web de los datos**

Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería y Ciencias
Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la
Pontificia Universidad Javeriana de Cali para la obtención del
Título de
Magister en Ingeniería
Énfasis en Sistemas y computación

Director:

PhD. Luz Marina Sierra Martínez

Cali

2022

A mi familia

Agradecimientos

Le agradezco principalmente a Dios por haberme acompañado a lo largo de este camino, por ser mi guía y fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de experiencias, aprendizajes y mucha felicidad.

Le doy gracias a mis padres Alida y Fredy por apoyarme en todo momento, por sus consejos, guía y por ser incondicionales en mi vida. A mi hermano Carlos Andrés por todas las lecciones y alegrías que me ha brindado. A mi familia y amigos por estar siempre presentes en mi crecimiento como persona y profesional.

A mi directora Luz Marina por todo su apoyo, paciencia, orientación y asesoría en el desarrollo de este trabajo. A la Pontificia Universidad Javeriana y al departamento de Electrónica y ciencias de la computación, a todos los docentes y administrativos de la facultad de ingeniería por contribuir en mi formación.

A Colciencias por brindarme el apoyo económico para realizar mis estudios de maestrías y lograr culminar este trabajo.

A todos mil gracias.

Andrea Otero

Resumen estructurado

En este proyecto se plantea unos pasos guía como recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos integrados e interoperables en la web de los datos. Para ello, en primer lugar, se realizó un mapeo sistemático donde se obtuvo el estado actual de investigaciones sobre el tema. En segundo lugar, se propone un diseño de una ontología de dominio, basada en el análisis del mapeo, para la publicación y recuperación de recursos, esta ontología cuenta con 7 clases principales y 3 subclases. Por último, se presentan las recomendaciones, que se basan tanto en el conocimiento adquirido en el mapeo como en el diseño de la ontología y tiene en cuenta los principios sugeridos por W3C, FAIR y Tim Berners-lee. Cabe aclarar que en el diseño de la Ontología se incluyeron las recomendaciones propuestas.

Finalmente, para el proceso de validación de las recomendaciones propuestas, se aplica una encuesta de satisfacción donde se evalúa la utilidad de las recomendaciones mediante el análisis de la polaridad y subjetividad de las respuestas de los usuarios. Se efectúan dos pruebas, en la primera se facilita a los usuarios un documento que contiene las recomendaciones, esto para determinar el entendimiento global de las mismas; y en la segunda prueba, se le comparte una página web a los usuarios, se les da unas instrucciones para que realicen una búsqueda sobre dicha página, esto se hace para comprobar el entendimiento de la aplicación de las recomendaciones. Esta evaluación se realizó a un grupo de 10 personas, de las cuales 5 eran usuarios técnicos de áreas a fines a sistemas y electrónica, y los 5 restantes eran docentes y expertos temáticos del departamento del Cauca. Los resultados fueron exitosos y se presentan en el análisis de los resultados del proceso.

Palabras Clave: Recursos educativos, publicación de información, recuperación de información, ontología, web de los datos, web semántica, recomendaciones, guía.

Structured abstract

This project proposes some guiding steps as recommendations for the publication and retrieval of integrated and interoperable educational resources on the web of data. First, a systematic mapping was carried out to obtain the current state of research on the subject. Secondly, a design of a domain ontology, based on the mapping analysis, is proposed for the publication and retrieval of resources, this ontology has 7 main classes and 3 subclasses. Finally, recommendations are presented, which are based both on the knowledge acquired in the mapping and in the design of the ontology and take into account the principles suggested by W3C, FAIR and Tim Berners-lee. It should be clarified that the proposed recommendations were included in the design of the Ontology.

Finally, for the validation process of the proposed recommendations, a satisfaction survey is applied where the usefulness of the recommendations is evaluated by analyzing the polarity and subjectivity of the users' answers. Two tests are carried out, in the first one a document containing the recommendations is provided to the users, this is to determine the global understanding of the recommendations; and in the second test, a web page is shared to the users, they are given some instructions to carry out a search on this page, this is done to check the understanding of the application of the recommendations. This evaluation was carried out with a group of 10 people, 5 of whom were technical users from areas related to systems and electronics, and the remaining 5 were teachers and subject matter experts from the department of Cauca. The results were successful and are presented in the analysis of the results of the process.

Keywords: Educational resources, information publishing, information retrieval, ontology, web of data, semantic web, recommendations, guide.

Contenido

Resumen estructurado	i
Structured abstract	iii
Lista de figuras	viii
Lista de tablas.....	x
Lista de anexos.....	xii
Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos.....	7
1.3 Contribuciones de esta tesis	8
1.4 Organización del documento.....	8
Recuperación y publicación de recursos educativos: Un mapeo sistemático.....	10
2.1 Introducción.....	11
2.2 Trabajos relacionados y declaración de investigación	15

2.3	Metodología.....	20
2.3.1	Preguntas de investigación.....	20
2.3.2	Búsqueda	22
2.3.3	Selección y evaluación de calidad.....	24
2.3.4	Extracción de datos.....	26
2.3.5	Análisis y clasificación.....	27
2.3.6	Evaluación de validez	27
2.4	Resultados del mapeo	28
2.4.1	Artículos seleccionados	28
2.4.2	¿Cómo ha evolucionado el estado actual de la recuperación y publicación de información a lo largo del tiempo?	28
2.4.3	¿Cuáles son las técnicas y métodos usados para la recuperación y publicación de recursos educativos?	34
2.4.4	¿Cómo se está realizando la publicación y recuperación de recursos educativos en la literatura?	36
2.4.5	¿Cuáles son las áreas de aplicación de las técnicas de recuperación y publicación de recursos educativos?	37
2.4.6	¿Qué tipo de sistemas, soluciones o estrategias han sido implementadas para la recuperación y publicación de recursos educativos y cuáles han sido más efectivos?	38
2.5	Conclusiones.....	39

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos	41
3.1 Introducción.....	42
3.2 Contexto y trabajos relacionados	44
3.2.1 Un análisis de la situación actual.....	44
3.2.2 Contexto conceptual y teórico	47
3.3 Proceso de desarrollo de la ontología de dominio.....	50
3.3.1 Propósito	51
3.3.2 Preguntas de competencia	51
3.3.3 Definición de conceptos, propiedades y relaciones.....	52
3.3.4 Iteraciones de diseño	56
3.3.5 Implementación	59
3.4 Conclusiones.....	65
Recomendaciones y evaluación	67
4.1 Metodología Patrón de Investigación Iterativo.....	67
4.2 Recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos	69
4.2.1 Introducción	70
4.2.2 Audiencia.....	70
4.2.3 Alcance	71

4.2.4	Recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos	71
4.3	Evaluación.....	76
4.3.1	Planificación de pruebas.....	76
4.3.2	Resultados de evaluación.....	78
4.4	Conclusiones.....	87
	Conclusiones y trabajo futuro.....	88
	Conclusiones.....	88
	Trabajo futuro.....	89
	Bibliografía.....	90

Lista de figuras

Figura 1. Principios de Linked Data. Fuente [33].	13
Figura 2. Esquema de 5 estrellas. Fuente [33].	14
Figura 3. Directrices del mapeo sistemático.....	21
Figura 4. Top 20 de trabajos más citados.	29
Figura 5. Rango de citaciones.	29
Figura 6. Número de trabajos por país.	30
Figura 7. Número de autores por país.....	31
Figura 8. Número de trabajos por año de publicación.	32
Figura 9. Número de trabajos por tipo de documento.....	32
Figura 10. Número de trabajos por tipo de documento distribuidos en año de publicación.....	33
Figura 11. Número de documentos por base de datos.....	33
Figura 12. Nube de palabras clave.....	34
Figura 13. Técnicas más usadas de la Web Semántica para la publicación y recuperación de recursos.....	35
Figura 14. Pasos de la metodología de Noy y McGuinnes.....	50

Figura 15. Definición de jerarquía de clases.	55
Figura 16. Diseño general de la ontología.....	56
Figura 17. Diseño general de la ontología – iteración 2.	58
Figura 18. Diseño general de la ontología – iteración 3.	58
Figura 19. Definición de la jerarquía de clases en Protégé.	59
Figura 20. Lista de las propiedades.....	60
Figura 21. Descripción de la propiedad hasResourceName.	60
Figura 22. Lista de relaciones.....	61
Figura 23. Descripción de la relación isSearchedBy.....	61
Figura 24. Representación en grafo de la ontología.	61
Figura 25. Individuos creados.....	62
Figura 26.Método patrón de investigación iterativo [26]	68
Figura 27. Insignias por cada paso de la guía de recomendaciones.	75
Figura 28. Cantidad de pasos por cada insignia.	75
Figura 29. Polaridad por pregunta.	78
Figura 30. Polaridad por tipo de prueba.	86
Figura 31. Búsqueda realizada por usuario.....	86
Figura 32. Resultado de la búsqueda de prueba.	86

Lista de tablas

Tabla 1. Lista de estudios sobre publicación y recuperación de recursos educativos	17
Tabla 2. Preguntas de investigación.....	21
Tabla 3. Palabras clave.....	23
Tabla 4. Criterios de inclusión y exclusión.	24
Tabla 5. Trabajos seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión.	24
Tabla 6. Criterios de calidad.	25
Tabla 7. Resultados aplicando criterios de calidad.....	26
Tabla 8. Plantilla para la extracción de datos.....	26
Tabla 9. Técnicas usadas	36
Tabla 10. Áreas de aplicación.....	38
Tabla 11. Preguntas de competencia	51
Tabla 12. Definición de clases	53
Tabla 13. Descripción de relaciones.....	54
Tabla 14. Preguntas de competencia en formato SPARQL.	62
Tabla 15. Respuestas de las preguntas de competencia.	64

Tabla 20. Paso 1 – Descripción del propósito del recurso educativo.....	71
Tabla 21. Paso 2 – Describir los recursos mediante metadatos descriptivos y estructurales.	72
Tabla 22. Paso 3 – Identificar de forma única y persistente los recursos.....	72
Tabla 23. Paso 4 – Hacer uso de URI como identificadores dentro de los recursos..	72
Tabla 24. Paso 5 – Proporcionar recursos en múltiples formatos legibles por máquina.	73
Tabla 25. Paso 6 – Reutilizar vocabularios existentes.....	73
Tabla 26. Paso 7 – Enriquecer los recursos con información complementaria.	73
Tabla 27. Paso 8 – Sintetizar comentarios de los usuarios.....	74
Tabla 28. Paso 9 – Hacer disponibles los recursos en la web.	74
Tabla 29. Paso 10 – Proporcionar un historial de versiones.	74
Tabla 30. Encuesta de satisfacción.	77
Tabla 31. Polaridad de cada respuesta por pregunta.	79
Tabla 30. Resultados bases de datos educativas.....	109
Tabla 31. Resultados bases de datos públicas.....	110
Tabla 31. Ecuaciones de búsqueda.	111
Tabla 31. Artículos seleccionados	112

Lista de anexos

Anexo A	109
---------------	-----

Introducción

La rápida evolución de las Tecnologías de la Información (TI) y su masificación ha influenciado el desarrollo de la sociedad y sobre todo su funcionamiento [1], como se puede apreciar en el sector educativo, dado que la combinación de estas tecnologías en sus procesos pedagógicos ha propiciado a transformaciones radicales de la forma en cómo se venía trabajando, y, así mismo, en la forma en que se aprende [2]. En consecuencia, los recursos educativos crecen tanto en cantidad como en variedad [3], creando interacciones de personas en diferentes espacios digitales [4], hasta el punto que en muchas ocasiones se dificulta tener acceso a los recursos educativos apropiados mediante una consulta en la web [5].

En un intento por dar solución a la problemática, se han creado iniciativas para recuperar información que sea relevante y pertinente de acuerdo a una consulta, como por ejemplo:

1. Los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) o los cursos masivos abiertos en línea (MOOC) [6], los cuales presentan los recursos educativos etiquetados y clasificados con respecto a una temática.
2. La implementación de motores de búsqueda o modelos de recuperación de información que buscan los recursos de acuerdo a una indexación de palabras clave o frecuencia de términos en una consulta [5].
3. Los repositorios de objetos de aprendizaje, son una alternativa más poderosa para compartir y recuperar información [6]. Esto se debe a que son concebidos

Planteamiento

especialmente para la educación y hacen uso de metadatos para que su búsqueda sea aún más eficiente y así mismo la recuperación de los recursos.

No obstante, dado el volumen de información y las diferentes formas de acceso a ellos, publicar recursos educativos en la web es una tarea desafiante, ya que se deben seguir ciertos criterios, recomendaciones que sigan una estructura ya sea de un dominio específico o a nivel general para que estos recursos logren estar interconectados en la web [4].

Con el ánimo de emplear alternativas para relacionar, interconectar o vincular los recursos, surge, *Linked Open Data* (LOD) [7], que aprovecha los datos internos de cada recurso para lograr su interoperabilidad. Adicionalmente, también el uso de ontologías [5], que permiten representar dicho conocimiento de una forma más sencilla, legible para los humanos y las máquinas, al mismo tiempo que apoya la interoperabilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta propuesta pretende generar un conjunto de recomendaciones que puedan ser aplicadas en la publicación y recuperación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos.

1.1 Planteamiento del problema

A través de los últimos años, la información generada digitalmente y consultada a través de internet o la web, ha experimentado un gran crecimiento, tal como lo presenta el reporte de domo [3], en relación a: 1) La generación de contenidos en las diferentes plataformas, por ejemplo, en YouTube cada minuto se cargan 500 horas de video, en Reddit 479.452 personas se interesan por un contenido, en Facebook 147000 fotos son subidas a la plataforma. 2) El crecimiento de la población en internet, que alcanza el 59% de la población mundial (abril del 2020), lo que representa 4570 billones de personas, cantidad que día a día genera y consume información.

Toda esta cantidad de información impacta la recuperación de la misma al momento de hacer búsquedas sobre un contenido específico, especialmente en contextos educativos, es decir, no siempre está clasificada adecuadamente por su relevancia en el tema o por la facilidad en su acceso. Por ello, han surgido diferentes alternativas que intentan ofrecer contenidos educativos organizados, clasificados para facilitar su recuperación, pero por si solas no son capaces de solucionar el inconveniente totalmente, por mencionar algunas de estas alternativas son:

- **Moodle.** Es una plataforma educativa de aprendizaje para estudiantes, profesores y administradores, que para septiembre del 2020 [8], cuenta con 242 millones de recursos en línea que pueden ser consultados por sus usuarios. No obstante, la información que allí se publica es de acceso restringido.
- **Coursera.** Es una plataforma de aprendizaje en línea para la educación superior, que para diciembre de 2019 [9], contaba con 3800 cursos, 400 especializaciones y 16 carreras y masters certificados. Aunque ofrece cursos gratuitos y su certificado de asistencia, para temas más especializados y de educación superior el acceso es de pago o restringido.
- **Udemy.** Se define a sí misma como una tienda virtual de enseñanza y aprendizaje [10], para abril de 2020 [11], existían más de 130.000 cursos ofertados. Al igual que Coursera, en temas especializados el acceso es restringido.
- **EdX.** Es una plataforma confiable para la educación y el aprendizaje, proveedor de MOOC de código abierto [12]. Para diciembre de 2019 [13], contaba con 2640 cursos y 10 carreras. Algunos de sus cursos tienen acceso restringido y para los cursos gratuitos, el certificado que avala el aprendizaje es de pago.
- **Udacity.** Es una organización educativa en línea que ofrece cursos en línea masivos y abiertos. Para diciembre de 2019 [13], contaba con 200 cursos y 1 carrera. No obstante, la información que proveen es de acceso restringido.
- **YouTube.** Es una plataforma que permite compartir contenido en video por sus usuarios. Para febrero de 2020 [14], más de 5 billones de videos son vistos a diario.
- **ColombiaAprende:** Es una plataforma digital que ofrece el gobierno colombiano para que los profesores, alumnos y padres de familia usen de herramienta para

Planteamiento

fortalecer conocimientos en diferentes áreas de conocimiento. Para abril de 2020 [15], contaba con 80 mil recursos y abiertos para diferentes niveles de educación. La información allí publicada, en su mayoría no involucra temas de educación superior, y a diferencia de las anteriores plataformas no ofrece carreras.

Las anteriores son plataformas que tienen cursos abiertos masivos en línea (*Massive Open Online Course - Mooc*) o que contienen recursos educativos abiertos (*Open Educational Resources - OER*), que aunque organizan la información de cierta forma, al buscar un tema educativo no necesariamente se encuentra el mejor o el más adecuado o el más relevante, porque la recuperación no incluye aspectos de idoneidad o de pertinencia, relevancia y facilidad de acceso para el usuario, sumado a que cada plataforma hace su propia clasificación temática de estos contenidos.

Teniendo en cuenta estos inconvenientes y en busca de proveer una solución, los motores de búsqueda, implementan modelos de recuperación de información cuya lógica se basa en la clasificación de la información en función de la ocurrencia de términos [5], pero presentan limitaciones en la precisión, por lo que pueden recuperar demasiada información que no es relevante para el usuario o no incorporan resultados que debería el usuario visualizar [5]. Por esto, la elección correcta de los recursos se hace cada vez más difícil, ya que cada recurso educativo en la web¹ es publicado de forma única y su clasificación, en la mayoría de los casos, se basa en el criterio y conocimiento de quién lo carga en la web y no está basado en reglas o principios comunes o algún estándar para tal fin [16].

¹ Recurso que puede ser accedido en línea, documentos o videos, concebido para fines educativos [16]

En ese sentido, los datos abiertos vinculados (*Linked Open Data - LOD*) surgen para promover la interoperabilidad y la integración de grandes colecciones de datos en la web [17], creando enlaces para que una máquina internamente logre explorar datos vinculados dentro de una red, y así, encontrar datos relacionados [18]. En ese orden de ideas, Tim Berners-Lee propone 4 reglas fundamentales para la publicación de datos vinculados [18]: 1) Usar URI como nombres para las cosas, 2) utilizar HTTP URI para que las personas puedan buscar esos nombres, 3) Cuando se busque la URI, proporcionar información útil haciendo uso de estándares como RDF o SPARQL, finalmente, 4) Incluir enlaces a otros URI para que se pueda descubrir más cosas. Adicionalmente, en [18] se propone un esquema de 5 estrellas que describe cómo hacer pública la información hasta llegar a tener datos vinculados, y así, enriquecer la relación con diferentes colecciones de datos. La interconexión de estos datos se enfoca en la identificación de características o entidades equivalentes, con el fin de representar su similitud en un dominio determinado [17], lo cual es un factor de suma importancia, ya que con este se determina y cuantifica la relación entre los datos, facilitando la recuperación de una información propicia para una búsqueda [19].

De modo similar, las ontologías son usadas como una herramienta para la representación de conocimiento de una forma sencilla, tanto para el ser humano como para una máquina, permitiendo contener en su estructura información conceptual sobre un dominio dado, ya que define términos y relaciones básicas del dominio, lo que puede llegar a mejorar la precisión en la recuperación de la información [5]. De acuerdo con [20], la integración de conocimiento se lleva a cabo bajo un lenguaje común de entendimiento de los conceptos de un dominio, este lenguaje hace referencia a la búsqueda de la interoperabilidad semántica, que garantiza que los sistemas entiendan la información intercambiada de la misma manera y en ese contexto las ontologías son la mejor herramienta a usar, creando un conocimiento común usando diferentes fuentes, por esto, en [21], mencionan que las ontologías sirven para la recuperación, integración e interoperabilidad entre fuentes de conocimiento heterogéneo.

Planteamiento

Sumado a lo anterior, también se han realizado varios esfuerzos para publicar recursos educativos en línea, según lo establecido para los LOD [18], y esfuerzos para representar el conocimiento interno de la información y obtener un resultado óptimo en su búsqueda, como por ejemplo: Blerina Spahiu, *et. al* [17], proponen un enfoque donde desarrollan un modelo de similitud y descubrimiento de vínculos para encontrar características o entidades semejantes en diferentes conjuntos de datos; Arciniega, Belén y Faggioni [22], presentan un modelo ontológico basado en los principios de los LOD, para que la información sea debidamente publicada y compartida, mostrando como una ontología permite estudiar las características de los datos que pueden existir en algún dominio, y su representación mediante una estructura o modelo. En Bulygin [23], presentan una forma de calificar las ontologías por medio de medidas de funciones de similitud semántica y léxica, lo que permite conseguir un modelo híbrido eficiente que presenta la información propicia de acuerdo a las búsquedas.

El esfuerzo de publicar recursos educativos bajo unos principios, es un paso requerido e indispensable para compartir y facilitar el acceso a recursos de calidad propicios para el usuario, por tal motivo, es necesario crear e implementar alternativas que permitan la recuperación y organización de esa gran cantidad de información, proveniente de los recursos educativos [9], así como también que permitan explotar el conocimiento interno dentro de una colección de datos que pueden ofrecer los LOD en un contexto.

En ese sentido, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo organizar el conocimiento sobre recuperación y publicación de recursos educativos fáciles de acceder y al mismo tiempo que se puedan relacionar aprovechando el conocimiento interno de estos?

Para dar solución a la anterior pregunta, se propuso un conjunto de recomendaciones para la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos teniendo el conocimiento organizado y estructurado en una ontología.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proponer un conjunto de recomendaciones para la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos mediante la especificación formal del conocimiento.

1.2.2 Objetivos específicos

Objetivo 1. Realizar un mapeo sistemático sobre la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos mediante los pasos propuestos por Petersen *et al.* [24].

Objetivo 2. Definir una ontología de dominio específico que permita entender y organizar el conocimiento proveniente del mapeo sistemático realizado, mediante la metodología propuesta por Noy y McGuinness [25].

Objetivo 3. Elaborar un conjunto de recomendaciones² que permitan publicar y recuperar recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos, que integre el conocimiento de la ontología definida haciendo uso de la metodología Patrón Iterativo de Investigación [26].

² De acuerdo con [140] y [141] son consejos que se sugieren en beneficio de realizar algo, funcionan como conclusión de un análisis realizado de una investigación. Por tanto, para efectos de esta propuesta, las recomendaciones estarán enfocadas en la forma de aplicar el conocimiento estructurado sobre publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos.

Planteamiento

Objetivo 4. Evaluar la utilidad³ de las recomendaciones propuestas para publicar y recuperar recursos educativos, mediante la determinación de la polaridad y la subjetividad a través de la aplicación de una encuesta a un grupo de usuarios del contexto educativo del Cauca.

1.3 Contribuciones de esta tesis

En esta sección, se presentan las contribuciones que el desarrollo de esta tesis hace al área de web semántica:

Un mapeo sistemático que representó los estudios más relevantes y actuales sobre la publicación y recuperación de recursos educativos o afines.

Una ontología de dominio específico sobre Recuperación y Publicación de contenidos.

Recomendaciones para publicar y recuperar recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos.

1.4 Organización del documento

En esta sección se presentaron el planteamiento del problema, los objetivos y las contribuciones a nivel de investigación que se obtuvieron con el desarrollo de esta tesis de maestría.

³ Medida de satisfacción por la que las personas valoran una opción de un servicio [116]

Seguidamente, en el capítulo 2, se presenta un mapeo sistemático, que incluye el protocolo de investigación seguido para responder las preguntas de investigación planteadas.

Luego, el capítulo 3, define la ontología de dominio específico para la recuperación y publicación de recursos educativos que, en primer lugar, presenta un contexto y trabajos relacionados sobre ontologías. En segundo lugar, mediante la metodología de Noy y McGuinness, se desarrolla la construcción de la ontología a partir de los resultados encontrados en el mapeo sistemático.

En el capítulo 4, se presentan un conjunto de recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos en formato de diez pasos, los cuales ya se encuentran incluidos en la ontología construida. Se describen las evaluaciones realizadas, los resultados obtenidos y las discusiones sobre los mismos.

Finalmente, en el capítulo 5, se presentan las conclusiones alcanzadas con el desarrollo de este trabajo y las propuestas para el desarrollo de futuras investigaciones.

Recuperación y publicación de recursos educativos: Un mapeo sistemático

Resumen

Contexto: El volumen de información en la web se hace cada vez más grande, de tal modo que día a día se generan nuevos recursos lo que propicia un aumento tanto en tamaño como en variedad de información, dificultando al usuario el acceso a los recursos apropiados de acuerdo con una consulta web. Para ello, han surgido estrategias para solucionar la problemática y hacer una búsqueda y recuperación efectiva de los recursos, como por ejemplo, las plataformas educativas tipo MOOC o motores de búsqueda especializados que se basan en indicar la coincidencia de palabras clave entre los recursos; sin embargo, estas estrategias no toman en cuenta las relaciones existentes entre el significado implícito de las palabras clave y los recursos, obteniendo como resultado información irrelevante para el usuario. En consecuencia, surgen los datos abiertos enlazados (LOD) para tener en cuenta las relaciones y así interconectar y vincular conjuntos de datos, haciendo uso de los lineamientos de *linked data* u ontologías para la representación del conocimiento, su publicación y recuperación.

Objetivo: El objetivo de este estudio es identificar y resumir de manera integral la investigación sobre: la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos.

Método: Se desarrolló un mapeo sistemático que tomó en consideración las fases propuestas en *Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update* [24].

Resultados: Fueron seleccionados 88 estudios; los principales hallazgos fueron: la recuperación y publicación de recursos se optimiza combinando varias técnicas, entre ellas, las que están relacionadas con ontologías, *linked data* o web semántica en general. Por otra parte, se evidencia que América Latina no tiene buena participación en cuanto al tema de interés, lo que marca un camino al que se debe apostar para contribuir en el mejoramiento del sistema educativo Colombiano.

Uno de los desafíos que más se logra evidenciar es que existe una escasez de trabajos sobre publicación y recuperación en conjunto, por lo que para desarrollar aplicaciones o sistemas que trabajen ambos temas se debe realizar una búsqueda por separado de publicación y recuperación para finalmente destacar lo relevante de ellos y así construir o desarrollar propuestas para el tema.

2.1 Introducción

En esta era digital, el crecimiento explosivo de la web ha generado un volumen masivo de información que puede ser compartida y/o reutilizada por diferentes usuarios [27], tal es el caso de las instituciones educativas que día a día generan nuevos recursos didácticos, los cuales crecen tanto en cantidad como en variedad [3], propiciando interacciones de usuarios en diferentes espacios digitales [4] hasta el punto de llegar a dificultar el acceso a los recursos apropiados mediante una consulta en la web [5].

Debido a lo anterior, se han generado diferentes estrategias para solucionar la problemática y así recuperar información que sea relevante y pertinente de acuerdo con una consulta realizada a continuación se listan algunas estrategias:

- Los cursos masivos abiertos en línea (MOOC) que han sido tendencia desde algunos años atrás [28] y organizan su información mediante etiquetas y clasificación con respecto a una temática.

Mapeo sistemático

- Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje (LOR), los cuales hacen uso de metadatos para que la búsqueda sea más eficiente y así mismo, la recuperación de los recursos [6].
- Motores de búsqueda, que hacen uso de la indexación de palabras clave para la búsqueda de los recursos [29] o la frecuencia de términos en una consulta [5].

Es así como surgen las diferentes plataformas de aprendizaje que tratan de implementar estas estrategias, como por ejemplo, Coursera, que diciembre de 2019 [9] tenía 3.800 cursos; Udemy, que en abril de 2020 [11] contaba con más de 130.000 cursos ofertados; o ColombiaAprende, que para abril de 2020 [15], incluía 80.000 recursos abiertos para diferentes niveles de educación. Sin embargo, dado el volumen de información, estas estrategias presentan limitaciones en cuanto a precisión, idoneidad o pertinencia, relevancia y facilidad de acceso, dado su enfoque de determinar la relevancia por la coincidencia de las palabras claves en los recursos, sin analizar las relaciones que existen entre el significado implícito de las palabras claves y los recursos, por lo que pueden recuperar información sin relevancia que el usuario no debería visualizar [5]. En consecuencia, la elección correcta de los recursos educativos en la web se hace cada vez más difícil y publicarlos es una tarea aún más desafiante, ya que deben seguir criterios y/o recomendaciones basados en algún estándar para tal fin [16].

Es así como, surgen los datos abiertos enlazados, LOD por sus siglas en inglés, para relacionar, interconectar y vincular grandes colecciones de datos en la web [17], otorgando significado a las conexiones que se encuentran en las diversas fuentes de datos para obtener información de mayor relevancia, tal como lo hacen en [30], [31], [32] y [33], a través de la interconexión de fuentes heterogéneas. Por eso, autores como Berners-Lee [18], proponen la web semántica como una extensión de la web actual, en la cual la información tiene un significado bien definido, facilitando a las computadoras trabajar mejor en cooperación con los humanos. Este mismo autor, además, propone un grupo de 4 principios que permiten procesar, compartir, exponer

y consumir dicha información de manera comprensible para las máquinas [33], los cuales son descritos en la Figura 1.

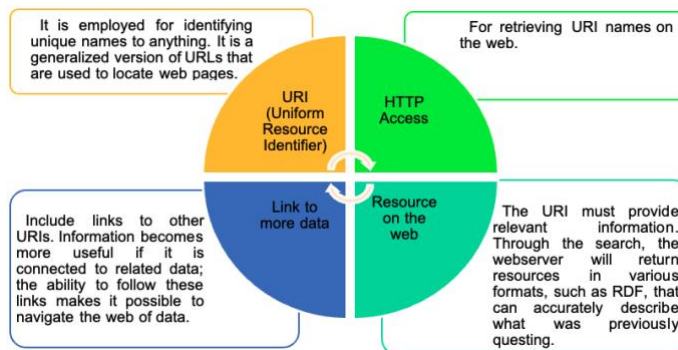


Figura 1. Principios de Linked Data. Fuente [33].

Adicionalmente, en [18], Berners-Lee propone un esquema de 5 estrellas que describe cómo hacer pública la información para obtener datos semánticamente mejor descritos y completamente vinculados entre sí, para así enriquecer la relación con diferentes colecciones de datos. La interconexión de estos datos se enfoca en la identificación de características o entidades equivalentes, con el fin de representar su similitud en un dominio determinado [17], lo cual es un factor de suma importancia, ya que con este se determina y cuantifica la relación entre los datos, facilitando la recuperación de una información propicia para una búsqueda [19]. Este esquema es presentado en la Figura 2.

Mapeo sistemático

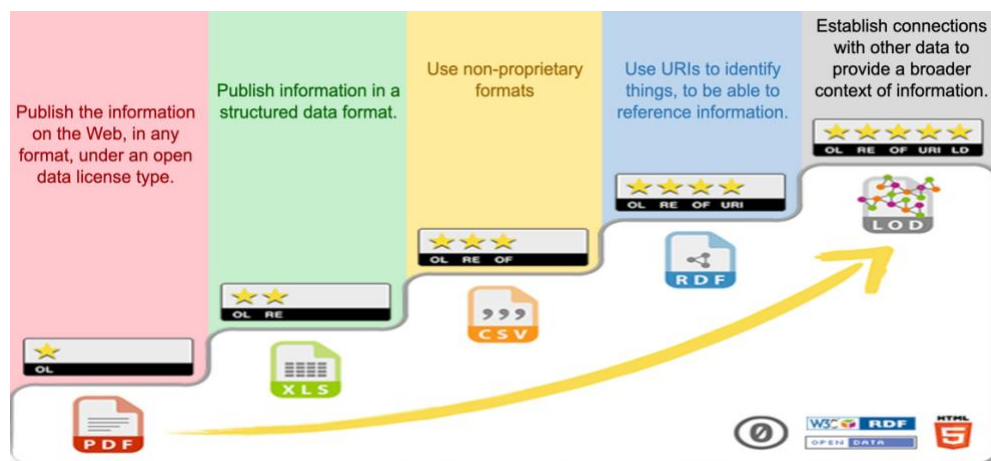


Figura 2. Esquema de 5 estrellas. Fuente [33].

También, las ontologías son usadas para la representación de conocimiento de una forma sencilla, tanto para las máquinas como para las personas, conteniendo en su estructura información conceptual como términos y relaciones sobre un dominio dado, lo que puede llegar a mejorar la precisión en la recuperación de información [5], ya que estas manejan tecnologías de datos vinculados entre los diferentes conjuntos de datos, ofreciendo una integración de conocimiento de fuentes heterogéneas mediante un mismo lenguaje para el acceso, intercambio, uso y reutilización de conocimiento [34], de tal modo que se busca lograr la interoperabilidad semántica [20].

En consecuencia, el esfuerzo de publicar recursos en la web bajo unos principios es imprescindible para compartir y facilitar el acceso a recursos de calidad propicios para el usuario. Por ello, es importante implementar mecanismos o alternativas que faciliten la recuperación y estructuración de toda la cantidad de información proveniente de los recursos educativos, así como también el aprovechamiento del conocimiento interno dentro de la red de datos que ofrecen los LOD en un contexto dado.

En ese sentido, esta investigación tiene como objetivo conocer el estado actual y evolución del conocimiento sobre: la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos. Con el propósito de aportar a el campo de la computación, más concretamente en el tema, en este artículo se presenta un mapeo sistemático sobre el estado del conocimiento actual y evolución

del conocimiento sobre: la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos. Para su desarrollo se incluyeron las etapas propuestas por Petersen et. al. [24], así: a) construcción de 5 preguntas de investigación, una de las cuales involucra un análisis bibliométrico; b) definición de palabras clave y la cadena de búsqueda utilizada en las bases de datos *ACM, IEEE Xplore, Science Direct, Scopus, Springer, Web of Science y Wiley Online Library*, en donde se encontraron un total de 297 artículos; c) aplicación de criterios de inclusión, exclusión y calidad; y por último, d) un *snowball* haciendo uso una herramienta que ayuda con la exploración de documentos relevantes, para finalmente seleccionar 88 artículos, con los cuales se respondieron las preguntas de investigación planteadas.

Las principales contribuciones de esta investigación son: Una actualización sobre el estado actual acerca de la recuperación y publicación de recursos educativos, de ahí la determinación de la brecha existente sobre el tema en América Latina, y sobre todo en Colombia, y una exploración sobre las técnicas más utilizadas para recuperación y publicación de recursos educativos. El resto del artículo se estructura así: Sección 2.2 presenta trabajos relacionados. Sección 2.3, describe el protocolo de investigación utilizado. Los resultados del estudio se detallan en la Sección 2.4. Finalmente, algunas conclusiones y trabajo futuro son presentados en la Sección 2.5.

2.2 Trabajos relacionados y declaración de investigación

La publicación de recursos educativos supone un desafío dado que se deben involucrar temas como la interoperabilidad e integración con la web de los datos. Se entiende como interoperabilidad a la acción de distribuir, reutilizar e incrementar la accesibilidad y portabilidad [35], que para este caso, sería la interoperabilidad de recursos educativos. Para tal objetivo, se han desarrollado tecnologías que proporcionan posibles soluciones a problemas de interoperabilidad, publicación y recuperación de datos, entre las más relevantes se tiene los datos enlazados (LD) o datos abiertos enlazados (LOD) y las ontologías.

Mapeo sistemático

De acuerdo con [27], los LOD son datos disponibles públicamente que se pueden acceder, utilizar y compartir fácil y universalmente. La tecnología LOD es usada para la exploración y publicación de datos en diferentes dominios, por lo cual, son un gran beneficio en el sector educativo porque va más allá de exponer los recursos en la web como documentos HTTP, sino también, realiza enlaces entre los recursos o explora y utiliza fuentes de datos más relevantes [36]. En [36] y [37] señalan la necesidad de tener competencias interdisciplinarias para transformar los datos en información de valor y que mediante el uso de herramientas software se obtenga un entorno de integración para simplificar el proceso de publicación y consumo de datos, para ello, los LOD sirven como modelo para compartir los datos en la web mediante el uso de identificadores uniformes de recursos (URI) [27] y los principios de Berners-Lee [18], en conjunto con marcos de anotación colaborativa como: OAC, W3C, MFWG y YUMA [38], y técnicas de minería de datos como: TF-IDF y la similitud del coseno [39]. Otras soluciones apuntan hacia la posibilidad de automatización con el fin de conseguir interoperabilidad, esto mediante un metalenguaje IEMML [40].

Ahora bien, para la recuperación de recursos educativos de la web semántica se utilizan enfoques basados en ontologías, dado que facilitan a un motor de búsqueda la recuperación de información permitiendo que los recursos sean minados de manera efectiva [41]. Se puede usar la combinación de técnicas como la coincidencia de ontologías usando un motor sintáctico y semántico, aunque en ciertos casos el motor de búsqueda semántico tiene mejor rendimiento en contraste con el motor de búsqueda sintáctico en relación a búsquedas de un documento relevante medido por factores de precisión y recuperación [42]. También, se utiliza la ontología de dominio para la creación de un enfoque automatizado para la clasificación de documentos, permitiendo que estos se agrupen en categorías [43], por ejemplo, la ontología de dominio de Apple Orchard [44], la cual logra una tasa de recuperación de palabras claves más alta que el algoritmo de recuperación de palabras tradicional. A lo anterior se suma una ontología para semi-automatización, la cual se utilizó para la construcción de un motor de búsqueda de conocimiento, de manera que el usuario ahorra tiempo al conseguir la información directamente sin tener que navegar por enlaces indexados

[45]. La ontología OBIREX que se basa en el uso de ontología del dominio para indexar una colección de documentos y el uso de enlaces semánticos entre documentos para permitir la inferencia de todos los documentos relevantes dentro del dominio de e-learning de la informática en el contexto de la web semántica [46]. La web semántica también es aplicada en los sistemas de recomendación de recursos digitales explotando así sus métodos y técnicas como es el sistema de recomendación semántica que mediante una consulta enviada por SPARQL asocia los nodos de consulta con los de término, los vínculos y los nodos de documento para entregar un listado de recomendaciones más relevante en cuanto a recursos digitales [47]. También, la técnica de incrustación de palabras de la web semántica ayuda a determinar un mayor nivel de similitud semántica entre publicaciones mediante el conteo y coincidencia de texto [48].

Las anteriores son técnicas, herramientas y modelos abstraídos de la revisión de estudios enfocados en el tema objeto de esta investigación. La Tabla 1 presenta una lista de estos estudios que incluye el tipo, el título del estudio, el número de estudios revisados y el año de publicación.

Tabla 1. Lista de estudios sobre publicación y recuperación de recursos educativos

Tipo	Nombre de artículo	Estudios analizados	Año	Referencia
Survey	Added Values of Linked Data in Education: A Survey and Roadmap	100	2018	[35]
Systematic review	The use of software tools in linked data publication and consumption: A systematic literature review	80	2017	[37]
Review	Integration of Open Educational Resources Through Linked Data: Challenges and Benefits Review	32	2020	[27]

Mapeo sistemático

Tipo	Nombre de artículo	Estudios analizados	Año	Referencia
Survey	Linked Data in Education: A Survey and a Synthesis of Actual Research and Future Challenges	114	2017	[49]
Systematic review	Applications, Methodologies and Technologies for Linked Open Data: A Systematic Literature Review	250	2020	[50]

En [35], se buscó organizar y categorizar la información ligada al intercambio de conocimientos en la educación y los datos enlazados, lo que da paso a la interoperabilidad entre estos permitiendo distribuir, reutilizar e incrementar la accesibilidad y portabilidad. En [37] se investigó acerca de herramientas software que favorezcan los procesos de publicación y consumo de datos enlazados, donde evidenciaron que dentro del proceso de publicación los primeros pasos no se llevan a cabo regularmente, este proceso es definido por la W3C en 10 pasos [51]: 1) Preparación de *stakeholders*, 2) Selección del conjunto de datos para su reutilización, 3) Modelado de los datos para representar los objetos de datos y sus relaciones, 4) Especificación de una licencia de datos abiertos adecuada, 5) Definición de URI para los datos enlazados, 6) Descripción de los objetos con vocabularios estándar, 7) Conversión de los datos a una representación de datos enlazados, 8) Creación de acceso de máquina a los datos, 9) Anuncio al público; y 10) Establecimiento de un contrato social de un editor de datos enlazados. También en [37], se señala la necesidad de un entorno de integración para simplificar la ejecución del proceso de publicación y consumo de datos enlazados. En [27], exploraron como la vinculación de datos se puede implementar en el sector educativo para utilizar recursos educativos abiertos de forma más eficiente, así como los beneficios y desafíos que representa su implementación para el sector. Aquí, se resalta la contribución que hace Berners-Lee con sus reglas para la publicación y su esquema de cinco estrellas, que a través del tiempo sigue demostrando su eficacia. En [49], analizan las propuestas de trabajos donde incorporan *linked data* en la educación, identifican las herramientas para mapear, almacenar y extraer datos como RDF, SPARQL, y SILK; también identifican

los datasets enlazados, como por ejemplo DBpedia o Wikidata; y finalmente, se describen los vocabularios, donde se menciona que al reutilizarlos es equivalente a adoptar un estándar, lo que es crucial para mejorar el descubrimiento y la reutilización de recursos educativos. El vocabulario más usado dentro de los trabajos analizados es Dublin Core. También, en [50] identifican las herramientas, tecnologías y metodologías para la publicación de recursos haciendo uso de *Linked data*, de tal modo que se evidencia que las tecnologías más usadas son DBpedia, RDF y SPARQL, y que de las metodologías usadas son escasas las que contemplan tanto la publicación como la recuperación de los recursos.

Algunas de las diferencias que subyacen entre el mapeo actual y los otros mapeos sistemáticos encontrados en la web, radican en que el actual brinda una vista más amplia en cuanto a revisión de literatura de publicación y recuperación de recursos educativos en web, permitiendo una definición más precisa de conceptos y variedad de autores. Además, los trabajos encontrados en este mapeo sistemático corresponden a una ventana de búsqueda actualizada lo cual es relevante teniendo en cuenta que hoy en día hay más interés por la publicación y recuperación de los recursos educativos por parte de instituciones educativas superiores, ya que algunos autores argumentan que la exploración, publicación y recuperación estaban más relacionadas a campos diferentes a la educación. En este mismo sentido, otro aspecto que diferencia los mapeos es que en los trabajos recientes se evidencia que el campo educativo busca desarrollar competencias interdisciplinarias para transformar los datos de valor (*big data*, *linked data*, *linked open data*, etc.). Otro elemento diferenciador son los criterios de elegibilidad usados en la presente revisión sistemática, puesto que la mayoría de las revisiones publicadas en la web no contaban con criterios de elegibilidad o aceptación. El hecho de contar con un esquema de criterios de elegibilidad preestablecido de estudios académicos puede garantizar la calidad y pertinencia en la selección de estos.

2.3 Metodología

Esta investigación hace uso como método guía de las directrices establecidas por Petersen *et al* [24], las cuales se abordan en 6 etapas: 1) Definición de las preguntas de investigación, 2) Búsqueda, que incluye un estudio preliminar sobre las bases de datos, 3) Selección de estudios y evaluación de calidad, 4) Extracción de datos, 5) Análisis y clasificación, y 6) Evaluación de validez. Las etapas anteriores son presentadas en la Figura 3.

El proceso de cada una de estas etapas se lleva a cabo con las herramientas gratuitas tales como: Parsifal [52], herramienta web diseñada para el desarrollo de revisiones sistemáticas de literatura; Google Data Studio [53], la cual es un servicio gratuito ofrecido por Google donde se pueden generar informes personalizables, fáciles de usar y compartir.

2.3.1 Preguntas de investigación

El presente mapeo sistemático tiene como objetivo general conocer el estado actual y evolución del conocimiento sobre: la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos. Por lo que se busca obtener las siguientes metas:

- Conocer la evolución del tema de investigación.
- Identificar técnicas y métodos con mejores resultados para la recuperación.
- Descubrir áreas donde se han aplicado las técnicas de recuperación y publicación de información.
- Identificar las soluciones que se han implementado para la recuperación y publicación de recursos educativos.

De acuerdo con lo anterior, se formularon las siguientes preguntas de investigación presentadas en la Tabla 2.

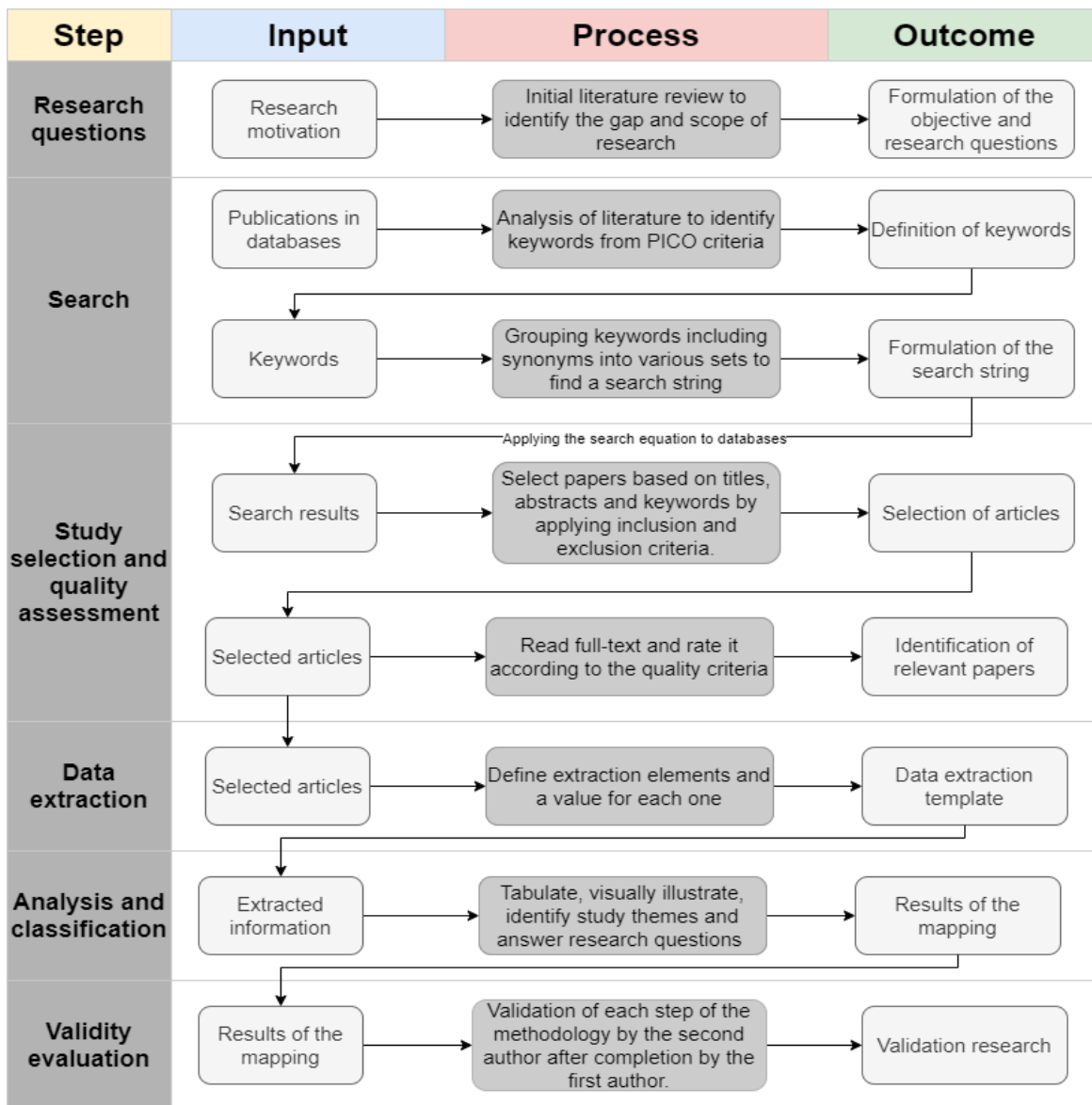


Figura 3. Directrices del mapeo sistemático.

Tabla 2. Preguntas de investigación

ID	Pregunta	Objetivo
RQ1	¿Cómo ha evolucionado el estado actual de la recuperación y/o publicación de recursos educativos a lo largo del tiempo?	Conocer la evolución del tema de investigación
RQ1.1	¿Cuáles son los estudios más citados?	

Mapeo sistemático

ID	Pregunta	Objetivo
RQ1.2	¿En qué países han sido reportadas las publicaciones realizadas, en la priorización de procesos, dentro de la recuperación y publicación de recursos educativos?	
RQ1.3	¿Cómo se encuentran distribuidos los documentos seleccionados en las diferentes bases de datos?	
RQ2	¿Cuáles son las técnicas y métodos usados para la recuperación y publicación de recursos educativos?	Identificar las técnicas y métodos con mejores resultados para la recuperación de recursos educativos
RQ3	¿Cómo se está realizando la publicación y recuperación de recursos educativos en la literatura?	Descubrir las áreas en donde se han aplicado las técnicas de recuperación y publicación de recursos educativos
RQ4	¿Cuáles son las áreas de aplicación de las técnicas de recuperación y publicación de recursos educativos?	
RQ5	¿Qué tipo de sistemas, soluciones o estrategias han sido implementadas para la recuperación y publicación de recursos educativos y cuáles han sido más efectivos?	Identificar las soluciones que se han implementado para la recuperación y publicación de recursos educativos

2.3.2 Búsqueda

El proceso de búsqueda se realizó así: en primera instancia, se describió el PICO (*Population, Intervention, Comparison y Outcomes*) de la siguiente manera:

- *Population*: Estudios que involucren *Educational Resources*.
- *Intervention*: Técnicas, métodos y tipos de soluciones sobre “*Publish and retrieval information*” de recursos educativos
- *Comparison*: Comparar los diferentes enfoques de la “*Web semantic*” para “*publish and retrieval*” recursos educativos
- *Outcome*: Técnicas, métodos, soluciones, áreas de aplicación de la publicación y recuperación de recursos educativos.

En segunda instancia, se realizó un análisis preliminar sobre las bases de datos *ACM, IEEE Xplore, Science Direct, Scopus, Springer, Web of Science y Wiley Online Library*, y las bases públicas: *Google Scholar y Lens*, con la intención de detectar las palabras claves correctas y de esta forma establecer las cadenas de búsqueda apropiadas para cumplir el objetivo de investigación. Este análisis se hizo utilizando una ventana de tiempo desde enero de 2016 a marzo de 2022 y teniendo en cuenta solamente el título del trabajo. Con las palabras especificadas en el PICO se definieron ecuaciones de búsqueda, combinando y agrupándolas entre sí, mediante los operadores lógicos AND y OR. Los resultados de las búsquedas se pueden observar en el Anexo A (Tabla 28 y Tabla 29).

Se evidenció que existen pocos estudios que impliquen tanto la publicación como la recuperación de información y fue más complicado encontrar estudios específicos para recursos educativos. En consecuencia, las palabras clave como “*retrieval*” y “*publish*” se agruparon con el operador OR para tener un mejor rango de resultados en la búsqueda. De tal forma que con los resultados obtenidos fue posible establecer las palabras clave para construir la ecuación de búsqueda, las cuales se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Palabras clave.

Palabras clave	Palabras relacionadas
<i>Information retrieval</i>	<i>Publish</i>
<i>Web semantic</i>	<i>Linked Data OR Linked Open Data OR Ontology</i>
<i>Educational resources</i>	--

Como resultado se obtiene la siguiente ecuación de búsqueda:

("publish" OR "information retrieval") AND ("linked open data" OR "ontology" OR "web semantic") AND ("educational resources")

Esta ecuación se adecua para cada una de las bases de datos, con lo que se obtiene un total de 297 estudios. En el Anexo A (Tabla 30) se presentan las ecuaciones de búsqueda construidas y ejecutadas en cada base de datos.

2.3.3 Selección y evaluación de calidad

Los 297 estudios resultantes de la búsqueda fueron delimitados aplicando criterios de inclusión y exclusión, los cuales se presentan en la Tabla 4, obteniendo como resultado un total de 88 estudios seleccionados.

Tabla 4. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterio	ID	Descripción
Inclusión	IC1	Artículos de investigación completos publicados en revistas y en memorias de eventos que se refieren a la recuperación o publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos.
	IC2	Artículos sobre la recuperación o publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos publicados durante el periodo de 2016-2022.
	IC3	Artículos completos que teniendo en cuenta el título, abstract y palabras clave aporten a la respuesta de las preguntas de investigación planteadas en este estudio.
Exclusión	EC1	Artículos a los cuales no se puede acceder al texto completo o estudios tipo debate, o disponibles solo en forma de resumen o presentación.
	EC2	Artículos duplicados obtenidos como resultados de diferentes cadenas de búsqueda.
	EC3	Artículos que no estén escritos en inglés.

La selección de los artículos se realizó con el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión, mediante la revisión del título, *abstract* y palabras clave para identificar su relevancia con el tema de interés de esta investigación. En la Tabla 5 se presenta la cantidad de estudios seleccionados por tipo de base de datos.

Tabla 5. Trabajos seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión.

Fuente	Estudios relevantes	Estudios seleccionados
ACM Digital Library	37	11
IEEE Digital Library	18	10
ISI Web of Science	7	3

Fuente	Estudios relevantes	Estudios seleccionados
Science Direct	29	11
Scopus	185	49
Wiley Online Library	21	4
Total	297	88

Seguidamente, a los artículos seleccionados, se les aplicaron criterios de calidad, presentados en la Tabla 6. Este proceso se realizó mediante la supervisión exhaustiva de los autores, así, a través de la lectura completa del artículo, se analizó cada uno de los criterios. En el caso en el que cumpliera totalmente el criterio, su calificación era el máximo puntaje posible (1), por el contrario, si no respondía al criterio el puntaje era el mínimo (0). Para los casos en que no se respondiera explícitamente el criterio, pero tuviera detalles que correspondieran a este, su calificación era parcial (0.5).

Tabla 6. Criterios de calidad.

ID	Criterio	Puntaje
QC1	¿Contiene el documento una descripción detallada sobre recuperación o publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos?	- Sí +1 - Parcialmente +0.5 - No +0
QC2	¿El estudio describe proceso/procesos, etapas o fases de recuperación o publicación de recursos educativos que puedan ser aplicadas a otros casos?	- Sí +1 - Parcialmente +0.5 - No +0
QC3	¿El estudio tiene en cuenta el esquema de desarrollo de 5 estrellas ideado por Tim Berners-Lee para la publicación de recursos en la web o el estudio contempla otro criterio para interoperabilidad?	- Sí +1 - Parcialmente +0.5 - No +0

El resultado de los artículos calificados se presenta en la Tabla 7, donde se muestra la cantidad de artículos por base de datos y puntaje. De aquí se puede resaltar que existen solo 2 artículos con la máxima puntuación de 3 puntos y 4 trabajos que tienen el puntaje mínimo de 0 puntos. Adicionalmente, también se puede observar que la mayoría de trabajos se encuentran en el rango de puntuación 2-2.5 puntos, siendo esta una puntuación alta.

Mapeo sistemático

Tabla 7. Resultados aplicando criterios de calidad.

Puntaje	Scopus	ACM	Science Direct	IEEE Xplore	Wiley	Web of Science	Total
3	2	0	0	0	0	0	2
2,5	20	1	3	0	1	1	26
2	11	6	0	7	1	1	26
1,5	14	2	2	0	2	1	21
1	1	2	1	3	0	0	7
0,5	0	0	2	0	0	0	2
0	1	0	3	0	0	0	4
Total	49	11	11	10	4	3	88

Como se puede observar en la Tabla 7, los artículos que obtuvieron un puntaje 2 puntos en adelante fueron 54, y entre 0 a 1.5 puntos fueron 34.

2.3.4 Extracción de datos

Para organizar los artículos se creó una plantilla (ver Tabla 8) en donde se definieron los siguientes campos: a) ID para identificar los artículos, el cual está constituido por las iniciales de la base de datos donde fue encontrado seguido de un número consecutivo, así: ACM para *ACM Digital Library*, SCP para *Scopus*, IEE para *IEEE Xplore*, SCD para *Science Direct*, WIL para *Wiley Online Library*, y WOS para *Web of Science*; b) Nombre del artículo; c) Referencia del artículo; d) Fuente de donde fue obtenido el artículo; e) Tipo de publicación; f) Año de publicación y g) la pregunta que responde. La información extraída fue tabulada y organizada gráficamente en la sección 2.4 con el fin de responder las preguntas de investigación planteadas inicialmente.

Tabla 8. Plantilla para la extracción de datos

Elemento	Valor
ID	Identificador
Título	Nombre de la publicación
Referencia	Referencia bibliográfica
Fuente	Nombre donde se encuentra la publicación

Elemento	Valor
Tipo	Tipo de publicación
Año	Año de publicación
RQ	Pregunta que responde

2.3.5 Análisis y clasificación

El análisis presentado en la sección 2.4 fue descrito e ilustrado por cada clasificación, así, los artículos fueron agrupados por base de datos, año de publicación y pregunta de investigación.

2.3.6 Evaluación de validez

Para esta investigación se han realizado tres tipos de validaciones: 1) Validación Descriptiva: El protocolo de investigación definido fue aplicado de forma rigurosa para evitar sesgos en la selección de los estudios, su aplicación fue realizada y supervisada por todos los autores del estudio, de forma que el proceso de selección y de clasificación fue transparente y trazable por todos los autores. 2) Validación Teórica: Se implementó revisión cruzada por parte de los evaluadores en cada uno de los pasos del protocolo. Igualmente, para evitar la pérdida de estudios se realizó la búsqueda en seis (6) bases de datos con alto impacto científico y la cadena de búsqueda se construyó teniendo en cuenta la palabra clave de interés, sus sinónimos y los resultados obtenidos en el exhaustivo análisis preliminar que se realizó tanto en bases científicas privadas como públicas. 3) Generalidad: El protocolo de investigación definido está basado en las etapas propuestas por Petersen [24], el cual es ampliamente usado en artículos publicados en revistas de alto impacto. Este protocolo fue aplicado de forma minuciosa y como se describió anteriormente supervisado y validado por los tres autores. 4) Validación Interpretativa: Los resultados presentados en este mapeo son trazables, concretos y claros, sumado a que representan un aporte en el tema de interés. 5) Repetibilidad: En las secciones 3 y 4 se hace una descripción detallada del proceso seguido y sus resultados y se han mencionado las acciones

Mapeo sistemático

emprendidas para que el estudio tenga validez. El haber definido el protocolo de investigación basado en Petersen [24], a futuro favorece la repetibilidad del estudio para futuras actualizaciones o ampliación de su alcance.

2.4 Resultados del mapeo

A continuación, se presenta el detalle de los artículos seleccionados y las respuestas a las preguntas de investigación formuladas con el fin de lograr el objetivo propuesto en esta investigación.

2.4.1 Artículos seleccionados

En el Anexo A (Tabla 31), se presenta la descripción de los artículos seleccionados dentro de los años 2016 y 2022. Los primeros artículos son del año 2016 y los últimos del año 2022, teniendo una constante en el tiempo sobre el tema de interés de la investigación.

De acuerdo con la información organizada anteriormente se resuelve cada una de las 5 preguntas de investigación.

2.4.2 ¿Cómo ha evolucionado el estado actual de la recuperación y publicación de información a lo largo del tiempo?

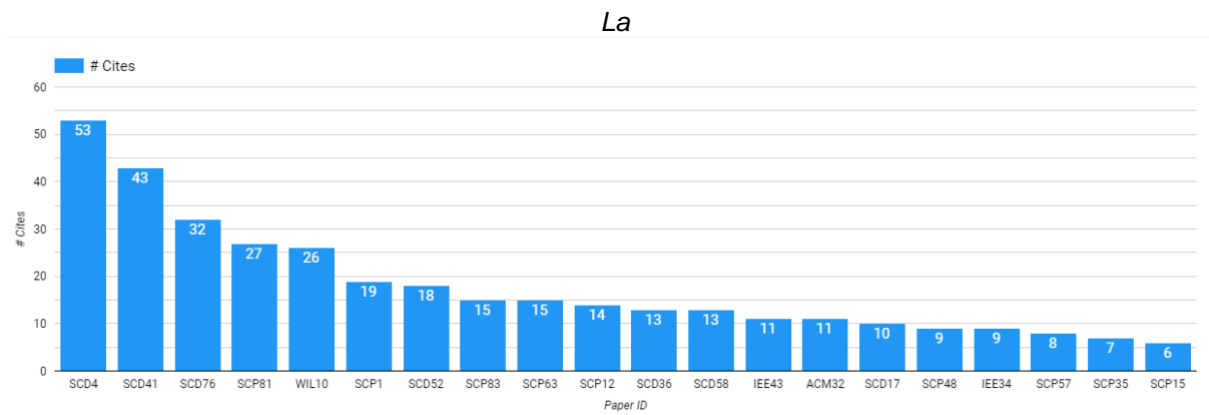


Figura 4 presenta un top 20 de los artículos más citados, ordenados del mayor al menor citado, obteniendo en primer lugar con 53 citas el trabajo que corresponde al ID **SCD4** con título: *A general framework for intelligent recommender systems* [54] del año 2017, y en último lugar con 6 citaciones al trabajo con ID **SCP15** de título *Application of linked data technologies in digital libraries: a review of literature* [55] del año 2019.

Mapeo sistemático

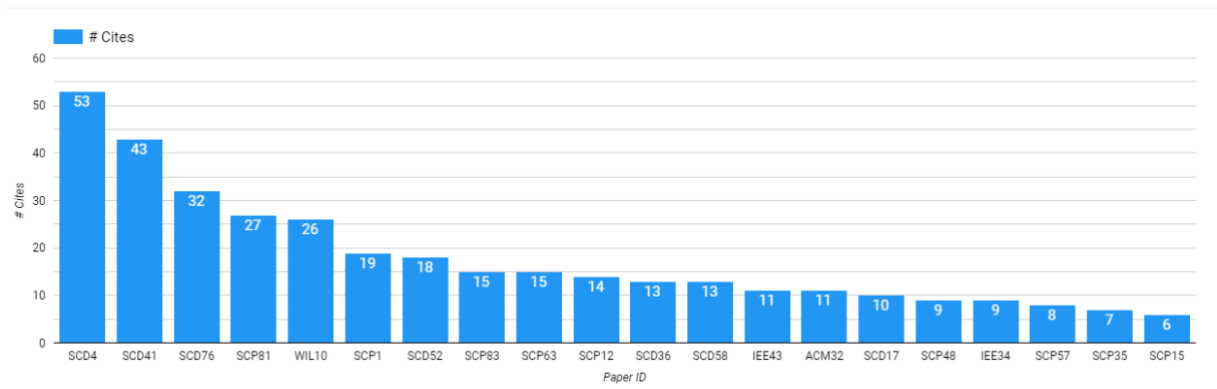


Figura 4. Top 20 de trabajos más citados.

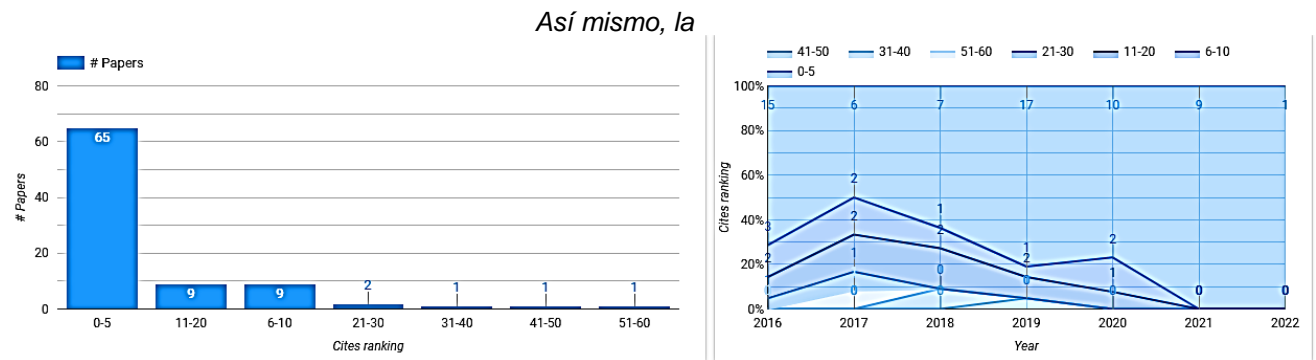


Figura 5 presenta el número de trabajos por rango de citas, clasificando el número de citas así: primer rango de 0 a 5 citas, segundo de 6 a 10, tercero de 11 a 20, cuarto de 21 a 30, quinto de 31 a 40, sexto 41 a 50 y finalmente, séptimo de 51 a 60 citas. El primer rango es el que cuenta con más número de trabajos, es decir, la mayor cantidad de trabajos han sido citados hasta 5 veces; los dos siguientes rangos presentan igual cantidad de trabajos, pero son considerablemente menor al primero, es decir, muy pocos trabajos cuentan con 6 o más citaciones. Finalmente, los rangos de mayor citas presentan solo 1 trabajo o máximo 2, como el caso del rango de 21 a 30. Analizando lo anterior, con respecto al año de publicación, se puede observar que el primer rango tiene más porcentaje en los años más recientes y los rangos con un número mayor de citas se hacen presentes en los años 2016, 2017 y 2018.

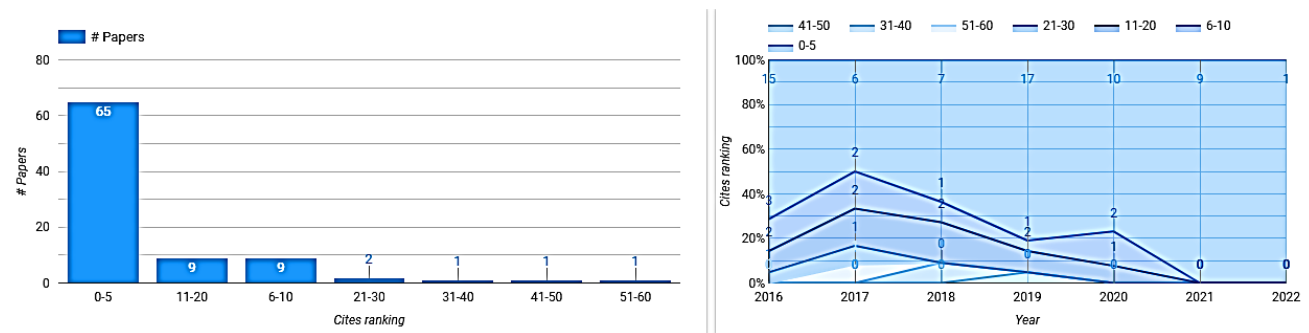


Figura 5. Rango de citas.

Continuando con el análisis, la

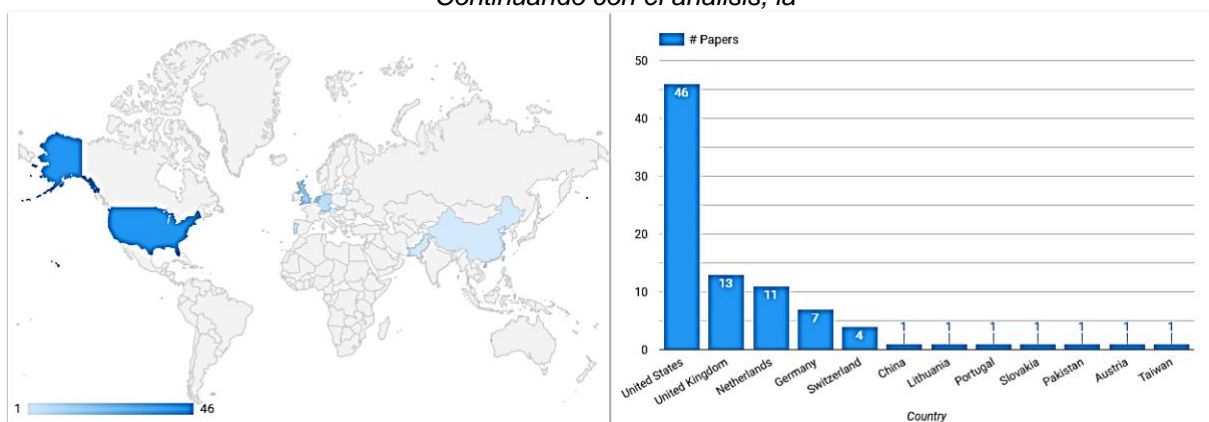


Figura 6 presenta el número de trabajos por país de la revista de publicación, en donde se puede observar que Estados Unidos es donde se ha publicado más estudios relevantes sobre el tema objeto de esta investigación, con un número total de 46 publicaciones. En segundo lugar, se encuentra Reino Unido con 13; en tercer lugar, Países Bajos con 11; cuarto, Alemania con 7; quinto, Suiza con 4 y finalmente, en sexto lugar Paquistán, Austria, Lituania, Taiwán, Eslovaquia, China y Portugal con 1 publicación cada uno.

Mapeo sistemático

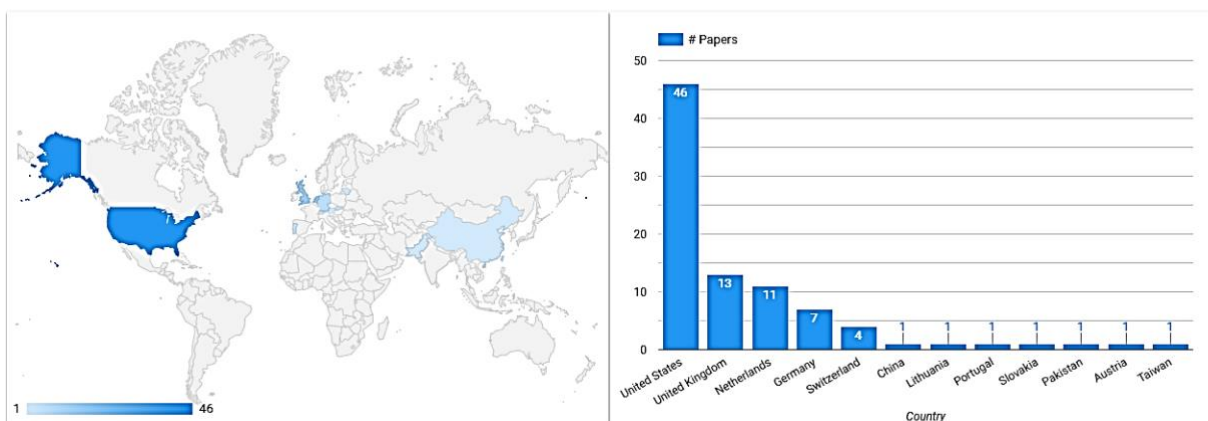


Figura 6. Número de trabajos por país.

Así mismo, en la Figura 7 se presenta el número de autores por país, en donde se observa que India es el país que está más interesado en el tema objeto de esta investigación, con 30 autores trabajando en el tema; después, se encuentra Estados Unidos con 25 autores; luego, España y China con 22 y 21 autores cada uno respectivamente; más adelante, Brasil con 20 autores; luego, Marruecos, Reino Unido, Rusia, Alemania, Francia, Italia y Turquía con 13, 13, 12, 11, 11, 10 autores respectivamente. Finalmente, con menos de 10 autores se encuentran los países Ecuador, Paquistán, Austria, Corea del Sur, Países Bajos, Grecia, Lituania, Argelia, Taiwán, Arabia Saudita, México, Suiza, Australia, Colombia, Japón, Azerbaiyán, Noruega, Perú, Emiratos Árabes Unidos, Mongolia, Irlanda y Suecia.

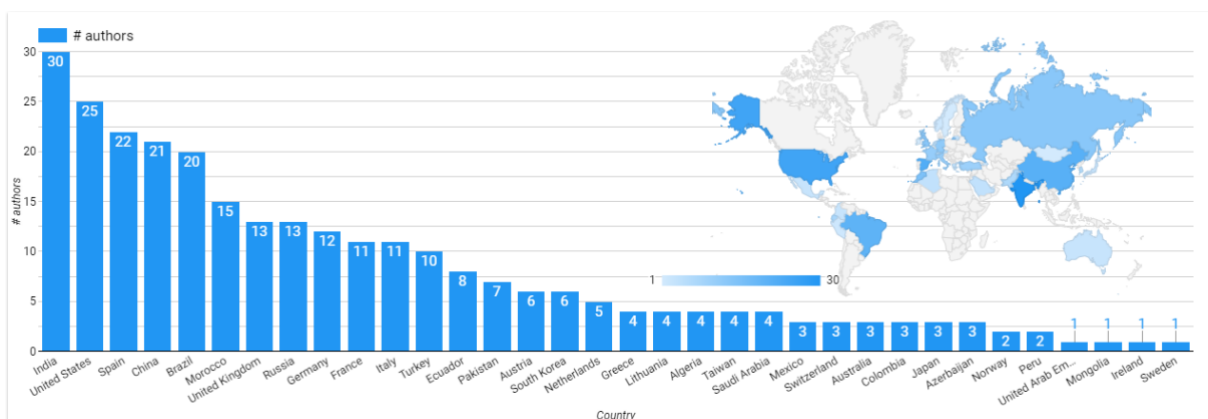


Figura 7. Número de autores por país.

Adicionalmente, en la Figura 7 se puede observar que en Suramérica existen muy pocos países que realicen trabajos sobre el foco de esta investigación, inclusive, de Colombia solo existen 3 autores, los cuales corresponden al mismo artículo seleccionado. Por otro lado, en Norteamérica, Europa y Asia es en donde se encuentra un mayor interés e investigación sobre el tema.

A continuación, se presenta la distribución de los documentos seleccionados en las diferentes bases de datos. Así, en la Figura 8 se puede observar el número de trabajos por año de publicación, donde se aprecia que hasta 2020 se mantuvo una constante de interés en el objeto de este trabajo. Para el año 2021, está dos puntos por debajo de la media y para el 2022 es bajo, dado que en el momento en que se finalizó la búsqueda fue el primer trimestre del mismo año, por lo que no refleja la totalidad que podría tener en cuanto a número de trabajos.

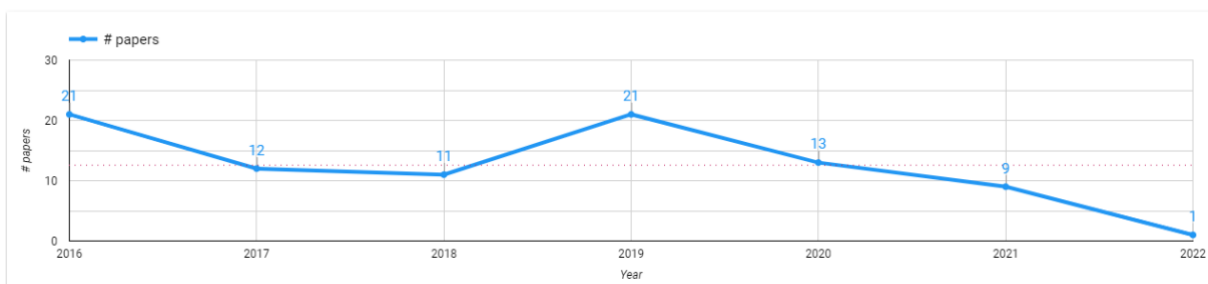
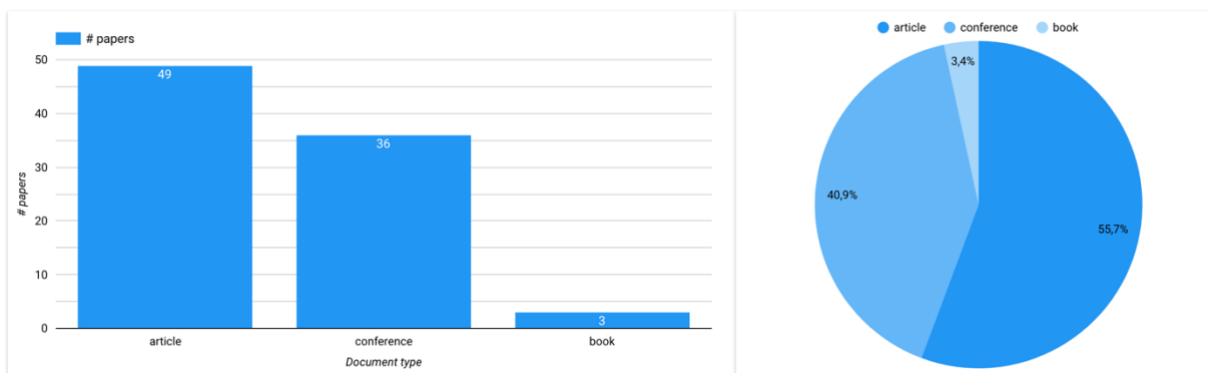


Figura 8. Número de trabajos por año de publicación.

Por su parte, la



Mapeo sistemático

Figura 9 presenta la cantidad de trabajos por tipo de documento, donde el 55.7% son artículos, 40.9% conferencias y 3.4% son libros. Así mismo, en la Figura 10 se presenta el tipo de documento distribuido por año, donde se observa que el mayor número de trabajos tipo artículos encontrados son del 2019, seguido por los años 2016 y 2020. Los libros seleccionados, dos son del 2018 y el último de 2020. Finalmente, se puede observar que la presencia de conferencias no es muy notoria tanto en el año 2021 como en el 2022, teniendo 1 y 0 trabajos respectivamente.

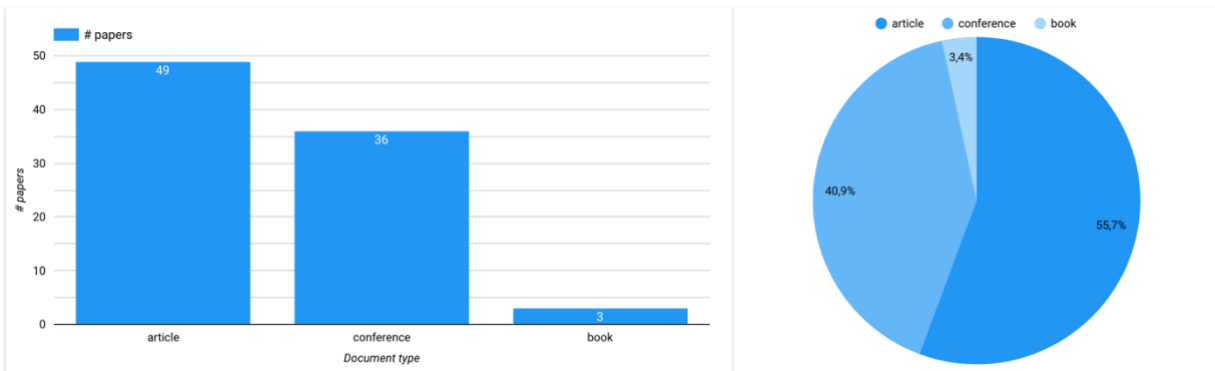
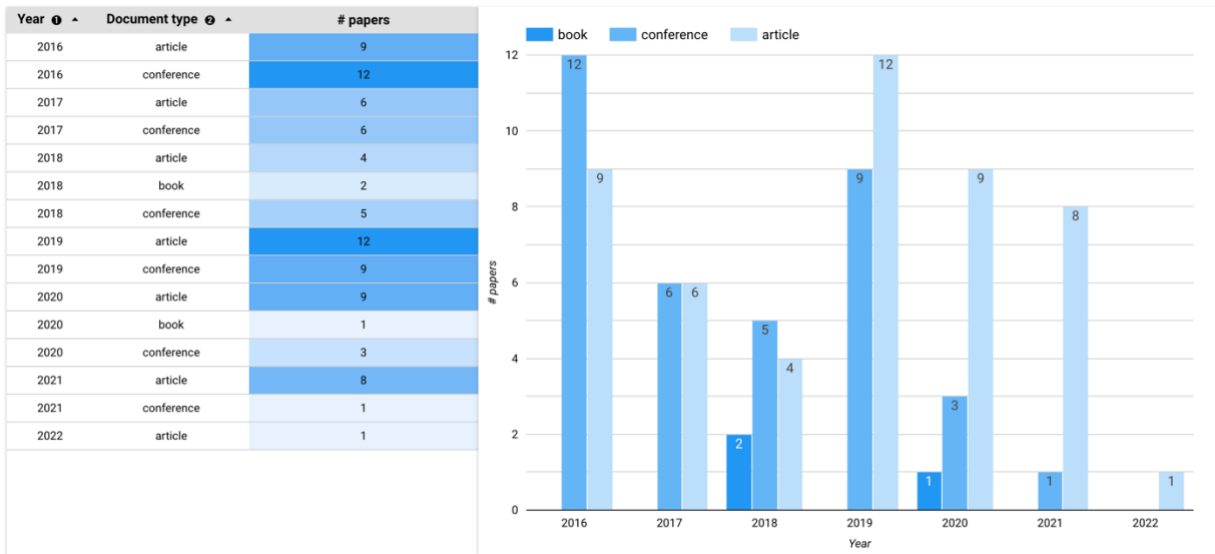


Figura 9. Número de trabajos por tipo de documento.



Mapeo sistemático

Figura 12. Nube de palabras clave.

Finalmente, en el enlace <https://datastudio.google.com/u/0/reporting/53dbedc0-c4e6-4002-8298-516947596649/page/WU9IC> se encuentra el tablero desarrollado con las anteriores estadísticas acerca de la búsqueda preliminar y el mapeo sistemático.

2.4.3 ¿Cuáles son las técnicas y métodos usados para la recuperación y publicación de recursos educativos?

Entre las técnicas y métodos más usados para la recuperación y publicación de recursos educativos se encuentran:

1. Los lenguajes de consulta para publicar y compartir datos usando ontologías en la web, tal como lo hacen los siguientes trabajos: [56], para implementar un sistema de recuperación semántica haciendo uso del lenguaje de consulta SPARQL; [57], para la construcción de un espacio de información de dominio a partir de información cognitiva de individuos y grupos; y [58], para la creación de un editor el cual ayuda a generar y compartir objetos de aprendizaje (LO) aplicando el protocolo SPARQL y el lenguaje RDF.
2. Editores de ontologías de código abierto como Protégé y Jena, así como son usados en [56] y [38].
3. Desarrollo de marcos de entornos de aprendizaje basados en el análisis semántico de las interacciones de los usuarios con los recursos educativos [59], descubriendo limitaciones y espacios de estudio a partir del aprendizaje automático generado por estos marcos [60], [61].
4. El desarrollo de sistemas de recuperación de información a través de motores de búsqueda en la web basados en lenguaje natural [41], [62] o sistemas de recomendación basados en algoritmos de redes bayesianas o de enfoques de indexación semántica o tesauros que mejoran y facilitan la búsqueda y recomendación de recursos pedagógicos [63], [64], [65], [66].
5. *Linked data*, para la aplicación de un estándar para la publicación de los recursos [55], [67], [68] basados en lenguajes de consulta semántica apropiados para la

Mapeo sistemático

Tecnología	Técnica	Objetivo
Sistema de recuperación de información	Algoritmos bayesianos	Recomendar
Sistema de recuperación de información	Lógica difusa	Recomendar
Sistema de recuperación de información	Procesamiento de lenguaje natural	Recomendar
Vocabularios	Tesauros	Publicar
Motores de búsqueda	Metadatos	Publicar
Motores de búsqueda	Función de similitud	Publicar

2.4.4 ¿Cómo se está realizando la publicación y recuperación de recursos educativos en la literatura?

La publicación y recuperación de recursos educativos se realiza mediante sistemas de recomendación enfocados en entender el lenguaje o el pensamiento de los usuarios para dar una recomendación más precisa para que estos logren recuperar contenido relevante a su búsqueda, como lo hacen en [47], [65], [66], [70], [54], [63], [75], [76], [64], [77], [78], [79], [80] y [81]; sin embargo, el uso único de los sistemas de recomendación se queda corto para lograr la recuperación efectiva del contenido, por lo que estos son utilizados en conjunto con técnicas de web semántica, *linked data* u ontologías, por ejemplo, en [65] definen pasos para cargar, comentar, clasificar y almacenar objetos de aprendizaje de manera automática, luego diseñan una ontología basada en lo definido previamente para fortalecer el módulo de búsqueda y recuperación de información. Adicionalmente, se hace uso de modelos de metadatos y aprendizaje automático como en [70], [60], [61] y [82].

Del mismo modo, la recuperación de recursos es realizada mediante el uso de la web semántica optimizando la semántica de consulta utilizando la lingüística computacional tal como en [56], [62], [78]. Con la construcción de ontologías para la recuperación de información de la web semántica [57], [41]. En esta misma línea, colocando en práctica

los pasos establecidos por Tim Berners-Lee [18] para la creación y publicación de recursos educativos abiertos (OER) como en [83], [84], [85], [78] y [69] y objetos de aprendizaje [86], [82], [80], [87] y [88], y así mejorar motores de búsqueda educativos [62], [45], [41], empleando marcos de descripción de recursos RDF como en [58], [64], [38], [89], [90], [37], [41], [69] y [116].

Sumado a lo anterior, la indexación de metadatos para la recuperación de recursos educativos [63], [70], [87]; modelos LDA (*Latent Dirichlet Allocation*) para agrupar palabras que están relacionadas entre sí temáticamente [86], [92]; datos enlazados para la búsqueda semántica de los metadatos a través de un estándar [37], [47], [55], [67], [69], [78], [91], [93] y haciendo uso de *frameworks* de *linked data* como BIBFRAME [55], [91]. Entre las ontologías mencionadas en los artículos de esta revisión se encuentran: OntOAlgo [82], [87], OntoSIDES [73], ontologías de dominio [43] y ontologías de aprendizaje [59].

2.4.5 ¿Cuáles son las áreas de aplicación de las técnicas de recuperación y publicación de recursos educativos?

Entre las áreas de aplicación de las técnicas de recuperación y publicación de recursos educativos se destacan las presentadas en la Tabla 10.

Tabla 10. Áreas de aplicación.

Área aplicación	Tecnologías web semántica	Referencia
Recuperación en la Web semántica	Ontologías y <i>linked data</i>	[41], [47], [56], [57], [59], [68], [74]
Sistemas de recomendación	Sistemas de recuperación de información.	[54], [64], [65], [70], [77]
Buscadores	Motores de búsqueda	[41], [45], [62], [76], [87], [88]
Educación	Ontologías, <i>linked data</i> y sistemas de recuperación de información	[71], [78], [83]–[86]
e-learning	Sistemas de recuperación de información y ontologías	[28], [40], [43], [125], [59], [64], [78], [79], [98], [104], [106], [112]

Mapeo sistemático

Área aplicación	Tecnologías web semántica	Referencia
m-learning	Sistemas de recuperación de información	[58]
Cursos masivos abiertos en línea (MOOC)	Sistemas de recuperación de información	[67], [88], [93]
Librerías digitales	Ontologías y <i>linked data</i>	[55]
Medicina	Ontologías, <i>linked data</i> y sistemas de recuperación de información	[96],[60], [73]
Análisis de redes sociales	Ontologías y <i>linked data</i>	[59], [97]
Internet de las cosas (IoT)	Ontologías	[98]

2.4.6 ¿Qué tipo de sistemas, soluciones o estrategias han sido implementadas para la recuperación y publicación de recursos educativos y cuáles han sido más efectivos?

Entre estos sistemas están los que usan la web semántica (SW), en donde la información asume un significado bien definido permitiendo que personas y computadoras trabajen en cooperación aumentando la automatización y precisión en varios aspectos como la búsqueda, extracción e integración de información por lo que se considera realmente útil [99]. También se encuentra el sistema SDE (*Search Discover Explore*) donde la información es recuperada por varios componentes de software [100]. Además, la técnica de Helmholtz para obtener los datos exactos a consultar y el enfoque de filtrado de Kalman Bucy para conseguir la información comparable son utilizadas para solucionar problemas de recuperación de recursos [101]. Adicionalmente, los modelos estándar SMART y BM25 son utilizados para recuperar bibliografía [96]. Por último, se encuentra AIREH (arquitectura para sistemas recuperación de contenidos educativos de entornos heterogéneos) esta estructura permitió el acceso a múltiples metodologías para acceder a la recuperación de contenido educativo en un entorno abierto, real y escalable [102].

2.5 Conclusiones

En esta investigación se abordó el estado actual y evolución del conocimiento sobre la recuperación y publicación de recursos educativos interoperables e integrados en la web de los datos, donde se logra establecer que este tema viene evolucionando desde hace varios años, de allí la importancia y relevancia que ha ido tomando. Su evolución se puede apreciar en la variedad de técnicas que se han usado y combinado para optimizar la búsqueda y recuperación de información desde su publicación.

Es importante destacar que, dentro de los estudios analizados, existe escasez de investigaciones que traten de los temas de publicación y recuperación en conjunto, lo que se percibe es que entre los mismos son complementos para desarrollar sistemas, aplicaciones o trabajos que si involucren ambas partes. Ahora bien, las técnicas más usadas para el tema en consideración son las que están relacionadas con ontologías, sistemas de recuperación de información, *linked data*, motores de búsqueda y web semántica en general; donde se evidencia que el uso en conjunto de estas técnicas optimiza la publicación y recuperación de los recursos educativos.

Igualmente, se observa que, para el diseño y modelado de las ontologías, la herramienta más usada es Protégé y la API de Jena para manipular las ontologías desarrolladas, ya que permiten tener agilidad en su construcción, integración con más de un lenguaje de programación, tales como Java y Python, y facilita la incorporación o reutilización de otras ontologías.

También, fue posible analizar que las áreas destacadas donde se usan las técnicas mencionadas son en su mayoría áreas de aplicación donde influye o se interactúa con semántica en lenguaje natural, es decir, una maquina debe ser capaz de interpretar lo que un humano quiere decir para lograr proporcionarle un recurso acorde a su necesidad.

Se pudo observar que América Latina no tiene una buena participación en cuanto a investigación en el tema, lo que abre una brecha importante, dada su relevancia a nivel

Mapeo sistemático

educativo, por tanto, se debería apostar por este tipo de trabajos para mejorar los sistemas que se usan para la publicación y recuperación de recursos educativos en el sistema educativo colombiano y de Latinoamérica.

Como trabajo futuro se desea desarrollar una especificación del conocimiento identificado en este mapeo mediante una ontología y la elaboración de unas recomendaciones que apoyen la publicación y recuperación de recursos educativos.

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

Resumen

Contexto: Hoy en día la información en la web crece de forma exponencial, creando inconvenientes en la organización y gestión de esta; es por ello que al realizar una búsqueda en la web los resultados, en algunas ocasiones, no tienen relación con los resultados esperados. Lo anterior se debe a que en muchos casos los recursos publicados en la web no poseen la estructura adecuada, o no están descritos de forma apropiada imposibilitando su relación con otros recursos de su mismo tipo, lo cual es crítico cuándo se hacen búsquedas relacionadas con recursos educativos en donde a veces prima la urgencia y sobre todo que cuenten con información clara y confiable de forma que puedan ser utilizados por el usuario que lanza la búsqueda. Una forma de revisar cómo se podría mejorar estos inconvenientes es mediante la organización y especificación de conocimiento como, por ejemplo, el uso de ontologías, que proporcionan una estructura bien definida, clara y precisa sobre un determinado dominio, que para este caso es la recuperación y publicación de recursos educativos.

Objetivo: La definición de una ontología de dominio específico que proporcione el conocimiento requerido para publicar y recuperar recursos educativos en la web y de la cual se puedan generar algunas recomendaciones que puedan utilizar los usuarios.

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

Método: Se construyó una ontología de dominio que siguió los pasos propuestos en *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology* [25].

Resultados: Una ontología de dominio que puede ser aplicada en dos perspectivas: una académica, para quienes deseen conocer los conceptos, propiedades y relaciones para la publicación y recuperación de recursos; y una industrial, para quienes desean utilizar la ontología como herramienta de apoyo que los guíe en por medio de pasos para publicar y/o recuperar recursos, y así mejorar la gestión de sus bases de conocimiento.

Uno de los desafíos más notable es la carencia de trabajos que estuviera muy relacionados con el objetivo de la investigación, aunque si existen aproximaciones que apoyaron el desarrollo del presente trabajo, no estaban tan cerca de lo deseado, por lo tanto, se diseñó una ontología de dominio y no se hizo uso de alguna existente.

3.1 Introducción

La cantidad de información en la web ha venido incrementándose desde hace varios años y se ha potenciado por el impacto de las Tecnologías de la Información en las actividades realizadas por los usuarios durante y después de la pandemia ocasionada por el Covid-19. Por tanto, se han hecho más evidentes las dificultades para que los usuarios al realizar sus búsquedas encuentren los recursos que necesitan [5], como es el caso de las instituciones educativas que día a día generan recursos educativos que crecen tanto en cantidad como en variedad [3], causando malestar en los usuarios por el gran volumen de información que pueden encontrar acerca de un tema en específico, obteniendo resultados sin relación alguna con lo que buscan en un principio. En términos generales, se puede decir que estas dificultades se presentan por los siguientes motivos [103]:

1. Limitada cantidad de metadatos para describir los recursos educativos, reduciendo la capacidad de obtener precisión y puntualidad en el resultado de una búsqueda.

Además, que entorpece la posibilidad de formar relaciones entre diferentes conjuntos de datos similares.

2. Una discrepancia amplia en el manejo de los metadatos usados para describir los recursos, lo que reduce la comprensión de la búsqueda para obtener un resultado relevante.
3. Una gran mayoría de recursos educativos son descritos de acuerdo con requerimientos e intereses propios y específicos, obviando metadatos importantes para obtener una descripción más precisa y consistente con el recurso, como, por ejemplo, datos completos de procedencia, contexto educativo y competencias.
4. Falta de uso de un identificador uniforme para reconocer los recursos en la web.
5. Publicación de recursos sin un enlace que esté descrito de manera que pueda relacionarse con otros recursos similares a este.

Teniendo en cuenta las dificultades mencionadas, han surgido diferentes estrategias para solucionarlas, de acuerdo con el mapeo realizado en el capítulo anterior, mediante el uso de técnicas como sistemas de recuperación de información que recomiendan un recurso de acuerdo con las preferencias, vocabularios o *linked data* para la descripción de los recursos y establecer sus relaciones, y el uso de ontologías para la representación del conocimiento. Sin embargo, existe una brecha en cuanto al conocimiento de cómo publicar y recuperar información, más precisamente de recursos educativos, es decir, no existe una guía como tal que mencione que pasos seguir o recomendaciones para realizar estas actividades. Lo más cercano que se conoce son los principios de *linked data* o el esquema de 5 estrellas de Tim Berners Lee [33].

Por tanto, en esta investigación se presenta una solución a esta brecha identificada en el contexto educativo a través de la estructuración y organización del conocimiento en una ontología de dominio específico para la recuperación y publicación de recursos educativos, dado que el uso de las ontologías desde los últimos años ha incrementado significativamente en el campo educativo. Las ontologías se pueden aplicar en tres ámbitos: 1) en la comunicación donde se crea la semántica de un sistema, se establece

una red de relaciones para entenderlo y transformarlo entre diferentes contextos y se integran diferentes perspectivas de usuarios; 2) en el ámbito de la interoperabilidad se usan las ontologías como un interlingua; y 3) en el ámbito de la ingeniería de sistemas, ofrece especificación confiabilidad y reutilización [103]. Los usos mencionados anteriormente ayudan a cubrir la necesidad de recuperar y publicar de manera efectiva recursos educativos de y en los diferentes repositorios de la web. El diseño de la ontología se realizó teniendo en cuenta los pasos descritos en la metodología de Noy y McGuinness [25], la cual permitió definir el tipo de personas que pueden hacer uso de esta, los recursos educativos, el tipo de recurso, en donde está publicado o donde se publicará, y finalmente, las recomendaciones para publicar y recuperar los recursos; lo anterior mediante la definición de 10 clases, generadas a partir del uso de la estrategia combinada de generalización y especialización.

Además de la presente introducción, este capítulo se organiza como sigue: La sección 3.2 presenta un análisis del estado actual de los trabajos relacionados. A continuación, la sección 3.3 presenta la propuesta de la ontología construida que proporciona un conjunto coherente de conceptos y sus relaciones que pretende servir para la recuperación de recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos. La sección 3.4 describe 2 casos de aplicación de la ontología y la evaluación de su capacidad para responder a las preguntas de competencia definidas. Por último, en la sección 3.5 se presentan las conclusiones.

3.2 Contexto y trabajos relacionados

3.2.1 Un análisis de la situación actual

En la búsqueda de literatura, fue posible identificar algunos trabajos para desarrollar ontologías que permitan obtener recomendaciones para la recuperación y publicación de recursos educativos. Los trabajos realizados en este sentido se han centrado principalmente en la representación de elementos clave de áreas particulares, por ejemplo, ontologías para la recomendación de recursos o para obtener la indexación

adecuada para una colección de recursos. A continuación, se presenta la literatura encontrada:

1. Representación de conjuntos de datos: Se encontró en la literatura ontologías desarrolladas con un alcance para representar y descubrir conjuntos de datos que permitan describir un recurso, por ejemplo, en [104] se describe Onto4AIR2, una ontología simple que utiliza vocabularios como: FOAF (*Friend of a Friend*), vocabulario para la definición de metadatos [105], SKOS (*Simple Knowledge Organization System*) para representación de vocabularios controlados, taxonomías y tesauros [105], y schema.org que ofrece una colección de vocabularios utilizados para embeber metadatos en páginas web fáciles de comprender por buscadores [105]. Onto4AIR2 permite la construcción y gestión de conjuntos de datos comprensibles por máquina permitiendo añadir nuevos términos, propiedades de objetos, reglas o restricciones logrando que aumente la calidad, confiabilidad y reutilización de los datos de repositorios abiertos. Por otro lado, en [67] se obtiene la representación semántica de los recursos de DAJEE (*Dataset of Joint Educational Entities*) aplicando los principios de *linked data* e interconectando una gran cantidad de recursos en la web de los datos, para esta conexión se hace uso de las categorías y enlaces que proporciona la ontología DBpedia, donde se hace posible enriquecer aún más los recursos en DAJEE de acuerdo a las categorías deseadas por el usuario.
2. Recomendación de recursos: El alcance de estas ontologías se enfocan en la recomendación de uno o varios recursos educativos relevantes a una búsqueda, por ejemplo, en [106] realizan una ontología de estándares educativos que le permite al docente simplificar su proceso de desarrollo de una lección y a los estudiantes ser una herramienta de apoyo vinculando recursos educativos relevantes. También, estas ontologías son usadas para realizar recomendaciones personalizadas, como en [107], donde construyen la ontología educativa EduCOR, la cual proporciona una base para representar recursos de aprendizaje en línea para sistemas de aprendizaje personalizados, permitiendo que los repositorios de los recursos educativos ofrezcan recomendaciones de rutas que correspondan a

los objetivos de aprendizaje del usuario, los parámetros académicos y psicológicos, y las habilidades del mercado laboral. Por otro lado, en [73] desarrollan la ontología OntoSIDES que permite realizar seguimiento del progreso de estudiantes, el resultado de la ontología es una taxonomía de 52 clases con 7 principales que definen las posibles acciones de los estudiantes, los tipos de recursos pedagógicos, un conjunto de referencias de medicina, un conjunto de citas en francés, conjunto de hitos registrados por estudiantes para obtener un diploma y finalmente, la categoría de las personas involucradas en estudios médicos.

3. Uso de propiedades de ontologías: Los siguientes trabajos hacen uso de ontologías ya implementadas y probadas, en ocasiones realizan una mezcla entre ontologías; lo anterior para indexar, subir conjuntos de documentos, hacer uso de los enlaces semánticos entre los recursos o hacer uso de sus conceptos, por ejemplo, en [46] indexan una colección de recursos pedagógicos y hacen uso de los enlaces para permitir la inferencia de los recursos relevantes, para esto proponen tres dominios para la ontología: recuperación de información, e-learning e ingeniería del conocimiento. Entonces en [46], se organizó el conocimiento del dominio de e-learning de la informática con el fin de mejorar la relevancia de la recuperación de información, luego se explotaban los vínculos semánticos entre los recursos a través de reglas de inferencia extendidas. De igual forma, en [108], hacen uso de los recursos y categorías de la ontología DBpedia para identificar videos relacionados mediante una función de similitud. Por otro lado, en [84] hacen uso de la ontología PAV (*Provenance, Authoring, and Versioning*) que les proporciona propiedades de procedencia de los recursos, como los metadatos básicos para su descripción. Por la misma línea, en [82], proponen un enfoque que permite la profunda extracción de objetos de aprendizaje (LO) para subir el nivel de relevancia de los buscadores educativos, este planteamiento se basó en la detección semiautomática de metadatos y relaciones entre recursos, ambos de la ontología OntoAlgo, para finalmente generar una indexación semántica.

3.2.2 Contexto conceptual y teórico

Según [109], las ontologías se conciben como, un entendimiento común y compartido de un dominio, que se puede comunicar entre personas y sistemas computacionales, por ello son usadas como modelo de representación del conocimiento. En las ontologías se define cuidadosamente un vocabulario seleccionando palabras y frases que se utilizan para etiquetar información y así recuperarla fácilmente mediante una búsqueda [103]. De acuerdo con [110], las ontologías se componen de 6 elementos básicos:

1. Clases: A veces llamadas conceptos, pueden ser algo sobre lo que se dice alguna cosa, por ejemplo, puede ser una tarea, una función, acción o estrategia.
2. Relaciones: Representan algún tipo de interacción entre los conceptos del dominio.
3. Atributos: Son propiedades que pueden tener las clases.
4. Funciones: Son un tipo especial de relación en la que un elemento n es único para los demás elementos $(n-1)$ precedentes.
5. Axiomas: Son expresiones que siempre son ciertas. Se incluyen para diferentes propósitos, por ejemplo, la definición de restricciones sobre los argumentos de las relaciones.
6. Instancias: Se usan para representar elementos específicos del dominio.

Por otra parte, existen varias metodologías que permiten la construcción de ontologías tal como se expone en [111], por ejemplo, gestión del conocimiento basado en ontologías [112], Methontology [113], desarrollo de una ontología 101 [111], y la ontología y la lógica de primer orden [112], entre otras. En este trabajo se sigue la metodología de Noy y McGuinness [25] para la conceptualización de la ontología de dominio para obtener las recomendaciones de publicación y recuperación de recursos educativos, debido a: i) la metodología propuesta en [25] según [111], es una de las más usadas o citadas para el diseño de una ontología de dominio; ii) es consciente de que no existe una metodología única para el desarrollo de ontologías, ya que no existe una única ontología correcta para ningún dominio, por lo que el diseño de esta metodología es flexible para aplicarla de acuerdo a las necesidades; iii) es sencilla y

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

fácil de entender; iv) tiene en cuenta un proceso iterativo, que es clave para el diseño de esta; y finalmente, v) considera el re-uso de ontologías existentes.

La metodología de Noy y McGuinness sigue los siguientes pasos [25]: 1) Determinar el dominio y el alcance de la ontología. Para determinar el dominio se reflexiona sobre: ¿Cuál es el dominio?, ¿Para qué se va a utilizar la ontología y a qué tipo de preguntas esta debe responder? Como también ¿quién va a usar y mantener la ontología?. 2) Considera la posibilidad de reutilizar ontologías existentes, puede ser necesario si el sistema necesita interactuar con otras aplicaciones que ya han comprometido con ontologías particulares o vocabularios controlados. Además, estas están disponibles en formato electrónico y se puede importar a un entorno de desarrollo de ontología que se esté usando. 3) Enumerar términos importantes en la ontología. Tener una lista completa de términos con relación al dominio sin importar la superposición entre los conceptos que representan. 4) Definir las clases y la jerarquía de clases. Se empieza por un proceso de desarrollo de arriba hacia abajo que comienza con la definición de los conceptos más generales en el dominio y posterior especialización de los conceptos, seguido de un proceso de desarrollo de abajo hacia arriba el cual comienza con la definición de las clases más específicas, las hojas de la jerarquía, con la posterior agrupación de estas clases en más generales conceptos; finalmente, un proceso de desarrollo combinado es una combinación de los procesos de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba. Así, de la lista creada en el paso tres, se selecciona los términos que describen objetos que tienen existencia independiente en lugar de términos que describen estos objetos. Estos términos serán clases en la ontología y se convertirán en anclas en la jerarquía de clases. 5) Definir las propiedades de las clases, llamados *slots*, ya que las clases por sí solas no proporcionarán suficiente información para responder las preguntas de competencia del primer paso, por lo que se describe la estructura interna de los conceptos y ya seleccionadas las clases de la lista de términos que se crea en el tercer paso es probable que la mayoría de los términos restantes sean propiedades de estas clases. 6) Definir los elementos de los *slots*, ya que estos pueden tener diferentes aspectos que describen el tipo de valor, los valores permitidos, el número de valores y otras características de los valores que

puede tomar los *slots*. Los valores comunes pueden ser de cadena, número, booleanas (si-no), ranuras enumeradas y tipo de instancia. 7) Crear instancias, se crean instancias individuales de clases en la jerarquía, definir una instancia individual requiere elegir una clase, crear una instancia individual de esa clase y completar los valores de los *slots*.

También, en cuanto a la limitación de alcance, la ontología no debe contener toda la información posible sobre el dominio: no es necesario especializarse o generalizar más de lo que necesita para su aplicación. Después de este proceso se considera importante resaltar que definir una convención de nomenclatura no solamente hace que la ontología sea más fácil de entender, sino que también ayuda a evitar algunos errores de modelado. Por lo cual se debe tener en cuenta que puede afectar la elección del nombre ya sea el contener espacios, mayúscula/minúscula o tener una clase o ranura con el mismo nombre. Por otra parte, el uso de capitalización y delimitadores puede ayudar a la legibilidad de una ontología usando mayúsculas consistentes o delimitando la palabra cuando un nombre de concepto contiene más de una palabra. En cuanto al uso de singular y plural, ninguna alternativa es mejor o peor que la otra, aunque singular para los nombres de clase es utilizado con más frecuencia en la práctica. Adicionalmente, las convenciones de prefijos y sufijos son sugeridas en algunas metodologías basadas en conocimientos para distinguir entre clases y espacios. En la Figura 14 se puede observar los pasos de la metodología descrita anteriormente.

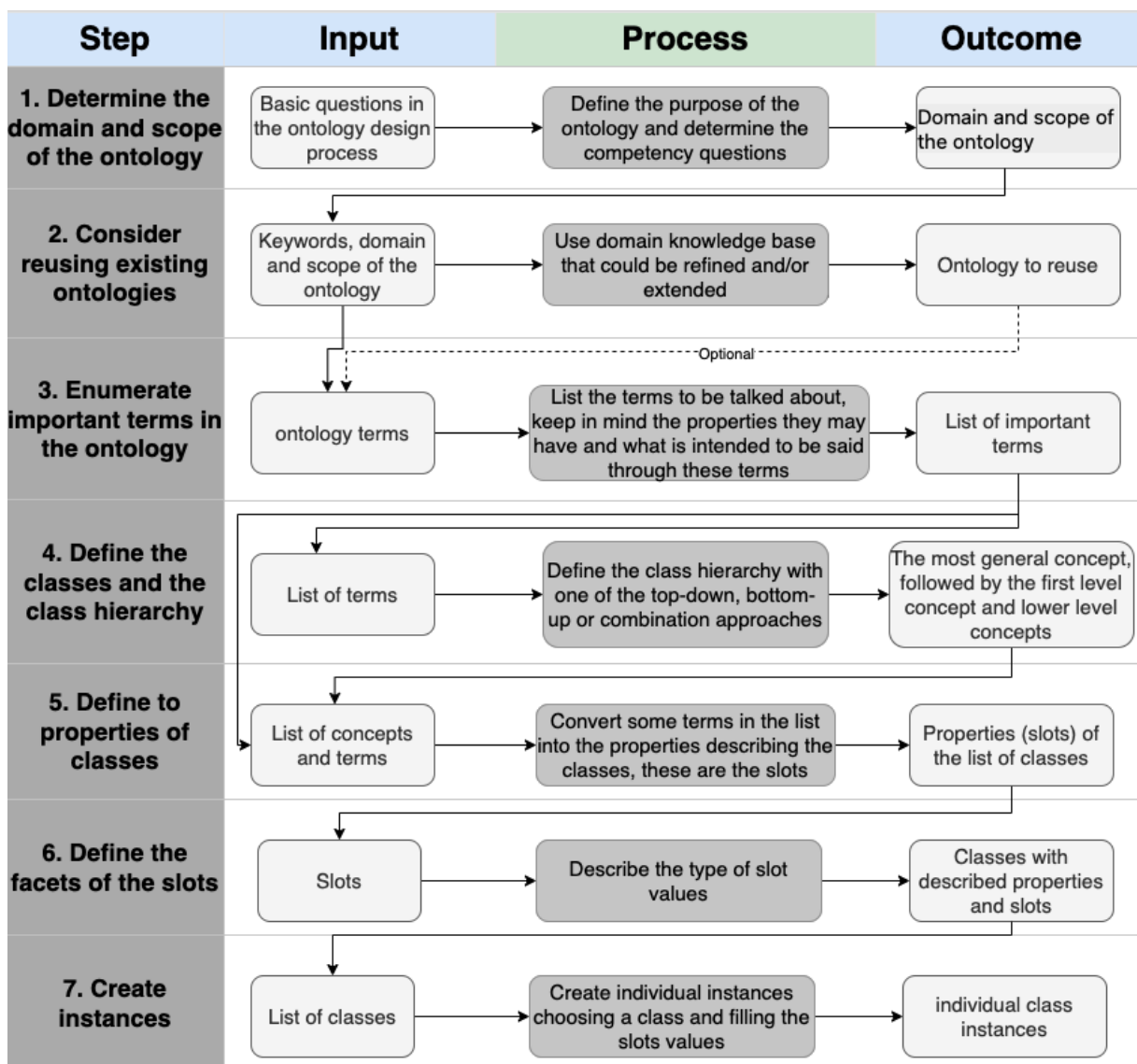


Figura 14. Pasos de la metodología de Noy y McGuinness.

3.3 Proceso de desarrollo de la ontología de dominio

Para este proceso se tiene en cuenta los pasos sugeridos en la metodología de Noy y McGuinness descritos anteriormente y los analizados en la situación actual.

3.3.1 Propósito

En primer lugar, se define el objetivo general o propósito de la ontología, el cual es proporcionar una guía o una serie de pasos que puede seguir un usuario para publicar y/o recuperar recursos educativos en la web; en ese sentido, permite a los interesados en la publicación y recuperación de recursos conocer los conceptos y relaciones que deben estar presentes en estos procesos, independientemente del enfoque que se adopte. Esta ontología se puede utilizar desde las siguientes perspectivas:

1. Académica: Para los interesados en aprender del tema en particular pueden usar la ontología como herramienta para conocer los términos y relaciones utilizados.
2. Productivo o industrial: Para empresas o entidades educativas que quieran apoyar o mejorar su proceso de gestión documental pueden usar la ontología como una herramienta que facilita la publicación y recuperación de sus bases de conocimiento.

3.3.2 Preguntas de competencia

En segundo lugar, se formulan en lenguaje natural las llamadas preguntas de competencia, las cuales ayudan a determinar el alcance de la ontología. Estas preguntas y sus correspondientes respuestas se utilizan para extraer los principales conceptos, sus relaciones y propiedades dentro de la ontología. Cabe mencionar que para este diseño no se tienen en cuenta otras ontologías, dado que dentro de la búsqueda no se encontró un diseño asociado al objetivo de esta. La ontología propuesta busca respuestas a las preguntas presentadas en la Tabla 11.

Tabla 11. Preguntas de competencia

Tipo	Id	Preguntas de competencia
Estructura	CQ1	¿Qué atributos se deben tener en cuenta para definir un recurso educativo?
Estructura	CQ2	¿Cómo se relacionan los recursos educativos entre sí en la web?
Estructura	CQ3	¿Cómo se escriben los metadatos para describir un recurso educativo?

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

Tipo	Id	Preguntas de competencia
Estructura	CQ4	¿Cómo se relaciona el recurso educativo con el usuario?
Individuo	CQ5	¿Cuáles son los atributos que tiene el recurso educativo X?
Individuo	CQ6	¿Cuáles son los metadatos que describen el recurso educativo X?
Individuo	CQ7	¿Cuál es la recomendación 1 para recuperar y publicar recursos educativos?
Individuo	CQ8	¿Cuáles recomendaciones tiene el recurso educativo X?
Individuo	CQ9	¿Quién es el propietario del recurso educativo X?

3.3.3 Definición de conceptos, propiedades y relaciones

En tercer lugar, se enumeran los términos importantes en la ontología, los cuales se presentan en la siguiente lista:

- a. Publicación
- b. Propietario
- c. Usuario
- d. Publicador
- e. Recurso educativo
- f. Recuperación
- g. Tipo de recurso
- h. Tipo de sitio
- i. Recomendación
- j. Metadatos

En cuarto lugar, se definen las clases y su jerarquía haciendo uso de la estrategia combinada de generalización (*top-down*) y especialización (*bottom-up*) para identificar los principales conceptos. En la Tabla 12 se describen las clases definidas.

Tabla 12. Definición de clases

Clase	Super-concepto	Definición	Fuente
<i>Owner</i>	<i>Person</i>	Describe características importantes que asocian a los recursos educativos con sus propietarios y ayudan a la publicación o búsqueda de estos.	Propia
<i>User</i>	<i>Person</i>	Describe características importantes que asocian a los recursos educativos con los usuarios que desean recuperarlos.	Propia
<i>Publisher</i>	<i>Person</i>	Describe características importantes que asocian a los recursos educativos con las personas que desean publicarlos.	Propia
<i>Person</i>	<i>Concepto</i>	Incluye las características importantes de los usuarios, publicadores y propietarios de recursos educativos.	Basado en [104]
<i>EducationalResource</i>	<i>Concepto</i>	Todo tipo de material digital que tiene una intencionalidad y finalidad enmarcada en una acción educativa, y se dispone en una red como internet.	Basado en [103]
<i>ResourceType</i>	<i>EducationalResource</i>	Define los formatos de los recursos los cuales pueden ser textual, sonoro, visual, audiovisual y multimedia.	Basado en [103]
<i>TypeOfSite</i>	<i>EducationalResource</i>	Sitios web de publicación del recurso educativo como wiki, página de videos bajo demanda, página web, blog, entre otros.	Propia
<i>Recommendation</i>	<i>Concepto</i>	Un conjunto de pasos para realizar una correcta publicación y/o recuperación de recursos educativos.	Propia
<i>Metada</i>	<i>EducationalResource</i>	Datos que permiten describir adecuada y completamente las	Basado en [103]

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

Clase	Super-concepto	Definición	Fuente
		características de los recursos educativos.	
<i>ExtraData</i>	<i>EducationalResource</i>	Información complementaria que permite describir el recurso educativo de manera resumida.	Propia

Después, se describen las relaciones que complementan la información entre los conceptos, estas se presentan en Tabla 13.

Tabla 13. Descripción de relaciones.

Relación	Concepto	Descripción
<i>owns</i>	<i>Owner – EducationalResource</i>	A un propietario le pertenecen uno o muchos recursos educativos, mientras que un recurso educativo pertenece a uno o varios propietarios.
<i>isSearchedBy</i>	<i>User – EducationalResource</i>	Un recurso educativo es buscado por uno o muchos usuarios, mientras un usuario busca uno o muchos recursos educativos.
<i>published</i>	<i>Publisher – EducationalResource</i>	Un recurso educativo es publicado por uno y solo una persona, mientras un publicador puede publicar uno o muchos recursos educativos.
<i>isPublishedIn</i>	<i>EducationalResource – TypeOfSite</i>	Un recurso educativo es publicado en uno o varios Tipos de sitios, y a su vez, un tipo de sitio puede publicar uno o varios recursos educativos.
<i>isCited_or_ReusedBy</i>	<i>EducationalResource – EducationalResource</i>	Un recurso educativo es citado o reusado por otros recursos educativos o por ninguno.
<i>holds</i>	<i>EducationalResource - Recommendation</i>	Un recurso educativo tiene mínimo una máximo 10 recomendaciones, y a su vez, una recomendación aplica para un recurso educativo o varios a la vez.
<i>isOf</i>	<i>EducationalResource - ResourceType</i>	Un recurso educativo es de uno o varios tipo de recurso, mientras que de un tipo de recurso educativo son uno o varios recursos educativos.

Relación	Concepto	Descripción
<i>isDescribedBy</i>	<i>EducationalResource - Metadata</i>	Un recurso educativo es descrito obligatoriamente por mínimo un metadato o máximo muchos metadatos.
<i>isEnhancedBy</i>	<i>EducationalResource - ExtraData</i>	Un recurso educativo es enriquecido mínimo por una o varias información complementaria

En la Figura 15 se puede observar la definición de las clases, su jerarquía, relaciones y cardinalidad.

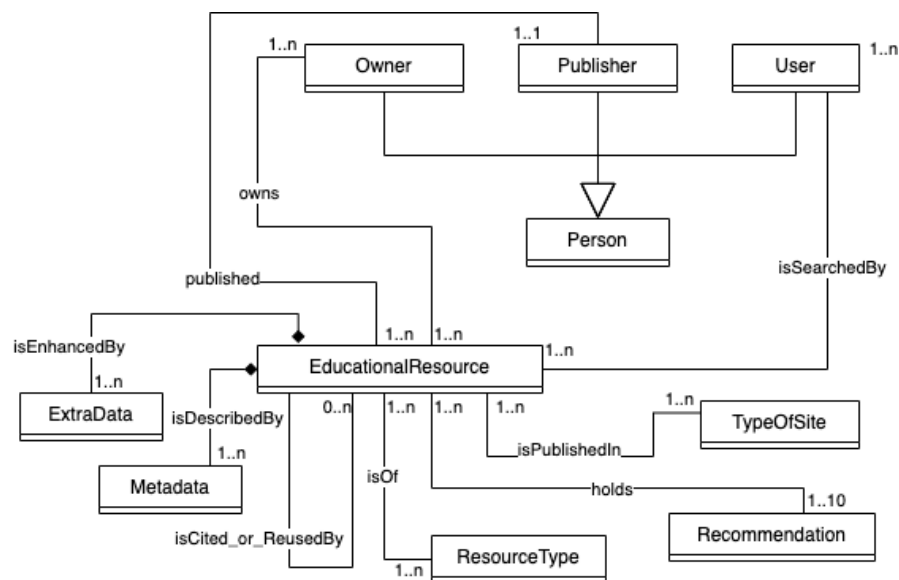


Figura 15. Definición de jerarquía de clases.

Por último, se definen las propiedades de las clases junto con el tipo de valor que tiene cada una. Así, el diseño general de la propuesta de esta ontología se presenta en la Figura 16.

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

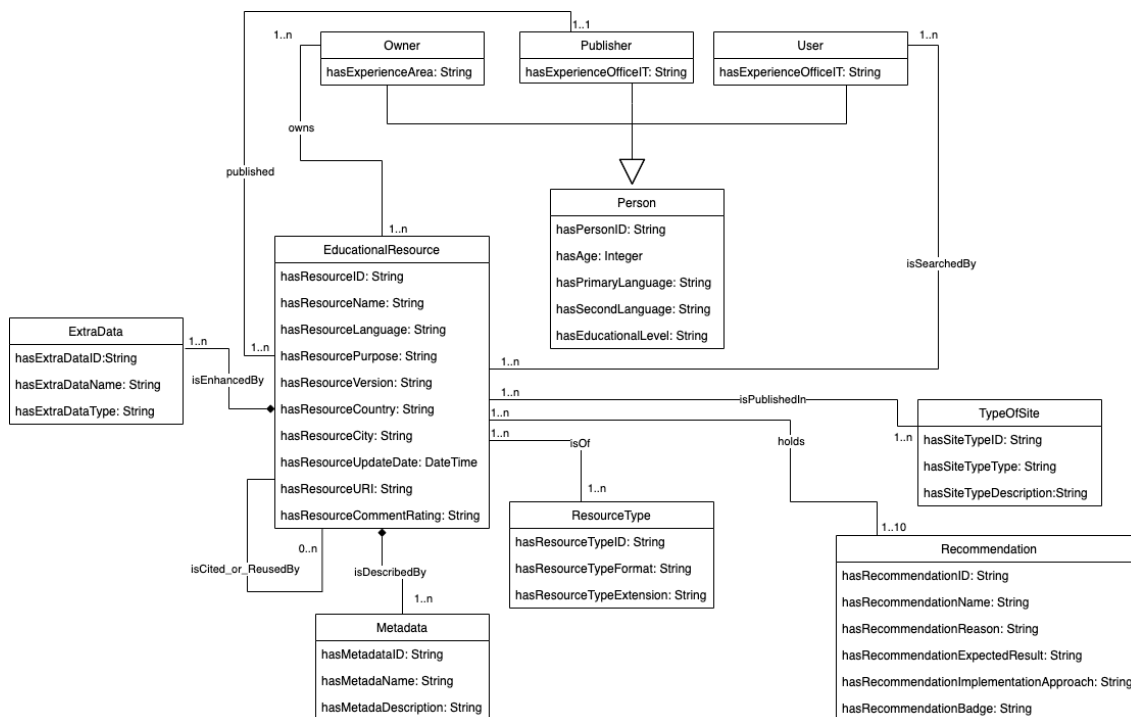


Figura 16. Diseño general de la ontología.

3.3.4 Iteraciones de diseño

El anterior diseño de la ontología es el resultado de 4 iteraciones. En primer lugar se definieron los términos presentados en la siguiente lista, resultado del análisis del mapeo sistemático:

- Recurso
- Tipo recurso
- Curso/asignatura
- Publicación
- Recuperación
- Recomendación
- Metadatos
- Técnica / estrategia / método

Con esto, se definía una ontología muy conceptual por lo que se realizó una nueva iteración. Así, se obtuvieron las siguientes preguntas de investigación y términos.

- a. Preguntas de investigación:
 1. ¿Cómo recuperar recursos educativos en la web?
 2. ¿Cómo publicar un recurso educativo en la web?
 3. Qué tipo de recurso educativo se puede publicar en la web?
 4. ¿Qué describir en los recursos educativos para ser publicados?
 5. ¿Qué describir en los recursos educativos para ser encontrados?
 6. ¿Cómo se relacionan los recursos educativos entre si en la web?
 7. ¿En qué lugar se pueden publicar y recuperar los recursos educativos?
 8. ¿Cómo se relaciona el recurso educativo con el usuario?
 9. ¿Cómo se relaciona la publicación del recurso educativo con el propietario?
 10. ¿Cómo se relaciona la recuperación del recurso educativo con el propietario?
- b. Términos:
 1. Publicación
 2. Propietario
 3. Usuario
 4. Recurso educativo
 5. Recuperación
 6. Tipo de recurso
 7. Tipo de sitio
 8. Recomendación
 9. Metadatos

Con esto se obtuvo una ontología que respondía a las preguntas de competencia planteadas, pero seguía siendo muy conceptual, por lo que preguntas de tipo individuo no era capaz de responder, esta se presenta en la Figura 17.

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

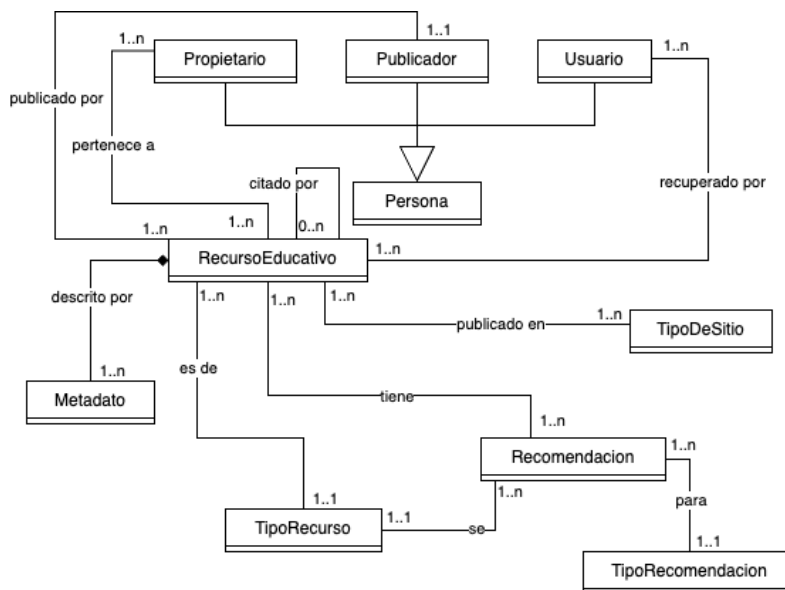


Figura 17. Diseño general de la ontología – iteración 2.

Por lo anterior, se iteró una tercera vez, en donde se construyeron las preguntas de competencia de tipo estructura e individuo presentadas en la Tabla 11 y se definen los términos principales presentados en el anterior numeral. De aquí, se obtiene el diseño de ontología de la Figura 18.

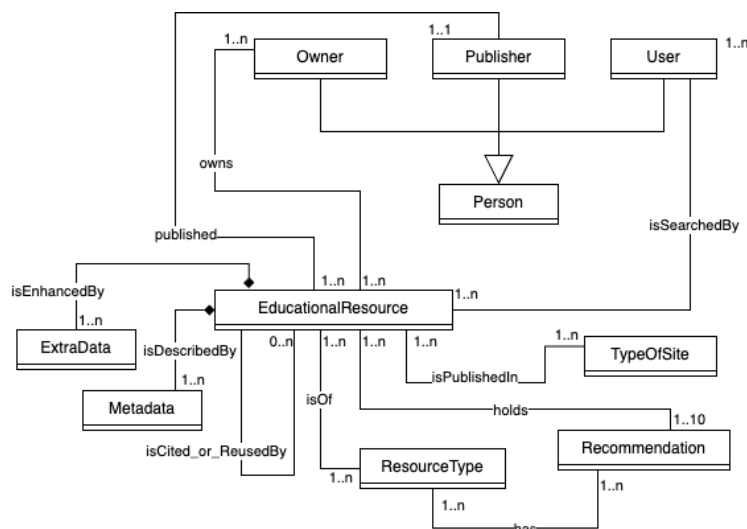


Figura 18. Diseño general de la ontología – iteración 3.

Con este nuevo diseño, se logra responder las preguntas de competencia planteadas, además que permite que la ontología pueda ser usada como herramienta para obtener las recomendaciones para publicar y recuperar recursos educativos, y obtener recursos educativos publicados con estas recomendaciones dentro de una base de conocimiento que utilice la ontología.

Por último, teniendo en cuenta las preguntas de competencia planteadas y el alcance de la propuesta, se itera una cuarta vez, donde se elimina la relación has que existe entre tipo de recurso y recomendación, dado que esta no responde a ninguna pregunta de investigación. Este diseño es el presentado anteriormente en la Figura 16.

3.3.5 Implementación

El diseño de la ontología es implementado haciendo uso del *framework* gratuito Protégé, de la siguiente manera:

1. Creación de la jerarquía de las clases. Esto se hace dentro de una entidad más grande definida por defecto en el *framework* llamada OWL: Thing, aquí se van creando las clases una por una, teniendo en cuenta si están al mismo nivel o son subclases de otras. La Figura 19 presenta las clases creadas.

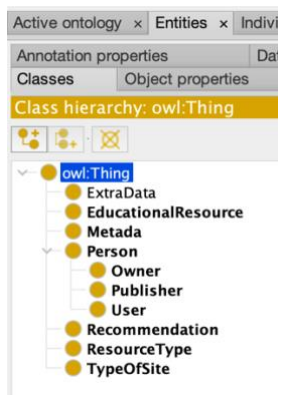


Figura 19. Definición de la jerarquía de clases en Protégé.

2. Definición de las propiedades de los datos. Aquí se van creando una por una las propiedades de las clases del diseño, luego para cada una de ellas se define un

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

dominio, que representa la clase a la que pertenece y un rango que es el tipo de dato de la propiedad. En la Figura 20 y Figura 21 se presenta la lista de propiedades y un ejemplo del dominio y rango de una de ellas, respectivamente.



Figura 20. Lista de las propiedades.

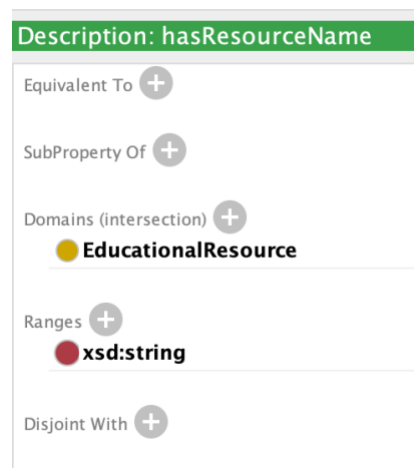


Figura 21. Descripción de la propiedad hasResourceName.

- Definición de las relaciones. Al igual que los anteriores puntos, se crean una por una las relaciones que existen entre las clases; aquí es importante tener en cuenta la cardinalidad entre estas, ya que si es de muchos a muchos, la relación se debe crea por separado, por ejemplo, la cardinalidad entre un recurso educativo y un usuario es de muchos a muchos, esta se representó en Protégé como *isSearchedBy* y *searchFor*, y estás a su vez, se describen como la inversa de la otra representando esa cardinalidad. Las Figura 22 y Figura 23 muestran la lista de relaciones y un ejemplo de descripción de una de ellas, respectivamente.

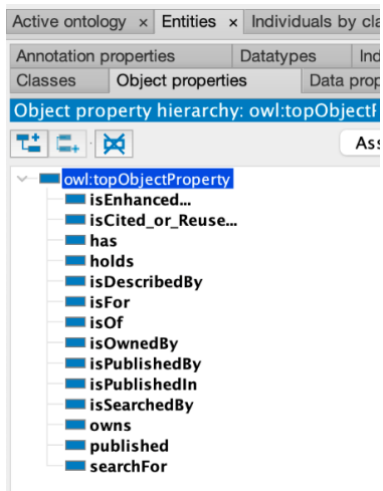


Figura 22. Lista de relaciones.

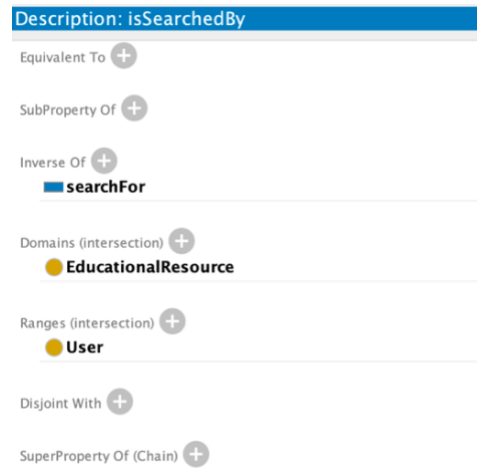


Figura 23. Descripción de la relación isSearchedBy.

Finalmente, se puede observar en forma de grafo el diseño realizado y construido desde Protégé. La Figura 24 presenta el resultado.

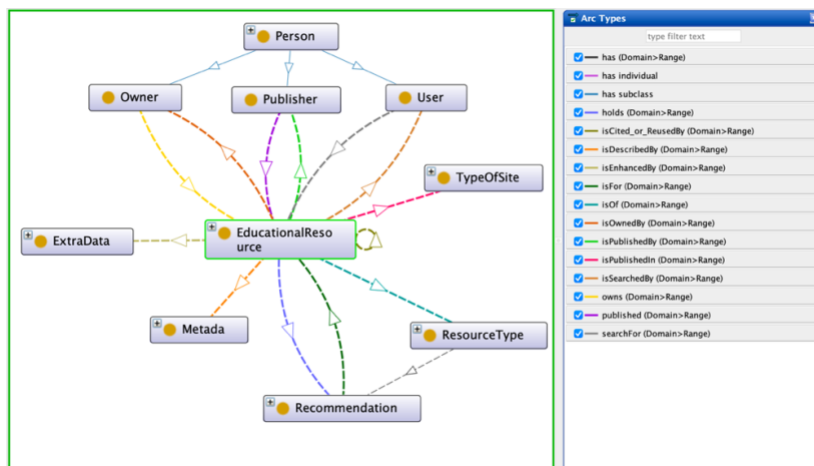


Figura 24. Representación en grafo de la ontología.

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

4. Creación de individuos. Para cada clase se crean individuos completando las propiedades que las componen. Esto se realiza con el fin de lograr responder las preguntas de competencias, en especial las de tipo individuo, para corroborar el funcionamiento de la ontología. La Figura 25 presenta los individuos creados.

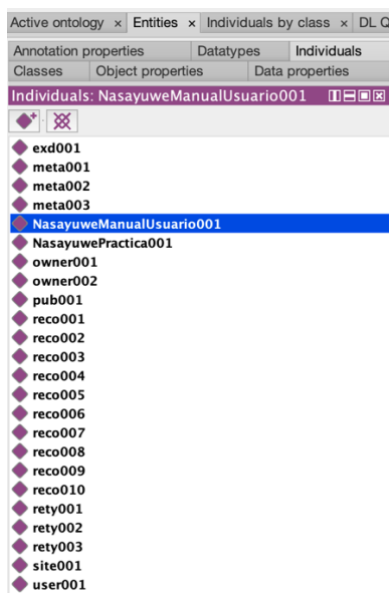


Figura 25. Individuos creados.

Con este diseño es posible responder las preguntas de competencia planteadas inicialmente. La Tabla 14 presenta las preguntas a nivel de lenguaje natural y en formato SPARQL, la Tabla 15 presenta las respuestas en lenguaje natural y lo obtenido al ejecutar las preguntas en SPARQL.

Tabla 14. Preguntas de competencia en formato SPARQL.

Id	Preguntas de competencia	Pregunta en SPARQL
CQ1	¿Qué atributos se deben tener en cuenta para definir un recurso educativo?	SELECT ?atributos WHERE { ?atributos rdfs:domain onti:EducationalResource . ?atributos rdfs:range ?tipo . FILTER(?tipo in (xsd:string,xsd:dateTime)) . }
CQ2	¿Cómo se relacionan los recursos educativos entre si en la web?	SELECT * WHERE { ?relacion rdfs:domain ?clase . ?relacion rdfs:range onti:EducationalResource . FILTER(?clase in (ont:EducationalResource)) . }

Id	Preguntas de competencia	Pregunta en SPARQL
CQ3	¿Cómo se escriben los metadatos para describir un recurso educativo?	SELECT ?atributos WHERE { ?atributos rdfs:domain onti:Metada . ?atributos rdfs:range ?tipo . FILTER(?tipo in (xsd:string,xsd:dateTime)) . }
CQ4	¿Cómo se relaciona el recurso educativo con el usuario?	SELECT * WHERE { ?relacion1 rdfs:domain ?resource . ?relacion1 rdfs:range ?user . ?relacion2 rdfs:domain ?user . ?relacion2 rdfs:range onti:EducationalResource . FILTER(?user in (onti:User)) . }
CQ5	¿Cuáles son los atributos que tiene el recurso educativo NasayuweManualUsuario001?	SELECT * WHERE { ?atributos rdfs:domain onti:EducationalResource . ?atributos rdfs:range ?tipo . FILTER(?tipo in (xsd:string,xsd:dateTime)) . ?recurso rdf:type ?type . FILTER(?type in (onti:EducationalResource)) . FILTER(?recurso in (onti:NasayuweManualUsuario001)) }
CQ6	¿Cuáles son los metadatos que describen el recurso educativo NasayuweManualUsuario001?	SELECT ?recurso ?metadatos WHERE { ?recurso rdf:type ?type . FILTER(?type in (onti:EducationalResource)) . ?recurso onti:isDescribedBy ?metadatos }
CQ7	¿Cuál es la recomendación 1 para recuperar y publicar recursos educativos?	SELECT ?nombre ?recomendacion ?id WHERE { ?recomendacion rdf:type ?type . FILTER(?type in (onti:Recommendation)) . ?recomendacion onti:hasRecommendationID ?id . FILTER(?id in ("r-paso1")) . ?recomendacion onti:hasRecommendationName ?nombre }
CQ8	¿Cuáles recomendaciones tiene el recurso educativo NasayuweManualUsuario001?	SELECT ?recurso ?recomendacion ?nombre ?id WHERE { ?recurso rdf:type ?type . FILTER(?type in (onti:EducationalResource)) . ?recurso onti:holds ?recomendacion . ?recomendacion onti:hasRecommendationID ?id . ?recomendacion onti:hasRecommendationName ?nombre }
CQ9	¿Quién es el propietario del recurso educativo NasayuweManualUsuario001?	SELECT ?recurso ?propietario ?id WHERE { ?recurso rdf:type ?type . FILTER(?type in (onti:EducationalResource)) . ?recurso onti:isOwnedBy ?propietario . ?propietario onti:hasPersonID ?id . FILTER(?recurso in ("NasayuweManualUsuario001")) }

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

Tabla 15. Respuestas de las preguntas de competencia.

Id	Respuestas	Respuesta formal en SPARQL
CQ1	Un recurso educativo debe tener los siguientes atributos: identificador, nombre, lenguaje, propósito, versión, país, ciudad, fecha de actualización, URI, comentarios o calificación.	<pre> atributos hasResourceURI hasResourceLanguage hasResourceName hasResourceUpdateDate hasResourceVersion hasResourceCountry hasResourceCommentRating hasResourcePurpose hasResourceID hasResourceCity </pre>
CQ2	Los recursos educativos se relacionan con otros mediante una cita bibliográfica o una llamado de un vínculo (URI) dentro de la red o web de los datos.	<pre> relacion isCited_or_ReusedBy </pre>
CQ3	Los metadatos se escriben con un identificador, nombre y una descripción, por ejemplo id:metadato001, nombre: Palabras clave y descripción: publicación, nasayuwe	<pre> atributos hasMetadaDescription hasMetadaName hasMetadatalD </pre>
CQ4	Un recurso educativo es recuperado por uno o muchos usuarios, mientras un usuario recupera uno o muchos recursos educativos.	<pre> relacion1 resource user relacion2 isSearchedBy EducationalResource User searchFor </pre>
CQ5	Los atributos que describen el recurso son el identificador, nombre, lenguaje, propósito, versión, país, ciudad, fecha de actualización, URI, comentarios o calificación.	<pre> atributos hasResourceURI hasResourceLanguage hasResourceName hasResourceUpdateDate hasResourceVersion hasResourceCountry hasResourceCommentRating hasResourcePurpose hasResourceID hasResourceCity </pre>

Id	Respuestas	Respuesta formal en SPARQL
CQ6	Los metadatos que describen el recurso son meta001, meta002 y meta003	<pre> recurso NasayuweManualUsuario001 meta003 NasayuweManualUsuario001 meta002 NasayuweManualUsuario001 meta001 </pre>
CQ7	La primera recomendación es: Descripción del contexto o propósito del recurso educativo.	<pre> nombre recomendacion id "Descripción del contexto o propósito del recurso educativo" reco001 "r-paso1" </pre>
CQ8	Un recurso educativo puede tener 1 o 10 recomendaciones, para el caso del recurso educativo NasayuweManualUsuario001 tiene 10 recomendaciones El recurso educativo tiene 10 recomendaciones	<pre> recurso recomendacion nombre id NasayuweManualUsuario001 reco009 "Hacer disponibles los recursos en la web" "r-paso9" NasayuweManualUsuario001 reco005 "Proporcionar recursos en múltiples formatos legibles por máquina" "r-paso5" NasayuweManualUsuario001 reco006 "Reutilizar vocabularios existentes" "r-paso6" NasayuweManualUsuario001 reco007 "Enriquecer los recursos con información complementaria" "r-paso7" NasayuweManualUsuario001 reco008 "Sintetizar comentarios de los usuarios" "r-paso8" NasayuweManualUsuario001 reco001 "Descripción del contexto o propósito del recurso educativo" "r-paso1" NasayuweManualUsuario001 reco002 "Describir los recursos mediante metadatos descriptivos y estructurales" "r-paso2" NasayuweManualUsuario001 reco003 "Identificar de forma única y persistente los recursos" "r-paso3" NasayuweManualUsuario001 reco004 "Hacer uso de URI como identificadores dentro de los recursos" "r-paso4" NasayuweManualUsuario001 reco010 "Proporcionar un historial de versiones" "r-paso10" </pre>
CQ9	A un propietario le pertenecen uno o muchos recursos educativos, mientras que un recurso educativo pertenece a uno o varios propietarios para el caso del recurso educativo owner001 es el propietario de NasayuweManualUsuario001.	<pre> recurso propietario id NasayuweManualUsuario001 owner001 "34563276" </pre>

La ontología desarrollada, se adjunta en formato OWL en el siguiente enlace https://drive.google.com/file/d/1DhaMQUJFdbpaEKhSfMwuhr4fuzt3LSEx/view?usp=s_haring

3.4 Conclusiones

Las ontologías son herramientas muy poderosas y esenciales para la descripción de la información. Con ellas es posible modelar cualquier entorno de manera estructura, desde gestión de bases de conocimiento, hasta procesos de metodologías ágiles. Las ontologías permiten inferir conocimientos a partir de sus propias clases, sin necesidad

Ontología de dominio para la recuperación y publicación de recursos educativos

de determinarlo directamente. Su integración con la web semántica aporta grandes beneficios tanto para el usuario como para entornos de machine learning, facilitando la información de manera comprensible.

La ontología de dominio en un principio permite la solución de 9 preguntas de competencia, dentro de las cuales se puede obtener las recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos. El diseño de esta ontología permite que sea aplicado a nivel académico como industrial, desde enfoques de aprendizaje sobre los conceptos más relevantes para la publicación y recuperación de recursos, como para obtener recomendaciones que ayuden en el mejoramiento de la gestión de información dentro de organizaciones.

De los resultados obtenidos en este capítulo se espera elaborar un paper para ser enviado a una revista indexada.

Recomendaciones y evaluación

El proceso metodológico utilizado para llegar a la formulación de las recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos, fue el Patrón de Investigación Iterativo (*Iterative Research Pattern*) [26]. En este capítulo se presenta en la sección 4.1, descripción breve de la metodología usada para el desarrollo de este estudio, en la sección 4.2, se describen las recomendaciones obtenidas para la publicación y recuperación de recursos educativos, en la sección 4.3, se presenta la evaluación realizada a las recomendaciones mediante un análisis de polaridad de respuestas dadas por expertos ante una encuesta de satisfacción. Finalmente, se presenta una síntesis de los resultados mostrados en este capítulo.

4.1 Metodología Patrón de Investigación Iterativo

Las recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos se obtienen como resultado de aplicar el método de Patrón de investigación iterativo, método diseñado especialmente para proyectos de investigación de ciencias de la computación y que involucran una solución computacional. Este método se enfoca en múltiples y cortos ciclos con 4 pasos básicos: observación del problema, identificación del problema, desarrollo tecnológico de la solución y pruebas de la solución. La Figura 26 muestra los pasos del método.

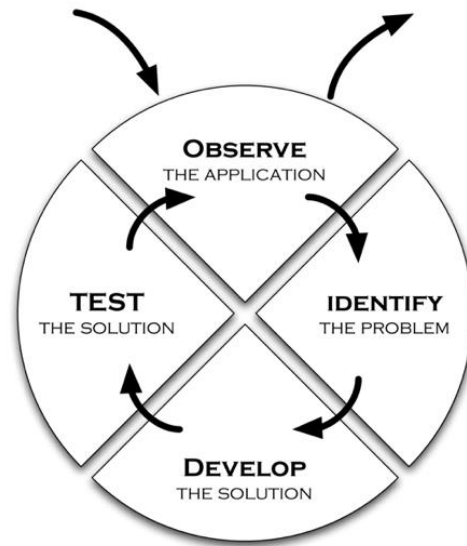


Figura 26. Método patrón de investigación iterativo [26]

Para generar las recomendaciones se realizaron 3 iteraciones de la siguiente manera:

1. Iteración 1:

En esta iteración se realiza un análisis de la situación actual sobre la recuperación y publicación de recursos educativos, lo cual se lleva a cabo mediante el mapeo sistemático materializado en el capítulo 2. De este primer paso, se obtiene un esqueleto de las posibles recomendaciones para la publicación y recuperación realizadas en cada uno de los trabajos relacionados.

Luego, en un segundo paso, se estudia los trabajos relacionados con ontologías para la recuperación y publicación de recursos, de aquí se logra analizar cuáles serían los posibles conceptos y propiedades para el diseño de una ontología de alto nivel que proporcione una serie de pasos para la recuperación y publicación de recursos educativos.

Recomendaciones y evaluación

Finalmente, mediante el estudio del anterior paso, se refina el esqueleto de las recomendaciones posibles.

2. Iteración 2:

Para esta iteración, se completa el diseño de la ontología de dominio, siguiendo los pasos de la metodología de Noy y McGuinness para su creación, presentado en el capítulo 3.

Luego, se obtiene la definición y guía final de las recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos, la cual se presentará más adelante en este capítulo.

Finalmente, se diseña una encuesta de satisfacción como plan para evaluar la utilidad del conjunto de recomendaciones.

3. Iteración 3:

En esta última iteración, se pone en marcha el plan de pruebas para la validación y se analizan los resultados obtenidos de las pruebas mediante la aplicación de un modelo de análisis de lenguaje natural para entender la polaridad descrita en las respuestas de la encuesta de satisfacción.

4.2 Recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos

La siguiente guía establece una serie de recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos, con el fin de hacerlos localizables, accesibles, interoperables y reutilizables. La guía está basada en el análisis realizado en el capítulo 2, lo expuesto por Tim Berners-Lee [18], la W3C [114] y FORCE11 [115].

4.2.1 Introducción

Es notable el crecimiento continuo de la información en la web, desde diferentes áreas como financiera, política, entretenimiento y educativa ponen a disposición sus recursos en la web; sin embargo, por la velocidad del mismo crecimiento no se tiene una uniformidad en su publicación y no se usa completamente todo el potencial que tiene la web para interconectar los recursos entre sí y descubrirlos fácilmente [114]. En consecuencia, es todo un desafío tanto para los publicadores como para los usuarios consumidores de la información, el cómo representar, describir, publicar y encontrar recursos en la web.

En este contexto, es importante brindar orientación a publicadores y consumidores en la forma en que son gestionados los recursos para disponerlos en la web, promoviendo la reutilización e interoperabilidad de los datos y facilitar los resultados.

Para lo anterior, se presentan a continuación una serie de pasos guía recomendados para la publicación y recuperación de recursos en la web, enfocado en el área educativa. Al realizar los pasos de esta guía se obtienen beneficios como mejor interpretación y comprensión de los recursos por parte de la máquina, reutilización e interoperabilidad, enlazabilidad y acceso.

4.2.2 Audiencia

Este documento ofrece una guía para la publicación y recuperación de recursos educativos en la web de los datos, principalmente están diseñadas para personas que gestionan la información, científicos o profesionales interesados en compartir y recuperar datos de investigación en la web.

Se espera que los lectores de este documento tengan familiaridad con algunos conceptos fundamentales de la Web, como, por ejemplo, recursos y URI.

Recomendaciones y evaluación

4.2.3 Alcance

Este documento expone un compilado de pasos guía para la publicación y recuperación de recursos educativos en la web, para fomentar la interoperabilidad, reutilización y vinculación entre ellos.

El enfoque de este documento es servir de guía, cabe aclarar que la no ejecución de los pasos descritos no interfiere en la publicación o recuperación de un recurso, pero el realizarlos mejorará el resultado obtenido en cada uno de ellos.

4.2.4 Recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos

A continuación, se describe en forma de pasos las recomendaciones propuestas para la publicación y recuperación de recursos educativos. Cada uno de los pasos son importantes para obtener un recurso interoperable e integrado en la web de los datos. Estos pasos se muestran en orden, de tal forma que al cumplirlos en su totalidad un recurso sea comprensible, accesible, interoperable, reusable y vinculado en la web. El cumplimiento de cada paso otorga unas insignias que facilitan al usuario conocer las características que cumple su recurso en la web. Por ejemplo, si el usuario desea que el recurso solo sea interoperable y reusable deberá cumplir con las recomendaciones de los pasos que otorguen estas insignias, para el caso podrían ser los pasos 2, 3 y/o 5. Estos pasos se presentan desde la Tabla 16 hasta la Tabla 25.

Tabla 16. Paso 1 – Descripción del propósito del recurso educativo

Paso 1	Descripción del contexto o propósito del recurso educativo
Justificación	Ayuda a establecer de primera mano el objetivo del recurso, el para qué se utiliza y los temas abordados en él. Adicionalmente, es una primera vista hacia las posibles palabras claves a tener en cuenta y en consecuencia los metadatos descriptivos que se pueden usar.
Resultado esperado	Descripción en lenguaje natural que los seres humanos podrán comprender
Enfoque de implementación	Descripción breve dentro de secciones de una página web, descripción de un video en una plataforma bajo demanda, descripción dentro de una

Paso 1	Descripción del contexto o propósito del recurso educativo
	página de gestión de información o repositorios como (Google Drive o OneDrive) en cada uno de los archivos compartidos.
Insignia obtenida	Comprensible

Tabla 17. Paso 2 – Describir los recursos mediante metadatos descriptivos y estructurales.

Paso 2	Describir los recursos mediante metadatos descriptivos y estructurales
Justificación	Permite el descubrimiento automático de los conjuntos de datos en la web por parte de las máquinas y ayuda a las personas a comprender fácilmente el significado de los datos para su explotación y reutilización.
Resultado esperado	Comprensión del significado de los datos por parte de las personas y la máquina.
Enfoque de implementación	Descripción de características básicas de un recurso como: título, descripción, palabras clave, fecha de publicación, temas, formato, fecha de última actualización.
Insignia obtenida	Comprensible, Reutilizable

Tabla 18. Paso 3 – Identificar de forma única y persistente los recursos.

Paso 3	Identificar de forma única y persistente los recursos
Justificación	Permite que los recursos sean localizables de manera sencilla y en cualquier momento, proporciona una adecuada gestión y reuso de los datos.
Resultado esperado	Los recursos podrán ser recuperados a lo largo del tiempo.
Enfoque de implementación	Creación propia de URI para los recursos que pueden ser embebidos en páginas web o hacer uso de servicios de redirección para la web que proporcionan URI persistentes.
Insignia obtenida	Reusable, vinculado, interoperable

Tabla 19. Paso 4 – Hacer uso de URI como identificadores dentro de los recursos

Paso 4	Hacer uso de URI como identificadores dentro de los recursos
Justificación	Reutilizar URI de otros como identificadores de los conjuntos de datos, cuando sea posible. Esto para generar un efecto red, lo que hace que los datos sean más valiosos y más fácil descubrirlos.
Resultado esperado	Un espacio de información global accesible tanto por personas como por máquinas que relaciona los elementos de los datos en la Web.

Recomendaciones y evaluación

Paso 4	Hacer uso de URI como identificadores dentro de los recursos
Enfoque de implementación	Un solo identificador URI puede ofrecer el mismo recurso en más de un formato, si no se especifica este, por ejemplo, http://ejemplo.com/recurso_educativo puede ofrecer los mismos datos en csv, json o xml.
Insignia obtenida	Reusable, vinculado, interoperable

Tabla 20. Paso 5 – Proporcionar recursos en múltiples formatos legibles por máquina.

Paso 5	Proporcionar recursos en múltiples formatos legibles por máquina
Justificación	Proporcionar los recursos en diferentes formatos facilita su disponibilidad y reduce posibles costos de transformación.
Resultado esperado	Recursos en múltiples formatos para que los usuarios puedan usarlos en su formato de preferencia.
Enfoque de implementación	Proporcionar al menos una alternativa más en el formato del recurso, por ejemplo, para un recurso csv proporcionar también un formato en json.
Insignia obtenida	Reusable

Tabla 21. Paso 6 – Reutilizar vocabularios existentes

Paso 6	Reutilizar vocabularios existentes
Justificación	Hacer uso de vocabularios existentes facilita la interoperabilidad, comprensión y fomenta la reutilización de los propios datos, en especial cuando se trata de describir los metadatos de los recursos.
Resultado esperado	Mejorar la interoperabilidad del recurso.
Enfoque de implementación	Hacer uso de vocabularios estandarizados ofrecidos por ejemplo por la W3C, puede definir dentro de la URI el lenguaje del recurso, ya que el término "language" es comprensible y reutilizable en varias ocasiones para referirse precisamente al lenguaje principal del recurso.
Insignia obtenida	Comprensible, reusable, interoperable

Tabla 22. Paso 7 – Enriquecer los recursos con información complementaria.

Paso 7	Enriquecer los recursos con información complementaria
Justificación	Presentar en formas complementarias lo principal de los recursos para informar el tema a destacar.
Resultado esperado	Visualización inmediata del tema principal de los recursos presentado de forma clara para las personas.
Enfoque de implementación	Presentar un resumen en una página web, o proporcionar una infografía en un blog.

Paso 7	Enriquecer los recursos con información complementaria
Insignia obtenida	Reusable, comprensible, accesible

Tabla 23. Paso 8 – Sintetizar comentarios de los usuarios.

Paso 8	Sintetizar comentarios de los usuarios
Justificación	Recopilar los comentarios de los usuarios ayuda a comprender mejor las necesidades de los consumidores, facilitando adquirir nuevas palabras claves o metadatos que enriquezcan la descripción del recurso.
Resultado esperado	Los usuarios pueden proporcionar comentarios y calificaciones sobre el contenido del recurso y su facilidad de acceso.
Enfoque de implementación	Habilitar un medio para que los usuarios ofrezcan sus comentarios, cómo un buzón de opiniones dentro de una página web o la selección de estrellas para realizar una calificación.
Insignia obtenida	Comprensible, reusable

Tabla 24. Paso 9 – Hacer disponibles los recursos en la web.

Paso 9	Hacer disponibles los recursos en la web
Justificación	Ofrece mayor flexibilidad y acceso para los usuarios consumidores, pueden recuperar los recursos de manera rápida y actualizada.
Resultado esperado	Llevar los recursos a una red informática más grande que pueda interconectarse con otros y así obtener información adicional al recurso esperado.
Enfoque de implementación	Habilitar los recursos dentro de una página web, o dentro de una API donde los usuarios puedan consultar por medio de peticiones HTTP.
Insignia obtenida	Reusable, interoperable, accesible, vinculado

Tabla 25. Paso 10 – Proporcionar un historial de versiones.

Paso 10	Proporcionar un historial de versiones
Justificación	Las versiones hacen que los datos sean identificables de forma única, con este el usuario se puede dar cuenta del tiempo en línea del recurso, si la información es confiable, actualizada o caducada.
Resultado esperado	Determinar fácilmente con que versión del recurso se está trabajando, tanto para personas como para máquinas.
Enfoque de implementación	Incluir un número de versión único, o una fecha de publicación.

Recomendaciones y evaluación

Paso 10	Proporcionar un historial de versiones
Insignia obtenida	Reusable, comprensible.

Para un correcto uso de la anterior guía se recomienda realizar más de un paso, dado que ninguno de ellos cuenta con todas las insignias, por tanto, para obtener un buen resultado se debe involucrar más de dos pasos. En la Figura 27 se muestra cuantas insignias cuenta cada paso y en la Figura 28 se presenta el número de pasos que involucra cada insignia.

Paso	Guía	Cantidad de insignias
1	Descripción del contexto o propósito del recurso educativo	1
2	Describir los recursos mediante metadatos descriptivos y estructurales	2
3	Identificar de forma única y persistente los recursos	3
4	Hacer uso de URI como identificadores dentro de los recursos	4
5	Proporcionar recursos en múltiples formatos legibles por máquina	1
6	Reutilización de vocabularios existentes	3
7	Enriquecer los recursos con información complementaria	3
8	Sintetizar comentarios de los usuarios	2
9	Hacer disponibles los recursos en la web	4
10	Proporcionar un historial de versiones	2

1 - 10 / 10 < >

Figura 27. Insignias por cada paso de la guía de recomendaciones.

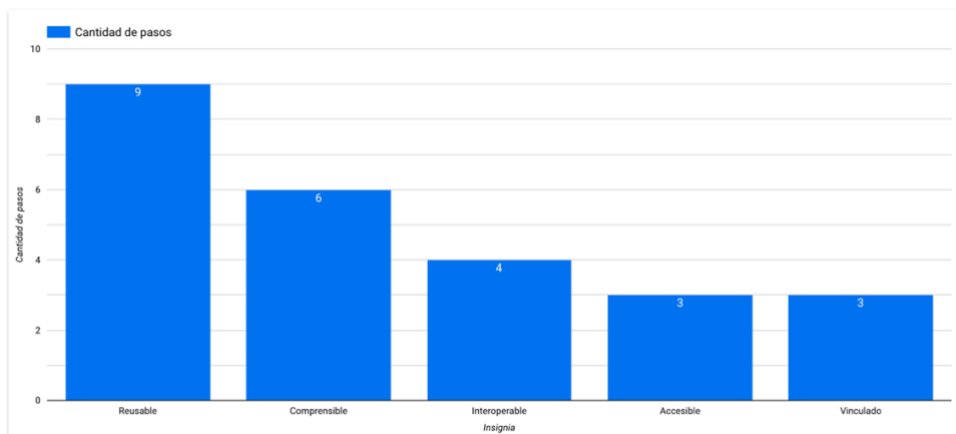


Figura 28. Cantidad de pasos por cada insignia.

Finalmente, la guía de recomendaciones para la publicación y recuperación de recursos educativos se puede encontrar en el siguiente enlace:

https://datastudio.google.com/reporting/53dbedc0-c4e6-4002-8298-516947596649/page/p_bvsq3ofzpc

4.3 Evaluación

4.3.1 Planificación de pruebas

El objetivo de las pruebas es evaluar la utilidad de las recomendaciones presentadas, entendiendo utilidad como la medida de satisfacción por la que las personas valoran una opción de un servicio [116].

Para lo anterior se diseña una encuesta que mediante el análisis de sus resultados permite determinar la polaridad y subjetividad de sus respuestas. Esta encuesta es aplicada a un grupo de usuarios del contexto educativo del Cauca.

La población evaluada se divide de la siguiente manera:

1. Grupo A: 5 usuarios con profesiones afines a la ingeniería de sistemas y electrónica con fuertes conocimientos en la gestión de información web.
2. Grupo B: 5 usuarios conformados por docentes de instituciones educativas del cauca y un experto temático del SENA con conocimientos básicos en ofimática.

Cada grupo contestó la encuesta basada en las siguientes dos pruebas:

1. Entendimiento general de las recomendaciones: A cada grupo se le proporciona el documento que contiene la guía de recomendaciones, para el grupo A se le facilita la guía técnica, y para el grupo B se le facilita un documento con los pasos a un alto nivel, es decir, la guía técnica se traduce a un lenguaje más comprensible para

Recomendaciones y evaluación

que usuarios como docentes logren comprenderlo y aplicarlo, este documento es un caso de uso práctico de la guía técnica que se presentó en la sección 4.2.

- Aplicación de la guía para la recuperación de un recurso educativo: Se les pidió a ambos grupos que realicen una búsqueda en la web de un recurso educativo que previamente se publicó siguiendo las recomendaciones y sin las recomendaciones. A los usuarios solo se les proporciona el tema central y el propósito de recurso que es encontrar un manual que indique como publicar materiales didácticos sobre la lengua de Nasa Yuwe; cada uno de los usuarios generó su propia consulta de búsqueda.

La Tabla 26 presenta las preguntas realizadas en la encuesta de satisfacción.

Tabla 26. Encuesta de satisfacción.

ID	Pregunta	Prueba
Q1	¿Las recomendaciones son apropiadas para su nivel de conocimiento y experiencia con recursos educativos en la web?	Entendimiento general de las recomendaciones
Q2	¿Cree que podría aplicar todos los pasos descritos en las recomendaciones? ¿Cuáles serían los más importantes?	Entendimiento general de las recomendaciones
Q3	¿Le resulta útil estas recomendaciones para comenzarlas a aplicar en su trabajo?	Entendimiento general de las recomendaciones
Q4	¿Las recomendaciones le proporcionaron información útil y adicional a su conocimiento previo?	Entendimiento general de las recomendaciones
Q5	¿Fue sencillo el entendimiento de las recomendaciones?	Entendimiento general de las recomendaciones
Q6	¿Resultó sencillo aplicar las recomendaciones para la búsqueda del recurso educativo?	Aplicación de la guía para la recuperación de un recurso educativo
Q7	¿Adicionaría alguna recomendación basada en esta experiencia? ¿Cuál?	Aplicación de la guía para la recuperación de un recurso educativo
Q8	¿Las recomendaciones fueron útiles para conseguir el objetivo fijado?	Aplicación de la guía para la recuperación de un recurso educativo
Q9	¿Qué tan probable es que siga utilizando estas recomendaciones y que las sugiera a sus compañeros de trabajo?	Aplicación de la guía para la recuperación de un recurso educativo

4.3.2 Resultados de evaluación

Los resultados obtenidos al aplicar el cuestionario fueron analizados mediante la aplicación de un modelo proporcionado por la librería de *paralleldots* que ayuda a determinar la polaridad de cada una de las respuestas. De donde se obtiene lo siguiente:

A nivel general, realizando un promedio de los resultados a toda la encuesta, se obtuvo una polaridad neutra con un 42.95%, seguido a la positiva con un 32% y finalmente una negativa con 25,05%. La Figura 29 presenta la polaridad por cada una de las preguntas y un resumen total.

ID	Pregunta	Negativo	Positivo	Neutral
Q1	¿Las recomendaciones son apropiadas para su nivel de conocimiento y experiencia con recursos educativos en la web?	27,08 %	28,79 %	44,09 %
Q2	¿Cree que podría aplicar todos los pasos descritos en las recomendaciones? ¿Cuáles serían los más importantes?	29,91 %	29,24 %	40,88 %
Q3	¿Le resulta útil estas recomendaciones para comenzarlas a aplicar en su trabajo?	18,79 %	41,23 %	40 %
Q4	¿Las recomendaciones le proporcionaron información útil y adicional a su conocimiento previo?	27,65 %	31,74 %	40,62 %
Q5	¿Fue sencillo el entendimiento de las recomendaciones?	22,2 %	31,92 %	45,89 %
Q6	¿Resultó sencillo aplicar las recomendaciones para la búsqueda del recurso educativo?	24,28 %	33,06 %	42,65 %
Q7	¿Adicionaría alguna recomendación basado en esta experiencia?¿Cuál?	31,53 %	25,52 %	42,95 %
Q8	¿Las recomendaciones fueron útiles para conseguir el objetivo fijado?	18,77 %	35,14 %	46,08 %
Q9	¿Qué tan probable es que siga utilizando estas recomendaciones y que las sugiera a sus compañeros de trabajo?	25,27 %	31,33 %	43,41 %
Total		25,05 %	32 %	42,95 %

1 - 9 / 9 < >

Figura 29. Polaridad por pregunta.

De la figura anterior, se observa que, en los resultados individuales por pregunta, la diferencia entre positivo a neutral es menor que la de negativo a neutral. Entonces, para entender estos resultados se obtuvieron indicadores por cada respuesta de cada pregunta. La Tabla 27 muestra la polaridad de cada una de las respuestas

Recomendaciones y evaluación

Tabla 27. Polaridad de cada respuesta por pregunta.

ID_Pregunta	ID_Respuesta	Respuesta	Negativo	Positivo	Neutral
Q1	Q1R1	Si, las recomendaciones se manejaron en un lenguaje conocido para mi nivel de conocimiento y experiencia.	14.40%	42.10%	43.50%
Q1	Q1R10	Las recomendaciones si fueron apropiadas para mi nivel de experiencia, sugiero que se ejemplifiquen un poco más.	38.00%	29.00%	33.00%
Q1	Q1R2	Si me parecen apropiadas las recomendaciones para mi nivel de conocimiento dado que entendí a la perfección la guía.	32.50%	31.20%	36.20%
Q1	Q1R3	Si, me parecen apropiadas ya que son claras y da enfoques de implementación	22.80%	24.10%	53.00%
Q1	Q1R4	Basada en mi experiencia, las recomendaciones son apropiadas para la publicación y búsqueda de diferentes contenidos en la web.	15.60%	28.30%	56.10%
Q1	Q1R5	La guía de aprendizaje para realizar búsquedas y publicaciones fue apropiada según mi nivel de conocimiento.	17.80%	29.30%	52.80%
Q1	Q1R6	Me resultan bastante apropiadas, me parece que manejan el lenguaje apropiado para su explicación	47.50%	20.00%	32.40%
Q1	Q1R7	Al trabajar todo el tiempo con recursos educativos, creo que las recomendaciones son apropiadas.	20.70%	36.30%	42.90%
Q1	Q1R8	Teniendo experiencia en la publicación de recursos educativos, considero que las recomendaciones son apropiadas para mi nivel de conocimiento y experiencia.	11.00%	31.90%	57.20%
Q1	Q1R9	Creo que están escritas en un lenguaje bastante fácil de entender, por lo tanto se puede concluir que son apropiadas según mi conocimiento y experiencia en búsqueda y publicaciones de recursos educativos.	50.50%	15.70%	33.80%
Q2	Q2R1	No creo que aplique todos los pasos, en el caso de describir el contexto o el propósito del recurso educativo, al realizarlo no enriquecería el recurso con información complementaria porque se incluiría en la primera recomendación.	36.80%	19.00%	44.30%
Q2	Q2R10	Aplicaría los pasos que considero más importantes como descripción del recurso mediante palabras claves y la conexión con otros recursos	23.30%	38.40%	38.40%

ID_Pregunta	ID_Respuesta	Respuesta	Negativo	Positivo	Neutral
Q2	Q2R2	Creo que podría aplicarlos todos siempre y cuando cuente con toda la información que se precisa.	41.80%	15.40%	42.80%
Q2	Q2R3	Quizá no implemente todos, pero si los que me parecen más importantes como la inclusión de metadatos, identificación única y poner el recurso disponible en la web	42.50%	26.40%	31.10%
Q2	Q2R4	Por derechos de autor, pensaría muy bien en la disponibilidad de los recursos en la web. Quizás depende mucho de los editores o tipo de publicaciones.	25.20%	29.40%	45.40%
Q2	Q2R5	Creo que los aplicaría todos si tuviera a la mano toda la información requerida.	28.60%	22.80%	48.70%
Q2	Q2R6	Aplicaría los que se ajusten a mi necesidad, por ejemplo, para gestionar la documentación de los proyectos, no aplicaría la parte de la web sino más bien la disponibilidad de los documentos en una red privada.	44.30%	18.90%	36.80%
Q2	Q2R7	Si, de mi parte haría uso de todas las recomendaciones	19.80%	36.00%	44.20%
Q2	Q2R8	Creo que los aplicaría todos, aunque analizaría el contexto para poner de forma disponible cualquier tipo de recurso, dado que hay algunos que deben pagarse primero antes de ser consultados	27.80%	28.10%	44.10%
Q2	Q2R9	Creo que todo depende de la cantidad de información con la que cuente para publicar el recurso educativo, generalmente detallar más toma más tiempo para realizar el proceso.	9.00%	58.00%	33.00%
Q3	Q3R1	Las recomendaciones son bastante útiles en el momento de realizar publicaciones o búsquedas, sería agradable aplicarlas en el entorno laboral.	16.00%	41.70%	42.30%
Q3	Q3R10	Si, son útiles para saber cómo publicar los recursos	20.10%	37.00%	43.00%
Q3	Q3R2	Es útil aplicar las recomendaciones en el trabajo, dado que me permite encontrar información mucho más fácil	36.10%	37.30%	26.60%
Q3	Q3R3	Me parecen bastante útiles, incluir estas recomendaciones dentro de la wiki del trabajo ahorraría mucho tiempo de	14.30%	49.20%	36.50%

Recomendaciones y evaluación

ID_Pregunta	ID_Respuesta	Respuesta	Negativo	Positivo	Neutral
		búsqueda para encontrar los documentos importantes			
Q3	Q3R4	Son útiles para la investigación de herramientas a utilizar dentro de mis labores diarias.	16.40%	37.20%	46.50%
Q3	Q3R5	Si las aplicaría en mi día a día en el momento de investigar temáticas relacionadas con mi labor.	9.00%	52.50%	38.50%
Q3	Q3R6	Sí, son realmente útiles para gestionar la documentación	24.90%	31.10%	44.00%
Q3	Q3R7	Las recomendaciones son útiles, en el medio escolar valdría la pena utilizarlas	25.00%	34.60%	40.40%
Q3	Q3R8	Si son útiles estas recomendaciones para realizar las búsquedas del material necesario para orientar mi formación.	11.30%	46.50%	42.20%
Q3	Q3R9	La guía es bastante útil para realizar parte de mi trabajo, facilita el proceso de búsqueda y publicación de recursos educativos.	14.80%	45.20%	40.00%
Q4	Q4R1	Definitivamente si generan información adicional al conocimiento previo sobre publicaciones y búsquedas que finalmente las convierten en útiles.	12.40%	50.30%	37.20%
Q4	Q4R10	Por supuesto, es un tema totalmente nuevo que desde mi ámbito de trabajo desconocía o lo pasaba como que otros debían encargarse de ello	18.40%	40.80%	40.80%
Q4	Q4R2	Si me permiten encontrar información útil, al trabajar con conocimiento que se actualiza de forma constante, adquiero conocimiento adicional.	39.30%	23.50%	37.20%
Q4	Q4R3	Si, generalmente solo se tiene en cuenta la descripción o el título, pero son muchas más cosas	21.80%	36.80%	41.40%
Q4	Q4R4	Claro que sí, no contaba con este tipo de información para la publicación y búsqueda de contenidos en la web.	20.90%	24.20%	54.90%
Q4	Q4R5	Si. Antes no tenía en cuenta mucha información antes de publicar un recurso o buscarlo.	32.70%	29.70%	37.60%
Q4	Q4R6	Me generaron información muy valiosa que me llevo en la mente	48.20%	15.80%	36.00%
Q4	Q4R7	Desde luego que traen consigo información que no conocía y son útiles, por ejemplo, el título en la URI	26.00%	27.50%	46.60%
Q4	Q4R8	Si aportaron información adicional que no conocía, explicar el contexto me permite	27.20%	36.30%	36.50%

ID_Pregunta	ID_Respuesta	Respuesta	Negativo	Positivo	Neutral
		detallar mucho mejor el contenido del recurso, como, por ejemplo.			
Q4	Q4R9	Desde luego que me proporcionan información adicional y útil que antes no conocía para realizar mejores publicaciones y búsquedas de material en la web.	29.60%	32.50%	38.00%
Q5	Q5R1	Bastante sencillo, se describen casi que en lenguaje natural.	14.30%	30.10%	55.60%
Q5	Q5R10	Logré comprender las recomendaciones, pero podría resultar mucho más sencillo y útil presentarlas con ejemplos más precisos y de forma más didáctica	7.70%	60.50%	31.70%
Q5	Q5R2	Si fue sencillo, fue fácil entender la guía.	25.50%	28.70%	45.90%
Q5	Q5R3	Dado que conozco del tema si lo fue	20.80%	30.50%	48.60%
Q5	Q5R4	Si fue sencillo el entendimiento, la guía o recomendaciones estaban fáciles de comprender.	24.10%	26.50%	49.40%
Q5	Q5R5	Para mí si fue sencillo, entendí el paso a paso de la guía.	29.30%	29.00%	41.80%
Q5	Q5R6	sí, las recomendaciones son bastantes claras	11.60%	36.70%	51.80%
Q5	Q5R7	Tuve que pedir aclaración sobre algunas cosas que no conocía, sin embargo, luego de la explicación, fue sencillo entender.	34.30%	24.20%	41.50%
Q5	Q5R8	Teniendo conocimiento de algunos aspectos técnicos, si fue fácil y sencillo entender cada uno de los pasos de las recomendaciones.	24.50%	28.20%	47.30%
Q5	Q5R9	Para mí fue bastante sencillo, ya que los puntos están descritos de forma bastante entendible.	29.90%	24.80%	45.30%
Q6	Q6R1	Es un proceso relativamente sencillo, se requiere solamente un poco de comprensión de lectura y las recomendaciones se aplican de forma fácil.	34.00%	26.60%	39.30%
Q6	Q6R10	Después de realizar algunas preguntas, fue sencillo aplicarlas para el proceso de búsqueda	10.00%	47.50%	42.50%
Q6	Q6R2	Si fue sencillo, seguir el paso a paso de la guía para encontrar el recurso.	20.90%	37.90%	41.20%

Recomendaciones y evaluación

ID_Pregunta	ID_Respuesta	Respuesta	Negativo	Positivo	Neutral
Q6	Q6R3	Fue sencillo porque se dio el objetivo de la búsqueda, de ahí salieron mis palabras claves	22.60%	34.00%	43.30%
Q6	Q6R4	Seguir el paso a paso de la guía fue sencillo, se vuelve intuitivo haciéndolo más de una vez.	30.70%	29.70%	39.60%
Q6	Q6R5	Fue sencillo aplicarlas, al ser la dueña del recurso tenía toda la información a la mano.	20.40%	33.10%	46.40%
Q6	Q6R6	Realmente es sencillo realizar la búsqueda si se pone atención a los primeros pasos de la guía	25.40%	32.20%	42.40%
Q6	Q6R7	Quizás toma un poco más de tiempo publicar y buscar bajo las recomendaciones, pero es sencillo.	32.80%	26.40%	40.90%
Q6	Q6R8	Si es fácil aplicar el paso a paso para la publicación y búsqueda de recomendaciones, el ejercicio en general es básico y fácil.	21.70%	40.30%	38.10%
Q6	Q6R9	Entendiendo que se contaba con la información pertinente, fue bastante sencillo aplicar cada paso de la recomendación.	24.30%	22.90%	52.80%
Q7	Q7R1	Hacer una investigación previa del sitio en el que se publicará el recurso educativo para que tenga asociación a las temáticas ya publicadas en el sitio.	20.40%	33.70%	45.90%
Q7	Q7R10	Las recomendaciones presentadas son suficientes para mi	10.10%	41.80%	48.10%
Q7	Q7R2	No, creo que la guía ya es bastante nutrida.	50.40%	12.90%	36.70%
Q7	Q7R3	Por ahora no adicionaría ninguna	48.00%	11.70%	40.20%
Q7	Q7R4	Adicionaría alguna sobre derechos de autor.	15.20%	28.50%	56.30%
Q7	Q7R5	Por el momento no.	50.00%	3.80%	46.20%
Q7	Q7R6	Adicionaría alguna que esté relacionada con licencias	30.70%	24.10%	45.20%
Q7	Q7R7	Si, agregaría que el título de los recursos debe ser bastante descriptivo y claro, para que encontrarlo sea más fácil.	11.60%	52.70%	35.70%
Q7	Q7R8	No, me parece que las recomendaciones están completas.	53.20%	12.50%	34.30%
Q7	Q7R9	De momento no agregaría nada, quizás luego con el uso de la guía con más frecuencia.	25.70%	33.50%	40.90%

ID_Pregunta	ID_Respuesta	Respuesta	Negativo	Positivo	Neutral
Q8	Q8R1	Si, al aplicarlas fue fácil cumplir con el objetivo y se evidenció el cumplimiento de este de forma bastante clara.	19.50%	32.80%	47.70%
Q8	Q8R10	Completamente, una vez entendidas resultan totalmente útiles para lograrlo	17.10%	37.90%	45.00%
Q8	Q8R2	Si fueron útiles para conseguir el objetivo fijado	18.50%	35.30%	46.20%
Q8	Q8R3	Fueron útiles, aunque tocó abstraer la forma en cómo se realizaría una consulta para la búsqueda	19.10%	34.30%	46.60%
Q8	Q8R4	Se consiguió el objetivo fijado luego de seguir al pie de la letra cada recomendación, por lo que si fueron útiles.	17.40%	39.50%	43.10%
Q8	Q8R5	Si fueron útiles y fáciles de llevar para poder conseguir el propósito final.	21.70%	39.50%	38.80%
Q8	Q8R6	Si fueron útiles y se logra ver con claridad la importancia de seguirlas	15.30%	28.40%	56.30%
Q8	Q8R7	Haciendo uso de las recomendaciones se consiguió el objetivo propuesto.	22.30%	20.20%	57.40%
Q8	Q8R8	Si fueron útiles y sobre todo suficientes para lograr cumplir con el ejercicio propuesto.	16.30%	45.00%	38.70%
Q8	Q8R9	Las recomendaciones fueron suficientes para cumplir con el objetivo propuesto de la prueba	20.50%	38.50%	41.00%
Q9	Q9R1	Es bastante probable que se comparta esta información con mis compañeros de trabajo para realizar publicaciones más certeras de los trabajos de investigación.	29.30%	31.90%	38.80%
Q9	Q9R10	Me llevo la guía para aplicarlo a nivel personal y más adelante le explicaré a mis compañeros	28.50%	27.00%	44.50%
Q9	Q9R2	Compartiré mi experiencia con mis compañeros de trabajo para que se apoyen con esta guía	26.50%	29.30%	44.20%
Q9	Q9R3	Es muy probable que use la gran mayoría de las recomendaciones	23.30%	31.80%	44.90%
Q9	Q9R4	Es probable que las siga utilizando y que se capacite a los compañeros sobre las temáticas relacionadas a la guía para aprovechar el tiempo en el momento de publicación y búsqueda de contenidos digitales.	24.30%	36.20%	39.60%

Recomendaciones y evaluación

ID_Pregunta	ID_Respuesta	Respuesta	Negativo	Positivo	Neutral
Q9	Q9R5	Es muy probable y que las comparta a mis compañeros para que busquen recursos educativos	40.50%	25.00%	34.50%
Q9	Q9R6	Muy probable, lo sugeriré adoptar para nuestros repositorios	21.80%	26.50%	51.70%
Q9	Q9R7	Se puede proponer dar a conocer la guía a mis compañeros y estudiantes para facilitar sus procesos de investigación.	20.70%	35.60%	43.70%
Q9	Q9R8	Es bastante probable, podría realizar una transferencia de conocimiento exponiendo la guía de recomendaciones y ejercicios para poder entender mejor el proceso y aplicarlo de forma natural	9.40%	43.70%	46.90%
Q9	Q9R9	Es bastante probable que comente a mis compañeros sobre la guía de recomendaciones para que apliquen en sus jornadas laborales.	28.40%	26.30%	45.30%

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que existen respuestas que de forma presencial y cómo se expresó el usuario ante la prueba son positivas, pero dentro de la ejecución del algoritmo palabras como “creo”, “probable”, “suficiente”, “Si,” hacen que la polaridad tienda a ser neutral dado que intuye un grado de duda dentro de la respuesta. En ese sentido, teniendo en cuenta los resultados obtenidos y lo analizado en directo de la prueba, es satisfactorio obtener una polaridad neutra seguida de una positiva.

Luego se analizaron los resultados por tipo de prueba, la Figura 30 presenta los resultados, ambas pruebas tienen una polaridad neutra por encima del 40%, luego se encuentra la polaridad positiva por encima del 30% y finalmente la negativa por debajo del 25.5%. Aquí se puede notar que entre la prueba P1 (entendimiento general de las recomendaciones) y la P2 (aplicación de la guía) se suma casi un 1.5% a la polaridad neutra para P2, y se resta un 1.32% a la positiva, esto se debe a que la segunda prueba fue algo más práctico donde primero se debía hacer una comprensión lectora luego diseñar una consulta de búsqueda y finalmente obtener el resultado. En este proceso, surgieron varias dudas por parte de los usuarios y por ello es consecuente el resultado.

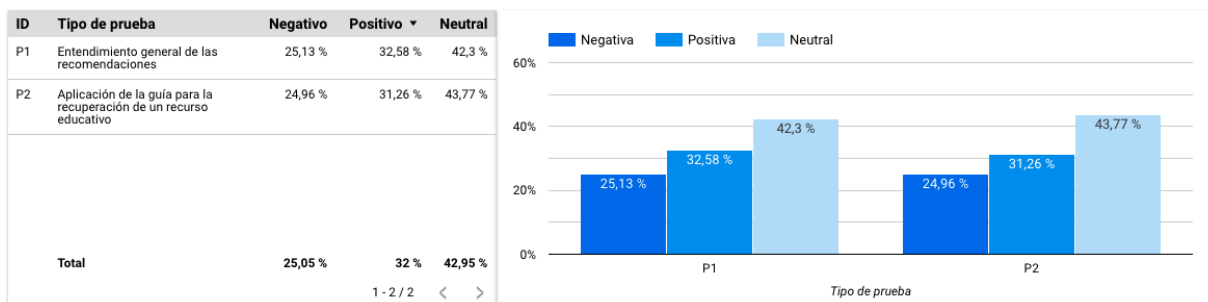


Figura 30. Polaridad por tipo de prueba.

El análisis realizado de las respuestas de la encuesta de satisfacción se pueden encontrar en https://datastudio.google.com/reporting/53dbedc0-c4e6-4002-8298-516947596649/page/p_0jkxz47nxc

Por último, en las Figura 31 y Figura 32 se muestra un ejemplo del resultado obtenido por uno de los usuarios en la prueba P2.

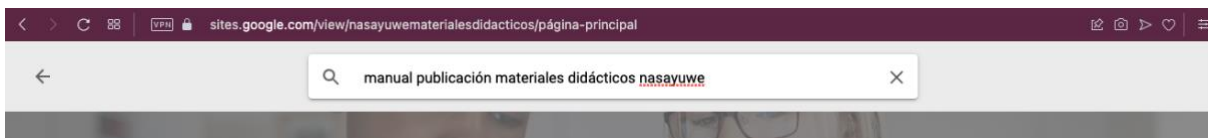


Figura 31. Búsqueda realizada por usuario.

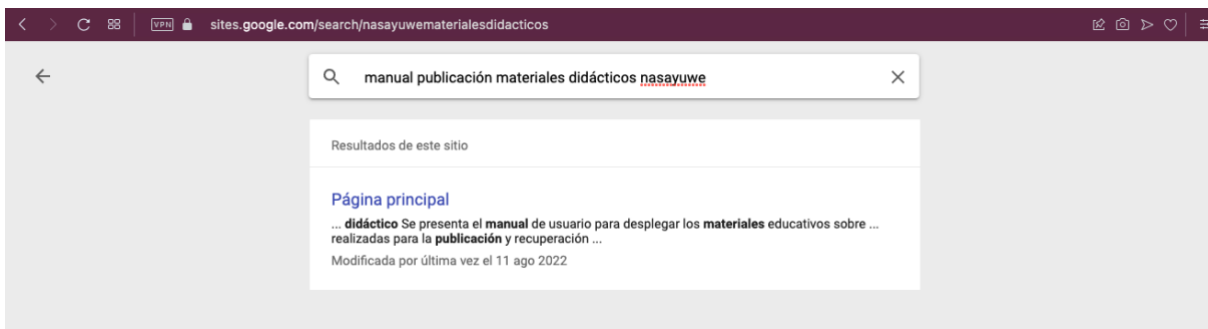


Figura 32. Resultado de la búsqueda de prueba.

4.4 Conclusiones

Hacer uso de las recomendaciones presentadas es muy importante en la época actual, dado el volumen de crecimiento de la información en la web, recursos educativos con información valiosa pueden perderse y quizá nunca llegar a ser encontrados por usuarios. Usar las recomendaciones dentro de plataformas educativas de e-learning o MOOCS permitirán que la gestión de su documentación sea más limpia y estructurada, y si su información se quiere compartir a través de la red global de internet, sus recursos sean encontrados fácilmente.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de una encuesta de satisfacción, permite observar que guías como estas son muy útiles y que pueden ser aplicadas en diferentes entornos de trabajo. Adicionalmente, se logró percibir que los usuarios más interesados por entender y aplicar estas recomendaciones fueron los docentes y experto temático, ya que para ellos fue un tema nuevo y necesario para compartir de manera efectiva sus materiales educativos con sus estudiantes.

De los resultados obtenidos en el capítulo se planea elaborar un paper para enviarlo a un evento internacional con publicación indexada.

Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo se presentan los comentarios finales relacionados con el desarrollo de este trabajo.

Conclusiones

A continuación, se mencionan algunas conclusiones adicionales a las presentadas en cada uno de los capítulos.

A través de la investigación se lograron generar algunos productos adicionales a los propios focos de la investigación, entre ellos, un informe que reúne de forma resumida los resultados obtenidos en este trabajo, este informe se puede tomar de plantilla para seguir enriqueciéndolo con nueva información, nuevos documentos relacionados con investigación, así, más adelante se podrá tener un mapeo más amplio o una traza de investigaciones en el tiempo.

Se obtuvo un mapeo sistemático de la literatura actual en donde se hace evidente que Latinoamérica no ha trabajado mucho en la publicación y recuperación de contenidos educativos, por lo tanto, esta investigación se hace una contribución identificar tendencias actuales en el tema de interés.

Conclusiones y trabajos futuros

Se logró realizar una primera estructuración del conocimiento actual sobre publicación y recuperación de recursos educativos en una ontología de dominio, la cual también incluyó las relaciones de este con las recomendaciones definidas en este trabajo.

Se definió una primera versión de recomendaciones que aportan al trabajo de usuarios expertos y no tan expertos en la publicación y recuperación de contenidos educativos, la cual se puede ir profundizando y ampliando.

De las evaluaciones realizadas se logró identificar que las recomendaciones son fáciles de aplicar obteniendo resultados de percepción neutrales y positivos en su mayoría.

Actualmente, se están finalizando tres artículos para ser enviados a revistas indexadas en Colombia así: 1) Mapeo sistemático, 2) ontología y 3) Recomendaciones y su evaluación.

Trabajo futuro

El trabajo futuro se centrará en los siguientes aspectos clave:

1. Implementación de un software con interfaz de usuario que permita tener disponible la ontología diseñada para que sea usada en diferentes entornos.
2. Aplicación aprendizaje automático junto con la ontología para obtener recomendaciones personalizadas basadas en un entorno, tema, tipo recurso y necesidades de los usuarios.
3. Llevar a entornos productivos o industriales estas recomendaciones para que mejoren la gestión de información.

Bibliografía

- [1] L. Augusto and A. Verdecia, "Los recursos educativos abiertos como medios del proceso de enseñanza-aprendizaje en la disciplina historia de Cuba para la carrera de ingeniería en ciencias informáticas," *Rev. Atlante Cuad. Educ. y Desarro.*, 2020, [Online]. Available: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/01/ensenanza-historia-cuba.html>
- [2] L. García Aretio, "Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil," *RIED. Rev. Iberoam. Educ. a Distancia*, vol. 20, no. 2, p. 9, 2017, doi: 10.5944/ried.20.2.18737.
- [3] Domo, "Data Never Sleeps 8.0 Infographic," 2020. <https://www.domo.com/learn/data-never-sleeps-8> (accessed Sep. 18, 2020).
- [4] J.-A. Marín-Marín, J. López-Belmonte, J.-M. Fernández-Campoy, and J.-M. Romero-Rodríguez, "Big Data in Education. A Bibliometric Review," *Soc. Sci.*, vol. 8, no. 8, p. 223, 2019, doi: 10.3390/socsci8080223.
- [5] L. J. Hernández González, "Implementación de un prototipo de un sistema de recuperación de información que utilice ontologías para la expansión de consultas," Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, 2016.
- [6] C. De Medio, C. Limongelli, A. Marani, and D. Taibi, "Retrieval of Educational Resources from the Web: A Comparison Between Google and Online Educational Repositories," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 11841 LNCS, pp. 28–38, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-35758-0_3.

Bibliografía

- [7] J. F. Herrera-Cubides, P. A. Gaona-García, and K. Gordillo-Orjuela, "A view of the web data. Case Study: Use of Services CKAN," *Rev. Ing.*, vol. 22, no. 1, pp. 46–64, 2016, Accessed: Oct. 10, 2019. [Online]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v22n1/0121-750X-inge-22-01-00046.pdf>
- [8] Moodle, "Moodle statistics," 2020. <https://stats.moodle.org/> (accessed Sep. 18, 2020).
- [9] Class central, "Coursera's 2019: Year in Review," 2019. <https://www.classcentral.com/report/coursera-2019-year-review/> (accessed Sep. 16, 2020).
- [10] Udemy, "Learn about Udemy culture, mission, and careers," 2020. <https://about.udemy.com/es/> (accessed Sep. 18, 2020).
- [11] Udemy, "Udemy Review for Instructors and Online Learners - Blog | TeachinGuide," 2020. <https://blog.teachinguide.com/udemy-review-is-it-worth-it/> (accessed Sep. 18, 2020).
- [12] edX, "About Us," 2020. <https://www.edx.org/about-us> (accessed Sep. 19, 2020).
- [13] Class Central, "By The Numbers: MOOCs in 2019," 2019. <https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2019/> (accessed Sep. 18, 2020).
- [14] MerchDope, "37 Mind Blowing YouTube Facts, Figures and Statistics," 2020. <https://merchdope.com/youtube-stats/> (accessed Sep. 19, 2020).
- [15] Semana, "Foros Semana," 2020. https://www.forossemana.com/evento/id/44856/educacion_digital_en_tiempos_de_covid-19 (accessed Sep. 28, 2020).
- [16] D. M. Cataño Peralta, "Propuesta Metodológica Para La Publicación De

Recursos Digitales Educativos Basado En Linked Open Data. Caso De Estudio: Universidad Distrital Francisco José De Caldas,” Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2019.

- [17] B. Spahiu, C. Xie, A. Rula, A. Maurino, and H. Cai, *Profiling Similarity Links in Linked Open Data*. 2016. Accessed: Sep. 28, 2020. [Online]. Available: <http://data.dws.informatik.uni-mannheim.de/lodcloud/2014/ISWC-RDB/>
- [18] T. Berners-Lee, “Linked Data - Design Issues,” 2006. <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html> (accessed Sep. 28, 2020).
- [19] L. Gil-Vallejo, I. Castellón, and M. Coll-Florit, “Verb similarity: Comparative analysis between theoretical linguistics and corpus data,” *Rev. Signos*, vol. 51, no. 98, pp. 310–332, 2018, doi: 10.4067/S0718-09342018000300310.
- [20] D. Mejía Ávila, L. M. Vilches Blázquez, and A. Vázquez Hoehne, “La interoperabilidad semántica como soporte para la integración de conocimiento geográfico y ambiental: Caso de aplicación: Biodiversidad,” in *II Jornadas Ibéricas de infraestructuras de Datos Espaciales*, 2011, pp. 1–17.
- [21] G. Barchini, M. Álvarez, and S. Herrera, “Information systems: new ontology-based scenarios,” *JISTEM - J. Inf. Syst. Technol. Manag.*, vol. 3, no. 1, pp. 2–18, 2006, doi: 10.1590/S1807-17752006000100002.
- [22] M. Arciniega, M. Belén, and S. Faggioni, “Modelo ontológico para la representación de datos académicos y su publicación con tecnología semántica,” 2016.
- [23] L. Bulygin, “Combining lexical and semantic similarity measures with machine learning approach for ontology and schema matching problem,” *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2277, pp. 245–249, 2018.

Bibliografía

- [24] K. Petersen, S. Vakkalanka, and L. Kuzniarz, "Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 64, pp. 1–18, 2015, doi: 10.1016/j.infsof.2015.03.007.
- [25] N. F. Noy and D. L. McGuinness, "A Guide to Creating Your First Ontology," *Biomed. Informatics Reseach*, pp. 7–25, 2001, [Online]. Available: http://bmir.stanford.edu/file_asset/index.php/108/BMIR-2001-0880.pdf
- [26] K. S. Pratt, "Design Patterns for Research Methods: Iterative Field Research," *AAAI Spring Symp. Exp. Des. Real*, no. 1994, pp. 1–7, 2009.
- [27] A. F. Ali and D. N. F. Warraich, "Integration of Open Educational Resources Through Linked Data : Challenges and Benefits Review," *Libr. Philos. Pract.*, no. 4530, 2020.
- [28] M. Lombardi, "Discovering educational resources on the Web for technology enhanced learning applications," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 1759, pp. 17–24, 2016.
- [29] M. Pinto Molina, "Búsqueda y Recuperación de Información." <http://www.mariapinto.es/e-coms/busqueda-y-recuperacion-de-informacion/> (accessed Dec. 08, 2020).
- [30] G. G. Juanes, A. R. Barrios, J. L. R. García, L. G. Medina, R. D. Adán, and P. G. Yanes, "Linked data strategy to achieve interoperability in higher education," *WEBIST 2014 - Proc. 10th Int. Conf. Web Inf. Syst. Technol.*, vol. 2, pp. 57–64, 2014, doi: 10.5220/0004853500570064.
- [31] J. F. Herrera-Cubides, P. A. Gaona-García, C. E. Montenegro-Marín, and S. Sánchez-Alonso, "Improving OER descriptions to enhance their availability, reuse, and enrichment," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 27, no. 2, pp. 1811–1839, 2022, doi: 10.1007/s10639-021-10641-w.

- [32] P. Hitzler, M. Krötzsch, and S. Rudolph, *Foundations of semantic web technologies*. 2009.
- [33] J. F. Herrera-cubides, “Linked Data : qué sucede con la heterogeneidad y la interoperabilidad,” vol. 23, no. 02, pp. 230–240, 2018.
- [34] M. P. S. Sonakneware and M. S. J. Karale, “Efficient Information Retrieval Using Domain Ontology,” in *International Conference for Convergence of Technology*, 2014, pp. 1–5.
- [35] S. Nahhas, O. Bamasag, M. Khemakhem, and N. Bajnaid, “Added values of linked data in education: A survey and roadmap,” *Computers*, vol. 7, no. 3, 2018, doi: 10.3390/computers7030045.
- [36] M. Lnenicka, H. Kopackova, R. Machova, and J. Komarkova, “Big and open linked data analytics : a study on changing roles and skills in the higher educational process,” 2020.
- [37] A. Barbosa, I. I. Bittencourt, S. W. M. Siqueira, R. De Amorim Silva, and I. Calado, “The use of software tools in linked data publication and consumption: A systematic literature review,” *Int. J. Semant. Web Inf. Syst.*, vol. 13, no. 4, pp. 68–88, 2017, doi: 10.4018/IJSWIS.2017100104.
- [38] S. Khusro, M. Khan, and I. Ullah, “Collaborative video annotation based on ontological themes, temporal duration and pointing regions,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 09-11-May-, pp. 121–126, 2016, doi: 10.1145/2908446.2908471.
- [39] A. Hajra and K. Tochtermann, “Enriching Scientific Publications from LOD Repositories through Word Embeddings Approach,” in *Metadata and Semantics Research*, 2016, pp. 278–290. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/978->

Bibliografia

3-319-49157-8_24%0AThis

- [40] M. L. de A. Campos, L. M. Campos, and N. T. Barbosa, "The challenges of semantic interoperability in the era of eScience on the web," *Knowl. Organ.*, vol. 47, no. 8, pp. 680–695, 2020, doi: 10.5771/0943-7444-2020-8-680.
- [41] S. Sharma, A. Kumar, and V. Rana, "Ontology based informational retrieval system on the semantic web: Semantic web mining," *Proc. - 2017 Int. Conf. Next Gener. Comput. Inf. Syst. ICNGCIS 2017*, pp. 43–47, 2018, doi: 10.1109/ICNGCIS.2017.21.
- [42] A. C. S. Sheela and C. Jayakumar, "Comparative Study of Syntactic Search Engine and Semantic Search Engine: A Survey," *5th Int. Conf. Sci. Technol. Eng. Math. ICONSTEM 2019*, vol. 1, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/ICONSTEM.2019.8918837.
- [43] A. S. Imran and Z. Kastrati, "Pedagogical document classification and organization using domain ontology," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2016, vol. 9753, pp. 499–509. doi: 10.1007/978-3-319-39483-1_45.
- [44] H. Anrui, S. Shaojun, J. Linlong, Z. Hongjian, M. Junlin, and W. Jinxing, "Research on retrieval method based on Apple Orchard Ontology," *2019 14th IEEE Int. Conf. Electron. Meas. Instruments, ICEMI 2019*, pp. 387–397, 2019, doi: 10.1109/ICEMI46757.2019.9101460.
- [45] N. Chandolikor, S. Shilaskar, D. Peddawad, and S. Bhosale, "Semi-automated ontology building using deep learning to provide domain-specific knowledge search in the Marathi language," *Proc. - 2019 Int. Conf. Appl. Mach. Learn. ICAML 2019*, pp. 108–113, 2019, doi: 10.1109/ICAML48257.2019.00029.
- [46] R. Ahmed-ouamer and A. Hammache, "Ontology-Based Information Retrieval for

e-Learning of Computer Science,” pp. 250–257, 2010.

- [47] H. Slimani, O. Hamal, N. E. El Faddouli, S. Bennani, and N. Amrous, “Semantic recommendation system of digital educational resources,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, 2018, doi: 10.1145/3289402.3289513.
- [48] A. Hajra and K. Tochtermann, “Linking science: Approaches for linking scientific publications across different LOD repositories,” *Int. J. Metadata, Semant. Ontol.*, vol. 12, no. 2–3, pp. 124–141, 2017, doi: 10.1504/IJMSO.2017.090778.
- [49] C. K. Pereira, S. Wolfgang, M. Siqueira, B. P. Nunes, and S. Dietze, “Linked data in Education : a survey and a synthesis of actual research and future challenges,” no. January 2018, 2017, doi: 10.1109/TLT.2017.2787659.
- [50] C. Avila-Garzon, “Applications , Methodologies , and Technologies for Linked Open Data: A Systematic Literature Review,” vol. 16, no. 3, pp. 53–69, 2020, doi: 10.4018/IJSWIS.2020070104.
- [51] W3C, “Best Practices for Publishing Linked Data,” Jan. 09, 2014. <https://www.w3.org/TR/ld-bp/#PREPARE> (accessed Mar. 15, 2022).
- [52] Parsifal, “About · Parsifal.” <https://parsif.al/about/> (accessed Oct. 25, 2021).
- [53] Google, “Le damos la bienvenida a Data Studio.” <https://support.google.com/datastudio/answer/6283323?hl=es> (accessed Nov. 25, 2021).
- [54] J. Aguilar, P. Valdiviezo-Díaz, and G. Riofrio, “A general framework for intelligent recommender systems,” *Appl. Comput. Informatics*, vol. 13, no. 2, pp. 147–160, 2017, doi: 10.1016/j.aci.2016.08.002.

Bibliografia

- [55] Z. Raza, K. Mahmood, and N. F. Warraich, "Application of linked data technologies in digital libraries: a review of literature," *Libr. Hi Tech News*, vol. 36, no. 3, pp. 9–12, 2019, doi: 10.1108/LHTN-10-2018-0067.
- [56] X. Yang, T. Gao, T. Li, Y. Liu, and Y. Wang, "Research and implementation of mine risk area semantic retrieval system based on ontology," in *Information Retrieval and Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, vol. 1–4, IGI Global, 2018, pp. 1–2345. doi: 10.4018/978-1-5225-5191-1.
- [57] A. Anikin, D. Litovkin, M. Kultsova, and E. Sarkisova, "Ontology-based collaborative development of domain information space for learning and scientific research," *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 649, no. September, pp. 301–315, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-45880-9_23.
- [58] Z. Rimale, E. Habib, and A. Tragha, "A Semantic Learning Object (SLO) Web-Editor based on Web Ontology Language (OWL) using a New OWL2XSLO Approach," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 7, no. 12, pp. 315–320, 2016, doi: 10.14569/ijacsa.2016.071241.
- [59] S. Aouidi, M. Lamia, and M. Hafidi, "Towards a semantic social approach to enrich the learner's profile in human learning environments," *PervasiveHealth Pervasive Comput. Technol. Healthc.*, 2019, doi: 10.1145/3361570.3361590.
- [60] J. Wise *et al.*, "Implementation and relevance of FAIR data principles in biopharmaceutical R&D," *Drug Discov. Today*, vol. 24, no. 4, pp. 933–938, 2019, doi: 10.1016/j.drudis.2019.01.008.
- [61] P. A. Jadhav, P. N. Chatur, and K. P. Wagh, "Integrating performance of web search engine with Machine Learning approach," *Proceeding IEEE - 2nd Int. Conf. Adv. Electr. Electron. Information, Commun. Bio-Informatics, IEEE - AEEICB 2016*, pp. 519–524, 2016, doi: 10.1109/AEEICB.2016.7538344.
- [62] D. V. Grinchenkov, D. N. Kushchiy, and A. V. Kolomiets, "One approach to the

solution of subject search problem of electronic educational resources on the Internet,” *2016 2nd Int. Conf. Ind. Eng. Appl. Manuf. ICIEAM 2016 - Proc.*, pp. 1–4, 2016, doi: 10.1109/ICIEAM.2016.7911704.

- [63] R. M. Kamal, K. Mohamed, and D. Ali, “Improvement of complementary pedagogical resources indexing based on pedagogical warehouse for recommendation system CEHL,” *Proc. - 2016 3rd Int. Conf. Syst. Collab. SysCo 2016*, 2017, doi: 10.1109/SYSCO.2016.7831339.
- [64] L. Wu, Q. Liu, W. Zhou, G. Mao, J. Huang, and H. Huang, “A Semantic Web-Based Recommendation Framework of Educational Resources in E-Learning,” *Technol. Knowl. Learn.*, vol. 25, no. 4, pp. 811–833, 2020, doi: 10.1007/s10758-018-9395-7.
- [65] D. E. Neves, W. C. Brandão, and L. Ishitani, “Automatic content recommendation and aggregation according to SCORM,” *Informatics Educ.*, vol. 16, no. 2, pp. 225–256, 2017, doi: 10.15388/infedu.2017.12.
- [66] M. A. Salahli, T. Gasimzade, F. Alasgarova, and A. Guliyev, “The Use of Predictive Models in Intelligent Recommendation Systems,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 102, no. August, pp. 515–519, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.09.436.
- [67] C. Limongelli, M. Lombardi, A. Marani, and D. Taibi, “Enrichment of the Dataset of Joint Educational Entities with the Web of Data,” *Proc. - IEEE 17th Int. Conf. Adv. Learn. Technol. ICALT 2017*, pp. 528–529, 2017, doi: 10.1109/ICALT.2017.13.
- [68] E. Daga, M. D’Aquin, A. Adamou, and S. Brown, “The Open University Linked Data - data.open.ac.uk,” *Semant. Web*, vol. 7, no. 2, pp. 183–191, 2016, doi: 10.3233/SW-150182.

Bibliografía

- [69] C. O. Tasar, M. Komesli, and M. O. Unalir, "Systematic mapping study on question answering frameworks over linked data," *IET Softw.*, vol. 12, no. 6, pp. 461–473, 2018, doi: 10.1049/iet-sen.2018.5105.
- [70] M. K. Rtili, M. Khaldi, M. El Mabrouk, and A. Dahmani, "A new LOM application profile to describe complementary pedagogical resources in an CRHL," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. Part F1294, 2017, doi: 10.1145/3090354.3090457.
- [71] D. Mouromtsev, A. Romanov, D. Volchek, and F. Kozlov, "Metadata Extraction from Open edX Online Courses Using Dynamic Mapping of NoSQL Queries," pp. 501–506, 2016, doi: 10.1145/2872518.2890462.
- [72] S. A. Maisto, B. Di Martino, and S. Nacchia, *A Tool for Creating Educational Resources Through Content Aggregation*, vol. 96. 2020.
- [73] O. Palombi, F. Jouanot, N. Nziengam, B. Omidvar-Tehrani, M. C. Rousset, and A. Sanchez, "OntoSIDES: Ontology-based student progress monitoring on the national evaluation system of French Medical Schools," *Artif. Intell. Med.*, vol. 96, no. March 2018, pp. 59–67, 2019, doi: 10.1016/j.artmed.2019.03.006.
- [74] O. Menemencioğlu, I. M. Orak, and B. Mühendisliği Bölümü, "Multimedya Verileri Üzerinde Semantik Sorgulama Semantic Querying on Multimedia Data," in *2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference, SIU*, 2016, pp. 1069–1072. doi: 10.1109/SIU.2016.7495928.
- [75] M. Bustos López, G. Alor-Hernández, J. L. Sánchez-Cervantes, M. A. Paredes-Valverde, and M. D. P. Salas-Zárate, "EduRecomSys: An Educational Resource Recommender System Based on Collaborative Filtering and Emotion Detection," *Interact. Comput.*, vol. 32, no. 4, pp. 407–432, 2020, doi: 10.1093/iwc/iwab001.
- [76] H. Slimani, O. Hamal, N. E. El Faddouli, S. Bennani, and N. Amrous, "The hybrid recommendation of digital educational resources in a distance learning environment: The case of MOOC," *PervasiveHealth Pervasive Comput. Technol.*

Healthc., pp. 109–114, 2020, doi: 10.1145/3419604.3419621.

- [77] G. M. Machado, V. Maran, G. M. Lunardi, L. K. Wives, and J. P. M. de Oliveira, *AwARE: a framework for adaptive recommendation of educational resources*, vol. 103, no. 4. Springer Vienna, 2021. doi: 10.1007/s00607-021-00903-3.
- [78] J. Chicaiza, N. Piedra, J. Lopez-Vargas, and E. Tovar-Caro, “Recommendation of open educational resources. An approach based on linked open data,” *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON*, no. April, pp. 1316–1321, 2017, doi: 10.1109/EDUCON.2017.7943018.
- [79] I. Vagliano and S. Nazir, “Recommending multimedia educational resources on the moving platform,” *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2345, pp. 148–158, 2019.
- [80] L. L. Dias, E. Barrère, and J. F. de Souza, “The impact of semantic annotation techniques on content-based video lecture recommendation,” *J. Inf. Sci.*, 2020, doi: 10.1177/0165551520931732.
- [81] L. Z. Cui, F. L. Guo, and Y. J. Liang, “Research overview of educational recommender systems,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 1–7, 2018, doi: 10.1145/3207677.3278071.
- [82] K. El Guemmat and S. Ouahabi, “A semantic distances-based approach for a deeply indexing of learning objects,” *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 14, no. 6, pp. 27–40, 2019, doi: 10.3991/ijet.v14i06.9738.
- [83] S. V. Zykov and O. Isheyemi, “Architecting open education: The integrated metadata warehouse,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 1–8, 2017, doi: 10.1145/3166094.3166099.
- [84] A. Romero-Pelaez, V. Segarra-Faggioni, and P. P. Alarcon, “Exploring the

Bibliografía

- provenance and accuracy as metadata quality metrics in assessment resources of OCW repositories,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 292–296, 2018, doi: 10.1145/3290511.3290540.
- [85] N. Piedra, J. Chicaiza, J. López, and E. Tovar Caro, “Integrating OER in the design of educational material: Blended Learning and Linked-Open-Educational-Resources-Data Approach,” in *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2016, no. April, pp. 1179–1187.
- [86] W. K. T. M. Gunarathne, T. K. Shih, C. Chootong, W. Sommool, and A. Ochirbat, “An automated learning content classification model for open education repositories: Case of MERLOT II,” *J. Internet Technol.*, vol. 21, no. 5, pp. 1277–1288, 2020, doi: 10.3966/160792642020092105005.
- [87] K. El Guemmat and S. Ouahabi, “Towards a new educational search engine based on hybrid searching and indexing techniques,” *ICSSD 2019 - Int. Conf. Smart Syst. Data Sci.*, 2019, doi: 10.1109/ICSSD47982.2019.9002729.
- [88] V. Estivill-Castro and A. Marani, “Towards the ranking of web-pages for educational purposes,” *CSEDU 2019 - Proc. 11th Int. Conf. Comput. Support. Educ.*, vol. 1, pp. 47–54, 2019, doi: 10.5220/0007586300470054.
- [89] H. S. Bhargav, G. Akalwadi, K. Kishan, and K. Mahesh, “Curating a Semantic Bibliographic Catalog,” *Proc. - 2016 IEEE 10th Int. Conf. Semant. Comput. ICSC 2016*, pp. 172–173, 2016, doi: 10.1109/ICSC.2016.41.
- [90] W. Y. Ramay, X. Cheng-Yin, S. ur Rahman, and M. A. Habib, “Hybrid approach for big data localization and semantic annotation,” *Concurr. Comput. Pract. Exp.*, vol. 33, no. 4, pp. 1–10, 2021, doi: 10.1002/cpe.4955.
- [91] G. Alemu and E. Garoufallou, “The future of interlinked, interoperable and scalable metadata,” *Int. J. Metadata, Semant. Ontol.*, vol. 14, no. 2, pp. 81–87, 2020, doi: 10.1504/IJMSO.2020.108340.

- [92] X. Fei, "An LDA based model for semantic annotation of Web English educational resources," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 40, no. 2, pp. 3445–3454, 2021, doi: 10.3233/JIFS-189382.
- [93] A. Carbonaro, "Modelling educational resources to support accessibility requirements," *2021 IEEE 18th Annu. Consum. Commun. Netw. Conf. CCNC 2021*, 2021, doi: 10.1109/CCNC49032.2021.9369554.
- [94] B. Göschlberger, F. Dopler, and C. Brandstetter, "Managing Learning Resource Metadata for Secondary Education," *PervasiveHealth Pervasive Comput. Technol. Healthc.*, pp. 462–466, 2020, doi: 10.1145/3428757.3429148.
- [95] M. De Carvalho Saraiva and C. B. Medeiros, "Finding out topics in educational materials using their components," *Proc. - Front. Educ. Conf. FIE*, vol. 2017-
Octob, pp. 1–7, 2017, doi: 10.1109/FIE.2017.8190705.
- [96] T. K. Mohammed, A. Govardhan, H. S. Saini, and R. Sayal, "Bio-medical literature retrieval from mixed literature bank with the aid of Multi Kernel Fuzzy c-means technique (MK-FCM)," *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 95, no. 12, pp. 2698–2710, 2017.
- [97] V. Štuikys, R. Burbaitė, K. Bepalova, and G. Ziberkas, "Model-driven processes and tools to design robot-based generative learning objects for computer science education," *Sci. Comput. Program.*, vol. 129, pp. 48–71, 2016, doi: 10.1016/j.scico.2016.03.009.
- [98] W. Shi, A. Haga, and Y. Okada, "Web-Based 3D and 360° VR Materials for IoT Security Education and Test Supporting Learning Analytics," *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 15, 2021, doi: 10.1016/j.iot.2021.100424.
- [99] M. Coronado, C. A. Iglesias, Á. Carrera, and A. Mardomingo, "A cognitive

Bibliografía

- assistant for learning java featuring social dialogue,” *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 117, pp. 55–67, 2018, doi: 10.1016/j.ijhcs.2018.02.004.
- [100] R. Pérez-Rodríguez, L. Anido-Rifón, M. Gómez-Carballa, and M. Mouriño-García, “Architecture of a concept-based information retrieval system for educational resources,” *Sci. Comput. Program.*, vol. 129, no. May 2016, pp. 72–91, 2016, doi: 10.1016/j.scico.2016.05.005.
- [101] R. Bhavani, V. Prakash, and K. Chitra, “A Sly Salvage of Semantic Web Content with Insistence of Low Precision and Low Recall,” *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 117, no. 4, pp. 2757–2780, 2021, doi: 10.1007/s11277-020-07046-2.
- [102] A. B. Gil, F. de la Prieta, S. Rodríguez, and J. M. Corchado, “Smart system for the retrieval of digital educational content,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 20, 2019, doi: 10.3390/app9204400.
- [103] J. F. Herrera Cubides, P. A. Gaona García, and C. E. Montenegro Marín, *Enriquecimiento de recursos educativos: Un enfoque aplicado a la web semántica y datos abiertos*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- [104] M. A. Medina *et al.*, “Onto4AIR2: a simple ontology to represent theses from open repositories as products of academic collaboration,” vol. 0, no. 0, 2021.
- [105] ceweb.br, “6. Vocabularios y Ontologías | Guía de Web Semántica.” <https://ceweb.br/guias/web-semantica/es/capitulo-6/> (accessed Jun. 13, 2022).
- [106] S. M. Rashid and D. L. McGuinness, “Creating and using an education standards ontology to improve education,” *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2182, no. September, 2018.
- [107] E. Ilkou *et al.*, “EduCOR: An Educational and Career-Oriented Recommendation Ontology,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 12922 LNCS, no. July, pp. 546–562, 2021, doi:

10.1007/978-3-030-88361-4_32.

- [108] J. Gomes Jr, E. Barrere, E. Rocha Soares, and J. Souza, "Framework for knowledge discovery in educational video repositories," *Comput. Informatics*, vol. 38, no. May 2020, pp. 1375–1402, 2019, doi: 10.31577/cai.
- [109] J. a Guzmán-Luna, D. Rorres-Pardo, and A. N. López-García, "Desarrollo de una ontología en el contexto de la web semántica apartir de un tesauo documental tradicional," *Rev. Interam. Bibl.*, vol. 29, no. 2, pp. 79–94, 2006, Accessed: Jun. 20, 2022. [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-09762006000200005
- [110] S. Fernando and P. Padilla, "Ontología para el modelo de Búsqueda y Recomendación de OA para la Federación de Repositorios FROAC," 2017.
- [111] A. Sattar, E. S. M. Surin, M. N. Ahmad, M. Ahmad, and A. K. Mahmood, "Comparative analysis of methodologies for domain ontology development: A systematic review," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 11, no. 5, pp. 99–108, 2020, doi: 10.14569/IJACSA.2020.0110515.
- [112] W. A. Ortega-Ordoñez, C. J. Pardo-Calvache, and F. J. Pino-Correa, "Ontoagile: An ontology for agile software development processes," *DYNA*, vol. 86, no. 209, pp. 79–90, 2019, doi: 10.15446/dyna.v86n209.76670.
- [113] I. A. Al-Baltah, A. A. A. Ghani, W. N. W. A. Rahman, and R. Atan, "A comparative study on ontology development methodologies towards building semantic conflicts detection ontology for heterogeneous web services," *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 13, pp. 2674–2679, 2014, doi: 10.19026/rjaset.7.584.
- [114] W3C, "Data on the Web Best Practices," 2017. <https://www.w3.org/TR/dwbp/>

Bibliografía

(accessed Jun. 10, 2022).

- [115] FORCE11, "The FAIR Data Principles," 2016. <https://force11.org/info/the-fair-data-principles/> (accessed Jun. 15, 2022).
- [116] J. Sánchez Galán, "Utilidad - Qué es, definición y significado," *Utilidad*. <https://economipedia.com/definiciones/utilidad.html> (accessed Oct. 27, 2020).
- [117] M. Alfano, B. Lenzitti, G. Lo Bosco, and D. Taibi, "A framework for opening data and creating advanced services in the health and social fields," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 1164, no. June, pp. 57–64, 2016, doi: 10.1145/2983468.2983473.
- [118] A. Melgar and L. Corro, "A framework for organizational memory management of research projects in institutions of higher education," *Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist.*, vol. 2016-July, 2016, doi: 10.1109/CISTI.2016.7521509.
- [119] A. K. Kalou, D. A. Koutsomitropoulos, and G. D. Solomou, "Combining the Best of Both Worlds: A Semantic Web Book Mashup as a Linked Data Service Over CMS Infrastructure," *J. Libr. Metadata*, vol. 16, no. 3–4, p. 0, 2016, doi: 10.1080/19386389.2016.1258897.
- [120] X. Wang, J. Liu, and X. Li, "Education resource knowledge management model base on topic maps and knowledge relevance algorithm," *Proc. - 2015 Int. Conf. Intell. Transp. Big Data Smart City, ICITBS 2015*, pp. 351–357, 2016, doi: 10.1109/ICITBS.2015.94.
- [121] M. Kumar, R. Bhatia, and D. Rattan, "A survey of Web crawlers for information retrieval," *Wiley Interdiscip. Rev. Data Min. Knowl. Discov.*, vol. 7, no. 6, 2017, doi: 10.1002/widm.1218.
- [122] C. Veja, J. Hocker, S. Kollmann, and C. Schindler, "Bridging citizen science and open educational resource," *Proc. 14th Int. Symp. Open Collab. OpenSym 2018*,

pp. 1–12, 2018, doi: 10.1145/3233391.3233539.

- [123] J. Pareek and M. Jhaveri, “DLNEx: A Tool to Automatically Extract Desired Learning Nuggets from Various Learning Materials,” *Lect. Notes Networks Syst.*, vol. 18, pp. 319–330, 2018, doi: 10.1007/978-981-10-6916-1_30.
- [124] N. Piedra and E. T. Caro, “LOD-CS2013: Multilearning through a semantic representation of IEEE computer science curricula,” *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON*, vol. 2018-April, pp. 1939–1948, 2018, doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363473.
- [125] M. A. Conde, R. Colomo-Palacios, F. J. García-Peñalvo, and X. Larrucea, “Teamwork assessment in the educational web of data: A learning analytics approach towards ISO 10018,” *Telemat. Informatics*, vol. 35, no. 3, pp. 551–563, 2018, doi: 10.1016/j.tele.2017.02.001.
- [126] K. M. Thaker, P. Brusilovsky, and D. He, “Concept Enhanced Content Representation for Linking Educational Resources,” *Proc. - 2018 IEEE/WIC/ACM Int. Conf. Web Intell. WI 2018*, pp. 413–420, 2019, doi: 10.1109/WI.2018.00-59.
- [127] L. Cagliero, P. Garza, and E. Baralis, “ELSA: A multilingual document summarization algorithm based on frequent itemsets and latent semantic analysis,” *ACM Trans. Inf. Syst.*, vol. 37, no. 2, pp. 1–33, 2019, doi: 10.1145/3298987.
- [128] C. Limongelli, M. Lombardi, and A. Marani, “Guidelines for TEL researchers on discovering and eliciting educational features in web resources,” *2019 18th Int. Conf. Inf. Technol. Based High. Educ. Training, ITHET 2019*, 2019, doi: 10.1109/ITHET46829.2019.8937358.
- [129] Y. Kim, S. Jung, S. Ji, E. Hwang, and S. Rho, “IoT-based personalized NIE

Bibliografia

- content recommendation system,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 78, no. 3, pp. 3009–3043, 2019, doi: 10.1007/s11042-018-5610-8.
- [130] A. Santhanavijayan and S. R. Balasundaram, “Multi swarm optimization based automatic ontology for e-assessment,” *Comput. Networks*, vol. 160, pp. 192–199, 2019, doi: 10.1016/j.comnet.2019.03.011.
- [131] H. Hajri, Y. Bourda, and F. Popineau, *Personalized Recommendation of Open Educational Resources in MOOCs*, vol. 1022. Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-21151-6_9.
- [132] R. Cortinovis, A. Mikroyannidis, J. Domingue, P. Mulholland, and R. Farrow, “Supporting the discoverability of open educational resources,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 24, no. 5, pp. 3129–3161, 2019, doi: 10.1007/s10639-019-09921-3.
- [133] R. D. Kush *et al.*, “FAIR data sharing: The roles of common data elements and harmonization,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 107, no. March, p. 103421, 2020, doi: 10.1016/j.jbi.2020.103421.
- [134] D. Welsh, V. Mezhyuev, and W. Irsa, “Interdisciplinary terminology framework for teaching and research in learning factories,” *Procedia Manuf.*, vol. 45, pp. 301–306, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.04.021.
- [135] I. Alpizar-Chacon and S. Sosnovsky, “Order out of Chaos: Construction of Knowledge Models from PDF Textbooks,” *Proc. ACM Symp. Doc. Eng. DocEng 2020*, 2020, doi: 10.1145/3395027.3419585.
- [136] S. Bayrakdar, I. Yucedag, M. Simsek, and I. A. Dogru, “Semantic analysis on social networks: A survey,” *Int. J. Commun. Syst.*, vol. 33, no. 11, pp. 1–30, 2020, doi: 10.1002/dac.4424.
- [137] J. L. Ambite *et al.*, “BD2K Training Coordinating Center’s ERuDIte: The

Educational Resource Discovery Index for Data Science,” *IEEE Trans. Emerg. Top. Comput.*, vol. 9, no. 1, pp. 316–328, 2021, doi: 10.1109/TETC.2019.2903466.

- [138] I. Alpizar-Chacon and S. Sosnovsky, “Knowledge models from PDF textbooks,” *New Rev. Hypermedia Multimed.*, pp. 1–49, 2021, doi: 10.1080/13614568.2021.1889692.
- [139] A. W. Tadbier and A. Shoufan, “Ranking educational channels on YouTube: Aspects and issues,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 26, no. 3, pp. 3077–3096, 2021, doi: 10.1007/s10639-020-10414-x.
- [140] S. Gallardo, “Expresiones de obligación y función directiva en editoriales de revistas científicas,” *Rev. Signos*, vol. 50, no. 93, pp. 26–49, 2017, doi: 10.4067/S0718-09342017000100002.
- [141] P. Gras Manzano and M. Á. García Asensio, “La delimitación de la recomendación como acto de habla,” no. lcm.

Búsqueda y selección de artículos

En la Tabla 28 y Tabla 29 se encuentran los resultados preliminares de las bases de datos educativas y públicas.

Tabla 28. Resultados bases de datos educativas.

Palabras clave	ACM	IEEE Xplore	Science Direct	Scopus	Web Of Science	Wiley	Springer	Total
"information retrieval"	438	143	149	2453	746	106	572	4607
"information retrieval systems"	11	0	16	222	25	1	9	284
"information publication"	0	0	1	4	0	47	1	53
"Information publishing"	2	0	0	11	1	0	2	16
"resources" AND "publishing"	3	0	0	31	2	4	0	40
"web of data"	12	0	30	99	33	1	28	203
"web of data" AND "retrieval"	0	0	0	1	0	0	21	22
"retrieval" AND "publishing"	0	0	0	0	0	1	0	1
"interoperability" AND "educational"	1	0	0	5	1	0	29	36
"interoperable information"	0	0	3	7	5	2	1	18
"educational resources"	28	128	51	991	467	34	171	1870
"educational resources" AND retrieval	0	0	1	7	2	1	46	57

Palabras clave	ACM	IEEE Xplore	Science Direct	Scopus	Web Of Science	Wiley	Springer	Total
"educational resources" AND publishing	2	0	0	2	1	2	123	130
"information retrieval" AND "educational resources"	0	0	1	2	1	0	4	8
"Open Educational Resources"	14	66	10	477	227	11	106	911
"Linked open data"	46	17	24	449	156	9	122	823
"Linked open data" AND retrieval	0	0	1	3	3	0	84	91
"Linked open data" AND "educational resources"	0	2	0	3	0	0	4	9
"ontology" AND "educational resources"	0	1	0	4	1	1	30	37
"information retrieval" AND "ontology"	1	11	3	71	15	19	144	264
"information publishing" AND "ontology"	0	0	0	0	0	0	0	0
"Linked open data" AND "ontology"	1	0	1	16	6	0	97	121
TOTAL	559	368	291	4858	1692	239	1594	9601

Tabla 29. Resultados bases de datos públicas

Palabras clave	Google Scholar	Lens
"information retrieval"	618	4553
"information retrieval systems"	27	442
"information publication"	44	64
"Information publishing"	45	18
"resources" AND "publishing"	5	408

Bibliografía

Palabras clave	Google Scholar	Lens
"web of data"	12	648
"web of data" AND "retrieval"	0	3
"retrieval" AND "publishing"	0	4
"interoperability" AND "educational"	0	11
"interoperable information"	6	16
"educational resources"	456	12422
"educational resources" AND retrieval	0	6
"educational resources" AND publishing	0	30
"information retrieval" AND "educational resources"	0	2
"Open Educational Resources"	203	11099
"Linked open data"	85	893
"Linked open data" AND retrieval	0	8
"Linked open data" AND "educational resources"	0	3
"ontology" AND "educational resources"	0	9
"information retrieval" AND "ontology"	9	154
"information publishing" AND "ontology"	0	0
"Linked open data" AND "ontology"	2	22
TOTAL	1512	30815

La Tabla 30 presenta las ecuaciones ejecutadas en cada una de las bases de datos para la búsqueda de estudios.

Tabla 30. Ecuaciones de búsqueda.

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Resultados
ACM	[[All: "publish"] OR [All: "information retrieval"]] AND [[All: "web semantic"] OR [All: "ontology"] OR [All: "linked data"] OR [All: "linked open data"]] AND [All: "educational resources"] AND [Publication Date: (01/01/2016 TO 03/31/2022)]	37
IEEE Xplore	("All Metadata": "information retrieval" OR "All Metadata": "publish") AND ("All Metadata": "web semantic" OR "All Metadata": "ontology" OR "All Metadata": "linked open data" OR "All Metadata": "linked data") AND ("All Metadata": "educat* resource*") = 6 ("All Metadata": "web semantic") AND ("All Metadata": "information retrieval") = 12	18

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Resultados
Science Direct	("publish" OR "information retrieval") AND ("web semantic" OR "ontology" OR "linked data" OR "linked open data") AND ("educational resource")	29
Scopus	ALL (("publish" OR "information retrieval") AND ("web semantic" OR "ontology" OR "linked data" OR "linked open data") AND ("educational resources")) AND PUBYEAR > 2015	185
Web Of Science	("publish" OR "information retrieval") AND ("web semantic" OR "ontology" OR "linked data" OR "linked open data") AND ("educati* resource*") =3 "web semantic" AND "information retrieval" =2 "web semantic" AND "educational resources" =2	7
Wiley	""publish"+OR+"information+retrieval"" anywhere and ""web semantic" OR "ontology" OR "linked data" OR "linked open data"" anywhere and ""educational resources"" anywhere =15 ""web semantic"" anywhere and ""information retrieval"" anywhere =6	21
Total		297

La Tabla 31 presenta la descripción de los artículos seleccionados.

Tabla 31. Artículos seleccionados

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
ACM2	A Framework for Opening Data and Creating Advanced Services in the Health and Social Fields	[117]	Proceedings of the 17th International Conference on Computer Systems and Technologies 2016	conference	2016	RQ1, RQ5	ACM Digital Library
IEE3	A framework for organizational memory management of research projects in institutions of higher education	[118]	2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4, RQ5	IEEE Digital Library

Bibliografía

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
WOS7	A Semantic Learning Object (SLO) Web-Editor based on Web Ontology Language (OWL) using a New OWL2XSLO Approach	[58]	International Journal of Advanced Computer Science and Applications	article	2016	RQ1, RQ2, RQ3	ISI Web of Science
SCD17	Architecture of a concept-based information retrieval system for educational resources	[100]	Science of Computer Programming	article	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4, RQ5	Science Direct
ACM23	Collaborative Video Annotation Based on Ontological Themes, Temporal Duration and Pointing Regions	[38]	Proceedings of the 10th International Conference on Informatics and Systems	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3	ACM Digital Library
SCP24	Combining the Best of Both Worlds: A Semantic Web Book Mashup as a Linked Data Service Over CMS Infrastructure	[119]	Journal of Library Metadata	article	2016	RQ1, RQ2	Scopus
IEE27	Curating a Semantic Bibliographic Catalog	[89]	2016 IEEE Tenth International Conference on Semantic Computing (ICSC)	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	IEEE Digital Library
SCP28	Discovering educational resources on the Web for technology enhanced learning applications	[28]	CEUR Workshop Proceedings	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ4	Scopus

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
SCP30	Education resource knowledge management model base on topic maps and knowledge relevance algorithm	[120]	Proceedings - 2015 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2015	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3	Scopus
SCP33	Enriching scientific publications from LOD repositories through word embeddings approach	[39]	Communications in Computer and Information Science	article	2016	RQ1, RQ2	Scopus
IEE42	Improvement of complementary pedagogical resources indexing based on pedagogical warehouse for recommendation system CEHL	[63]	2016 Third International Conference on Systems of Collaboration (SysCo)	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	IEEE Digital Library
IEE43	Integrating OER in the design of educational material: Blended learning and linked-open-educational-resources-data approach	[85]	2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	IEEE Digital Library
IEE44	Integrating performance of web search engine with	[61]	2016 2nd International Conference on Advances in Electrical,	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3	IEEE Digital Library

Bibliografía

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
	Machine Learning approach		Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB)				
ACM51	Metadata Extraction from Open EdX Online Courses Using Dynamic Mapping of NoSQL Queries	[71]	Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ4	ACM Digital Library
SCD52	Model-driven processes and tools to design robot-based generative learning objects for computer science education	[97]	Science of Computer Programming	article	2016	RQ1	Science Direct
SCP55	One approach to the solution of subject search problem of electronic educational resources on the Internet	[62]	2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016 - Proceedings	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP57	Ontology-based collaborative development of domain information space for learning and scientific research	[57]	Communications in Computer and Information Science	article	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP60	Pedagogical document classification and organization using domain ontology	[43]	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and	article	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
			Lecture Notes in Bioinformatics)				
IEE70	Semantic querying on multimedia data	[74]	2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)	conference	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	IEEE Digital Library
SCP81	The Open University Linked Data - data.open.ac.uk	[68]	Semantic Web	article	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCD82	The Use of Predictive Models in Intelligent Recommendation Systems	[66]	Procedia Computer Science	article	2016	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Science Direct
SCD4	A general framework for intelligent recommender systems	[54]	Applied Computing and Informatics	article	2017	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4, RQ5	Science Direct
ACM5	A New LOM Application Profile to Describe Complementary Pedagogical Resources in an CRHL	[70]	Proceedings of the 2nd International Conference on Big Data, Cloud and Applications	conference	2017	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	ACM Digital Library
WIL10	A survey of Web crawlers for information retrieval	[121]	WIREs Data Mining and Knowledge Discovery	article	2017	RQ1	Wiley Online Library

Bibliografía

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
ACM16	Architecting Open Education: The Integrated Metadata Warehouse	[83]	Proceedings of the 13th Central & Eastern European Software Engineering Conference in Russia	conference	2017	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	ACM Digital Library
SCP18	Automatic content recommendation and aggregation according to SCORM	[65]	Informatics in Education	article	2017	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP21	Bio-medical literature retrieval from mixed literature bank with the aid of Multi Kernel Fuzzy c-means technique (MK-FCM)	[96]	Journal of Theoretical and Applied Information Technology	article	2017	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4, RQ5	Scopus
IEE34	Enrichment of the Dataset of Joint Educational Entities with the Web of Data	[67]	2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)	conference	2017	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	IEEE Digital Library
SCP37	Finding out topics in educational materials using their components	[95]	Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE	conference	2017	RQ1, RQ2, RQ4	Scopus
SCP48	Linking science: Approaches for linking scientific publications across different LOD repositories	[48]	International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies	article	2017	RQ1, RQ2	Scopus
IEE56	Ontology Based Informational Retrieval System on the Semantic Web: Semantic Web Mining	[41]	2017 International Conference on Next Generation Computing and Information Systems (ICNGCIS)	conference	2017	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	IEEE Digital Library

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
SCP63	Recommendation of open educational resources. An approach based on linked open data	[78]	IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON	conference	2017	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP83	The use of software tools in linked data publication and consumption: A systematic literature review	[37]	International Journal on Semantic Web and Information Systems	article	2017	RQ1, RQ2, RQ3	Scopus
SCP1	A cognitive assistant for learning java featuring social dialogue	[99]	International Journal of Human Computer Studies	article	2018	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4, RQ5	Scopus
SCP12	Added values of linked data in education: A survey and roadmap	[35]	Computers	article	2018	RQ1, RQ2	Scopus
ACM22	Bridging Citizen Science and Open Educational Resource	[122]	Proceedings of the 14th International Symposium on Open Collaboration	conference	2018	RQ1, RQ4	ACM Digital Library
SCP29	DLNEx: A Tool to Automatically Extract Desired Learning Nuggets from Various Learning Materials	[123]	Lecture Notes in Networks and Systems	book	2018	RQ1, RQ2	Scopus

Bibliografía

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
SCP35	Exploring the provenance and accuracy as metadata quality metrics in assessment resources of OCW repositories	[84]	ACM International Conference Proceeding Series	conference	2018	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP49	LOD-CS2013: Multilearning through a semantic representation of IEEE computer science curricula	[124]	IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON	conference	2018	RQ1, RQ2	Scopus
SCP65	Research and implementation of mine risk area semantic retrieval system based on ontology	[56]	Information Retrieval and Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications	book	2018	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
ACM67	Research Overview of Educational Recommender Systems	[81]	Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Application Engineering	conference	2018	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	ACM Digital Library
ACM71	Semantic Recommendation System of Digital Educational Resources	[47]	Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications	conference	2018	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	ACM Digital Library
WIL75	Systematic mapping study on question answering frameworks over linked data	[69]	IET Software	article	2018	RQ1, RQ2, RQ3	Wiley Online Library

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
SCD76	Teamwork assessment in the educational web of data: A learning analytics approach towards ISO 10018	[125]	Telematics and Informatics	article	2018	RQ1, RQ2	Science Direct
SCP6	A semantic distances-based approach for a deeply indexing of learning objects	[82]	International Journal of Emerging Technologies in Learning	article	2019	RQ1, RQ2, RQ3	Scopus
SCP15	Application of linked data technologies in digital libraries: a review of literature	[55]	Library Hi Tech News	article	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
IEE25	Comparative Study of Syntactic Search Engine and Semantic Search Engine: A Survey	[42]	2019 Fifth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM)	conference	2019	RQ1, RQ3	IEEE Digital Library
SCP26	Concept Enhanced Content Representation for Linking Educational Resources	[126]	Proceedings - 2018 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, WI 2018	conference	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ5	Scopus
ACM32	ELSA: A Multilingual Document Summarization Algorithm Based on Frequent Itemsets and	[127]	ACM Transactions on Information Systems	article	2019	RQ1	ACM Digital Library

Bibliografía

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
	Latent Semantic Analysis						
SCP38	Framework for knowledge discovery in educational video repositories	[108]	Computing and Informatics	article	2019	RQ1, RQ3	Scopus
SCP39	Guidelines for TEL researchers on discovering and eliciting educational features in web resources	[128]	2019 18th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2019	conference	2019	RQ1, RQ2, RQ3	Scopus
SCD41	Implementation and relevance of FAIR data principles in biopharmaceutical R&D	[60]	Drug Discovery Today	article	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Science Direct
SCP46	IoT-based personalized NIE content recommendation system	[129]	Multimedia Tools and Applications	article	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4, RQ5	Scopus
SCD54	Multi swarm optimization based automatic ontology for e-assessment	[130]	Computer Networks	article	2019	RQ1, RQ2, RQ3	Science Direct
SCD58	OntoSIDES: Ontology-based student progress monitoring on the national evaluation system of French Medical Schools	[73]	Artificial Intelligence in Medicine	article	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Science Direct

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
SCP61	Personalized Recommendation of Open Educational Resources in MOOCs	[131]	Communications in Computer and Information Science	article	2019	RQ1, RQ2, RQ5	Scopus
SCP64	Recommending multimedia educational resources on the moving platform	[79]	CEUR Workshop Proceedings	conference	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP66	Research on retrieval method based on Apple Orchard Ontology	[44]	2019 14th IEEE International Conference on Electronic Measurement and Instruments, ICEMI 2019	conference	2019	RQ1, RQ2	Scopus
SCP68	Retrieval of Educational Resources from the Web: A Comparison Between Google and Online Educational Repositories	[6]	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	article	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4, RQ5	Scopus
IEE72	Semi-Automated Ontology Building Using Deep Learning to Provide Domain-Specific Knowledge Search in the Marathi Language	[45]	2019 International Conference on Applied Machine Learning (ICAML)	conference	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	IEEE Digital Library

Bibliografía

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
SCP73	Smart system for the retrieval of digital educational content	[102]	Applied Sciences (Switzerland)	article	2019	RQ1, RQ2, RQ5	Scopus
SCP74	Supporting the discoverability of open educational resources	[132]	Education and Information Technologies	article	2019	RQ1, RQ3	Scopus
SCP84	Towards a new educational search engine based on hybrid searching and indexing techniques	[87]	ICSSD 2019 - International Conference on Smart Systems and Data Science	conference	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
ACM85	Towards a Semantic Social Approach to Enrich the Learner's Profile in Human Learning Environments	[59]	Proceedings of the 9th International Conference on Information Systems and Technologies	conference	2019	RQ1, RQ2	ACM Digital Library
SCP86	Towards the ranking of web-pages for educational purposes	[88]	CSEDU 2019 - Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education	conference	2019	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP8	A Semantic Web-Based Recommendation Framework of Educational Resources in E-Learning	[64]	Technology, Knowledge and Learning	article	2020	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP11	A Tool for Creating Educational Resources Through Content Aggregation	[72]	Lecture Notes in Networks and Systems	article	2020	RQ1, RQ2	Scopus

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
SCP13	An automated learning content classification model for open education repositories: Case of MERLOT II	[86]	Journal of Internet Technology	article	2020	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4, RQ5	Scopus
SCP31	EduRecomSys: An Educational Resource Recommender System Based on Collaborative Filtering and Emotion Detection	[75]	Interacting with Computers	article	2020	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCD36	FAIR data sharing: The roles of common data elements and harmonization	[133]	Journal of Biomedical Informatics	article	2020	RQ1	Science Direct
SCD45	Interdisciplinary Terminology Framework for Teaching and Research in Learning Factories	[134]	Procedia Manufacturing	article	2020	RQ1, RQ2, RQ4	Science Direct
SCP50	Managing Learning Resource Metadata for Secondary Education	[94]	ACM International Conference Proceeding Series	conference	2020	RQ1, RQ2, RQ4	Scopus
ACM59	Order out of Chaos: Construction of Knowledge Models from PDF Textbooks	[135]	Proceedings of the ACM Symposium on Document Engineering 2020	conference	2020	RQ1	ACM Digital Library

Bibliografía

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
WIL69	Semantic analysis on social networks: A survey	[136]	International Journal of Communication Systems	book	2020	RQ1	Wiley Online Library
SCP77	The challenges of semantic interoperability in the era of eScience on the web	[40]	Knowledge Organization	article	2020	RQ1, RQ2, RQ4	Scopus
SCP78	The future of interlinked, interoperable and scalable metadata	[91]	International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies	article	2020	RQ1, RQ2, RQ3	Scopus
SCP79	The hybrid recommendation of digital educational resources in a distance learning environment: The case of MOOC	[76]	ACM International Conference Proceeding Series	conference	2020	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP80	The impact of semantic annotation techniques on content-based video lecture recommendation	[80]	Journal of Information Science	article	2020	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCD87	Web-Based 3D and 360° VR Materials for IoT Security Education and Test Supporting Learning Analytics	[98]	Internet of Things	article	2021	RQ1, RQ4, RQ5	Science Direct
WOS9	A Sly Salvage of Semantic Web Content with Insistence of Low Precision and Low Recall	[101]	WIRELESS PERSONAL COMMUNICATIONS	article	2021	RQ1, RQ3	ISI Web of Science

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
SCP14	An LDA based model for semantic annotation of Web English educational resources	[92]	Journal of Intelligent and Fuzzy Systems	article	2021	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP19	AwARE: a framework for adaptive recommendation of educational resources	[77]	Computing	article	2021	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP20	BD2K Training Coordinating Center's ERuDite: The Educational Resource Discovery Index for Data Science	[137]	IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing	article	2021	RQ1	Scopus
WIL40	Hybrid approach for big data localization and semantic annotation	[90]	Concurrency and Computation: Practice and Experience	article	2021	RQ1, RQ2, RQ3	Wiley Online Library
SCP47	Knowledge models from PDF textbooks	[138]	New Review of Hypermedia and Multimedia	article	2021	RQ1, RQ2	Scopus
SCP53	Modelling educational resources to support accessibility requirements	[93]	2021 IEEE 18th Annual Consumer Communications and Networking Conference, CCNC 2021	conference	2021	RQ1, RQ2, RQ3, RQ4	Scopus
SCP62	Ranking educational channels on YouTube: Aspects and issues	[139]	Education and Information Technologies	article	2021	RQ1	Scopus

Bibliografía

ID	Título	Referencia	Fuente	Tipo documento	Año	RQ	Base de datos
WOS88	Improving OER descriptions to enhance their availability, reuse, and enrichment	[31]	Education and Information Technologies	article	2022	RQ1, RQ3	ISI Web of Science