

TRABAJO FIN DE MÁSTER

2021-2022

**REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE LA
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA
COLABORATIVA BIM EN SECUNDARIA Y
BACHILLERATO**

MODALIDAD REVISIÓN SISTEMÁTICA

Inés González Serén

Tutora: Dra. Susana Olivares Abengoza

Especialidad: Tecnología

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria
Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanza de Idiomas y
Enseñanzas Deportivas

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

RESUMEN

En los últimos años se ha intensificado la adopción de la tecnología. La información se comparte en tiempo real y la innovación está surgiendo en todos los ámbitos del mundo. Se convive en un entorno cada vez más abierto y colaborativo. El objetivo principal de esta revisión sistemática es analizar si tiene beneficios pedagógicos la aplicación de la metodología colaborativa BIM en entornos docentes de secundaria, bachillerato y formación profesional. Para ello se ha realizado una exploración exhaustiva en las bases de datos multidisciplinares (Academic Search Ultimate, Springer Link, Web of Science, Scopus, Dialnet, SAGE Premier y Google Académico) y a continuación, en las recopilaciones bibliográficas por temática de educación como Eric y Teacher Reference Center. Atendiendo a los criterios de inclusión y exclusión que se consideraron adecuados, se seleccionaron un total de 33 artículos. Una vez analizados, las conclusiones son que la aplicación de metodologías colaborativas en las aulas beneficia el aprendizaje de los alumnos. Al ser BIM una metodología colaborativa quedan constatada su aportación en las aulas y la necesidad de su implantación en los contextos educativos superiores.

PALABRAS CLAVE

Práctica colaborativa, metodología BIM, Building Information Modeling, BIM, docencia.

ABSTRACT

In recent years, the adoption of technology has intensified. Information is shared in real time and innovation is emerging in all areas of the world. We are in an increasingly open and collaborative environment. The main objective of this systematic review is to analyse whether there are pedagogical benefits to the application of collaborative BIM methodology in secondary, baccalaureate and vocational training teaching environments. To this end, an exhaustive exploration has been carried out in multidisciplinary databases (Academic Search Ultimate, Springer Link, Web of Science, Scopus, Dialnet, SAGE Premier and Google Scholar) and then in bibliographic compilations by subject of education such as Eric and Teacher Reference Center. Based on the inclusion and exclusion criteria that were considered appropriate, a total of 33 articles were selected. Once analysed, the conclusions are that the application of collaborative methodologies in the classroom benefits student learning. As BIM is a collaborative methodology, its contribution in the classroom and the need for its implementation in higher education contexts are confirmed.

KEY WORDS

Collaborative practice, BIM methodology, Building Information Modeling, BIM, teaching.

Índice de contenidos

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación	1
1.2. Planteamiento de investigación.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Desarrollo teórico y científico de la cuestión.....	6
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Pregunta de investigación	11
3.2. Objetivo general.....	11
3.3. Planteamiento de la investigación.	12
3.4. Estrategias de búsqueda.....	13
3.5. Criterios de inclusión y exclusión.	14
3.6. Diagrama de flujo	15
3.7. Selección de los resultados.....	17
4. RESULTADOS	21
4.1. Artículos analizados según los objetivos específicos	21
4.2. Artículos analizados según el año de publicación	22
4.3. Artículos analizados según tipo de publicación	23
4.4. Artículos analizados según país de origen	24

4.5. Artículos analizados según sus palabras clave	25
4.6. Artículos analizados según titulación	26
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	31
5.1. Análisis comparativo de los resultados.....	31
5.2. Conclusiones	39
6. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS	41
6.1. Legislación.....	41
6.2. Literatura científica.....	42
6.3. Webgrafía	47
7. ANEXOS	48

Índice de figuras

Figura 1.....	16
Figura 2.....	21
Figura 3.....	22
Figura 4.....	23
Figura 5.....	24
Figura 6.....	26

Índice de tablas

Tabla 1.....	12
Tabla 2.....	17
Tabla 3.....	25
Tabla 4.....	27
Tabla 5.....	34
Tabla 6.....	38
Tabla 7.....	48
Tabla 8.....	49
Tabla 9.....	50

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

El presente Trabajo Fin de Máster se enmarca en el Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanza de Idiomas y Enseñanzas Deportivas en la especialidad de Tecnología.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es ahondar sobre la literatura de la práctica colaborativa en proyectos bajo metodología BIM para analizar cómo se podrían aplicar sus bondades y fortalezas en las aulas de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato y de Formación Profesional.

El impacto de la transformación digital en el mercado laboral ha sido analizado por la Comisión Europea (2019) y sus consecuencias se han visto aceleradas por el COVID-19. Según la Comisión Europea (2019) se necesitan políticas que impulsen una “mano de obra cualificada”, “adaptar las estructuras a la realidad actual” y “mejorar el tejido social de nuestros mercados” para que nuestras economías sean más competitivas y nuestras sociedades más equitativas y equilibradas.

Bajo esta estrategia en España se ha desarrollado el Plan de Modernización de la Formación Profesional por el Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020) en el que se plantea “**el impulso de la digitalización para el crecimiento económico y social**”, basado en que el **conocimiento** sea la fuerza transformadora. (p.38)

Este documento recoge el Plan que el Gobierno de España ha adoptado para desarrollar un país moderno y para desarrollar un nuevo contrato social global¹, más necesario que nunca tras la pandemia.

Este Plan alineado a las estrategias de los organismos europeos define: **“Trabajar juntos para reforzar el capital humano, la empleabilidad y la competitividad** (10/06/2016) y en concordancia también con las recomendaciones europeas en materia de Formación Profesional y de competencias clave para el aprendizaje permanente”. (MEFP, 2020, p.6)

Entre otras en dicho plan se han diseñado **nuevas titulaciones digitales** entre las que se pueden encontrar cursos especializados como el **curso de Modelado de la información en la construcción BIM** (Building Information Modeling). (MEFP, 2020, p.43)

“BIM (Modelando Edificios con Información) es una metodología de **trabajo colaborativa** para la gestión de proyectos de edificación u obra civil a través de una maqueta digital”. (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda [MITMA], 2021)

La implantación de esta nueva titulación tiene que ver con la gran acogida que ha tenido la implantación de la metodología BIM en el sector de la AECO (Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones y Mantenimiento) tanto a nivel nacional como internacional.

¹ El aumento en la globalización de las finanzas -el debilitamiento del poder de decisión de los gobiernos- y la paulatina disminución del equilibrio ecológico han creado desigualdad en las sociedades más desarrolladas (incluida la UE) y acentúa los costos sociales y ambientales de las políticas de algunas economías y la importancia de tener en cuenta la inevitable dependencia mutua de todos los ciudadanos del mundo. El nuevo "contrato social" que seguirá a la pandemia actual solicitará la existencia de una verdadera gobernanza global, la "constitución planetaria" (como lo expresó el filósofo Luigi Ferraroli): un sentido común comprensivo de nuestro destino común requiere la protección de los derechos comunes y la demanda de rendición de cuentas.

La metodología BIM representa un cambio de paradigma y una revolución para la cadena productiva y la gestión de edificios e infraestructuras. Esta herramienta permite una construcción más eficiente, reduce los costes y permite que los diseñadores, constructores y otros agentes involucrados trabajen de forma conjunta. (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda (MITMA, 2021)

De acuerdo con Latham (1994) que define la industria de la construcción como una industria ineficaz, confrontada, fragmentada e incapaz de responder a sus clientes es el momento de, apoyándose en la tecnología, darle a un edificio el carácter de producto industrial (Egan, 1997)

El modelo de crecimiento impulsado por la construcción seguido en nuestro país durante décadas desembocó en un sector opaco, ineficiente y con baja profesionalidad.

A la autora del presente documento le han resultado de especial interés, por su formación laboral y académica, las nuevas tecnologías aplicadas al sector de la edificación realizando un máster en BIM Management.

La metodología BIM se caracteriza por el uso de herramientas y procesos desde una óptica colaborativa. A través de innovadoras herramientas de modelado, integración con bases de datos, almacenamiento centralizado de la información *Common Data Environment* (CDE), procesos para la interoperabilidad entre distintos softwares; permite a proyectistas, ingenieros, constructores, proveedores, clientes y demás agentes implicados, trabajar de forma colaborativa.

Tras profundizar en ella, entre sus características hay que destacar la de aportar transparencia al proceso haciendo partícipes a todos los agentes del proyecto. Ver la arquitectura desde la óptica de la eficiencia, calidad y colaboración es un objetivo que perseguir.

Pero este proceso de industrialización de la construcción no es sencillo, la tecnología es fundamental pero no tanto como la **cultura colaborativa**. Han pasado 38 años desde que existe internet y 37 años desde que se implementó la primera herramienta BIM (Graphisoft). Como citan Choclán Gámez et al. (2014) “BIM es 10% tecnología y 90% sociología”.

Frente a los métodos tradicionales en los que el arquitecto o ingeniero trabajaba jerárquicamente con la información del proyecto, en los proyectos elaborados mediante la metodología BIM es fundamental la colaboración de todos los agentes teniendo claras las funciones que desempeña cada perfil, pero de un modo más horizontal, no tan piramidal.

Las estrategias para avanzar hacia una cultura colaborativa deben ser de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo. Las actitudes que se precisan para la colaboración son la proactividad, la responsabilidad, la honestidad, el compromiso y el liderazgo colaborativo. ¿Por qué no empezar a inculcar dicha cultura en las propias aulas?

La implementación de la **tecnología disruptiva** BIM en el sector de la AECO está suponiendo toda una transformación tecnológica pero también cultural. Dicho cambio de paradigma está suscitando numerosa bibliografía científica que hace muy interesante su análisis para su posterior aplicación en el entorno educativo.

También el analizar y profundizar sobre el **aprendizaje colaborativo** en el sistema docente permitirá definir estrategias para la aplicación de la metodología BIM en contextos educativos.

Analizar la bibliografía científica sobre los avances en la adquisición de la **cultura colaborativa** en nuestra sociedad, la incorporación de la **inteligencia emocional** para afrontar nuevos retos, el empleo del **liderazgo colaborativo** en nuestro modelo educativo también son temas que darán pistas para acercar estas metodologías al entorno educativo.

El cambio cultural debe germinar y enriquecerse en las aulas para que posteriormente la sociedad esté compuesta de líderes colaborativos con suficiente inteligencia emocional para anteponer el talento de las personas al beneficio empresarial.

Uno de los factores que potencia la **confianza** es el conocimiento de la **práctica colaborativa**.

Realizar **métodos de aprendizaje inmersivos** posibilita a los estudiantes a comprender realmente el procedimiento, más allá de sus preferencias y/o especialidades. De este modo se transforma a las personas a la cultura colaborativa eficaz.

Por ejemplo, cuando un niño aprende a jugar al fútbol es muy importante que juegue en alguna ocasión en cada una de las posiciones generando empatía por las demás posiciones y por lo tanto por sus compañeros.

1.2. PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN

¿Sería adecuado aplicar la práctica colaborativa en el aula en base a proyectos desarrollados bajo la metodología BIM? Esta revisión sistemática analiza desde un carácter exploratorio cómo la práctica colaborativa desarrollada a través de la metodología BIM, el aprendizaje colaborativo, la interdisciplinariedad y la transversalidad podría beneficiar a la formación en las etapas educativas de secundaria y de bachillerato.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DESARROLLO TEÓRICO Y CIENTÍFICO DE LA CUESTIÓN

Sir Michael Latham (1994) en el informe “Construyendo el equipo” que elaboró para el gobierno británico propone que el cliente esté en el corazón del proceso de construcción y que dicha industria debe tener un enfoque más integrado con una mayor asociación y trabajo en equipo. Este informe es fundamental para entender cómo la **colaboración** pasará a ser uno de los elementos fundamentales de la industria de la construcción en las próximas décadas.

Posteriormente el gobierno de Reino Unido encarga a Egan (1997) otro informe en el que el autor propone que los edificios deben alcanzar el nivel de **productos industriales**. Egan establecerá por lo tanto dos objetivos: **eficiencia y calidad**. Se acerca el momento de la industrialización de la construcción.

Pero es en 2010 cuando David Cameron, primer ministro de Reino Unido, confía en la **metodología BIM**, creando el BIM Task Group, como tecnología para industrializar la construcción. Por fin el edificio será categorizado como un producto más de la industria y será aplicado el concepto de proyecto integrado.

Los tres elementos fundamentales que constituyen el sistema BIM son:

- El uso especializado de elementos constructivos tridimensionales
- La tecnología paramétrica
- El entorno compartido/cooperativo/colaborativo (dependiendo del nivel de madurez BIM).

El sector de la construcción cada vez demanda proyectos más complejos e integrados (hospitales, aeropuertos, túneles, estadios...) en los que intervienen numerosas disciplinas en las que se exige una amplia coordinación conceptual y espacial. Éstos a su vez demandan nuevas necesidades tecnológicas que exigen a los profesionales una formación continua e interdisciplinar. (Ruschel et al., 2013).

Conceptos como el **diseño participativo** (diseño cooperativo en Escandinavia) o **co-diseño** advierten sobre los cambios que están surgiendo en los métodos tradicionales de concebir un proyecto. En estos procesos se invita a otros participantes para que cooperen con los diseñadores durante el proceso de innovación.

Según Galao et al., (2020) los **cambios tecnológicos** están transformando el mundo de la arquitectura, ingeniería y construcción (architecture, engineering & construction). Este profundo cambio tecnológico y metodológico (trabajo colaborativo) está generando un cambio de paradigma que se conoce como metodología BIM (Building Information Modeling).

Por otro lado, la **transformación tecnológica** tiene un impacto, además de en el sector de la construcción, en el **sistema educativo**.

De acuerdo con Lucero (2003) el proceso de cambios en el que se encuentra inmerso viene enmarcado sobre todo en los cambios en las **relaciones sociales**.

El **trabajo colaborativo**, en un contexto educativo, es una herramienta de aprendizaje participativo que debe incitar a los alumnos a avanzar en grupo “para lo cual demanda conjugar esfuerzos, talentos y competencias mediante una serie de transacciones que les permitan lograr las metas establecidas consensuadamente” (Maldonado, 2007, p.268).

Impulsar el trabajo colaborativo estimula la creatividad, mejora la autoestima, ensalza los valores culturales, el respeto por la diversidad, la democratización y la solidaridad. Las aptitudes para la colaboración son: sintonizar con el entorno, utilizar el pensamiento creativo y comunicar una visión clara.

El intercambio entre pares está basado en la transferencia de conocimientos que se enriquece con la adecuación de un sentido de responsabilidad arraigado en el trabajo en equipo y actitudes cooperativas mejoradas. El trabajo colectivo es fundamental para la puesta en marcha de proyectos educativos

innovadores en los que la cooperación entre iguales sea real y se planifiquen actividades para conseguir objetivos grupales, que tengan como efecto mejorar la capacidad de aprendizaje individual y adaptarse al ritmo de aprendizaje. En su investigación Lizcano-Dallos et al. (2019) presentan el intercambio y la construcción colectiva del conocimiento como un camino para la acción colectiva, donde se establecen comunidades de aprendizaje en un entorno colaborativo. La asociación promete construir grupos de trabajo de estudiantes que movilicen sus habilidades individuales y colectivas para el intercambio de conocimientos y prácticas.

En cuanto a técnicas grupales es muy interesante destacar la diferenciación entre Aprendizaje colaborativo y el cooperativo. Roselli (2016) declara que existe un cierto consenso que define la cooperación como la división marcada de las tareas que cada alumno debe realizar y que la responsabilidad recae fundamentalmente en el profesor. En cambio, en el aprendizaje colaborativo los objetivos son comunes a lo largo de todo el proyecto y la gestión de los conocimientos por parte de cada alumno se hace cada vez más evidente.

Como expone Zañartu (2003), en la literatura aparecen frecuentemente los términos aprendizaje colaborativo contra el cooperativo asimilándolos en muchas ocasiones. La autora afirma que tienen diferencias ya que el aprendizaje colaborativo se orienta hacia el enfoque sociocultural y el aprendizaje cooperativo hacia la teoría Piagetiana del constructivismo.

En su estudio establece las diferencias entre ambos definiendo el aprendizaje cooperativo como “El trabajo cooperativo consiste en la aplicación, por parte del docente, de técnicas grupales dirigidas a lograr este objetivo; en tal sentido, su uso es instrumental y complementario” (Zañartu, 2003, p.224). Entre otras la asignación de roles. Es decir, cada integrante de un grupo desempeña una labor concreta y entre todos cooperan. Pero se trata de una propuesta más dirigida por el docente. En la colaborativa los alumnos tienen más independencia y se gestionan entre ellos, por ello es más habitual en etapas superiores.

El aprendizaje colaborativo no se trata, pues, de la aplicación circunstancial de técnicas grupales, sino de incentivar el intercambio y la colaboración de todos en la elaboración del conocimiento compartido.

La aplicación del **Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativos** (ABPC) conduce a la creación de una verdadera comunidad de aprendizaje en la que el objetivo fundamental no es tan solo la transmisión de conocimientos sino desarrollar la competencia de aprender a aprender. (Maldonado, 2007, p.168).

El **ABPC** beneficia la formación sistemática de competencias. Conjuga el saber hacer, con el saber conocer y el saber ser.

Pero sin caer en que la colaboración es el mecanismo que causa el aprendizaje; porque el aprendizaje sólo se dará cuando se logre que la interacción sea de calidad, que propicie el intercambio de ideas y el encuentro con los demás.

Por otro lado, el **proyecto digital en equipo** ayuda a la adquisición de las competencias digitales, destacando concretamente las vinculadas al trabajo en equipo en red y su actitud digital. Pérez-Mateo-Subirá et al. (2003) destacan la necesidad de trabajar con propuestas pedagógicas para adquirir las competencias digitales empleando programas de Procesos de Aprendizaje Colaborativo Apoyado CSCL (Computer Supported Collaborative Learning).

El interés por el **aprendizaje colaborativo** en red llevó a varios expertos a configurar la Red temática sobre Aprendizaje Colaborativo en Entornos Virtuales (RACEV).

La **elaboración de un proyecto bajo la metodología BIM** en las aulas (su vivienda, por ejemplo) fomentaría la **competencia para aprender a aprender** ya que supondría realizar un proyecto que los alumnos sentirían como suyo.

Este ejercicio implicaría la capacidad de comenzar, organizar y reflexionar sobre la enseñanza de cómo y dónde se vive modelando su vivienda.

Evolucionará a medida que los estudiantes descubran nuevos procesos de aprendizaje y nuevas estrategias para realizar tareas (SABER). El siguiente paso es utilizar estos procesos y estrategias recién descubiertos (SABER HACER). Si se incentiva al alumno a aprender, si es curioso y se le anima activamente en el proceso de aprendizaje (SABER-SER), esta habilidad se verá reforzada.

El uso de herramientas informáticas basadas en la tecnología Building Information Modeling (BIM) según Méndez et al. (2018) potencian el trabajo colaborativo.

El CSCW o servicio de soporte informático (Computer Supported Collaborative Work) se centra en el estudio de técnicas y herramientas para el trabajo en equipo con tecnologías habilitadas para redes informáticas y hardware, software, servicios y técnicas relacionados, así como sus efectos psicológicos, sociales y organizacionales.

Se conoce como **groupware** la integración de distintas herramientas para el trabajo colaborativo como agenda, calendarios, videoconferencias, correo electrónico, herramientas de flujo. Este conjunto de herramientas además de aportar el carácter tecnológico con mayor orden y control sobre la organización y tareas a realizar, tienen un gran carácter social y colaborativo ya que ayudan a la fluidez y comunicación de los miembros del equipo.

La evolución hacia un entorno de trabajo colaborativo se conoce como CWE (Collaborative Work Environment). Este entorno colaborativo apoya a estas personas como profesionales en su trabajo individual y colaborativo.

Los diseños participativos se han promovido durante más de 50 años, pero ahora, gracias a la tecnología, existe un entorno estructurado para fomentar dicha colaboración.

3. METODOLOGÍA

3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Se vive en un mundo que cada día es más complejo. Durante los últimos años, la adopción de la tecnología se ha intensificado. El conocimiento se comparte en tiempo real y la innovación está surgiendo en todo el mundo. Se convive en un entorno cada vez más abierto y colaborativo. Todo está cambiando a nuestro alrededor a una velocidad vertiginosa (López, 2016), por lo tanto ¿cómo se podrían enseñar las bondades del trabajo colaborativo en las aulas?

Ante esta inquietud y siguiendo la estrategia PICOT, que Peñaherrera y Soria (2015) definen para construir la pregunta de investigación (Participantes, Intervención, Comparación, Outcome -Resultados- y Tiempo) se obtendría:

¿Qué producción científica existe (O) sobre la incidencia de la incorporación de una metodología colaborativa como BIM en el proceso de enseñanza-aprendizaje (I) en el alumnado y profesorado de secundaria y bachillerato (P) en los últimos cuatro años (T)?

3.2. OBJETIVO GENERAL

Esta revisión sistemática tiene por lo tanto como finalidad analizar los beneficios formativos que la aplicación de una metodología colaborativa como BIM tendría entre el alumnado y profesorado de secundaria y bachillerato, bajo un trabajo de profunda exploración bibliográfica.

Para abordar el objetivo general se ha de acometer la investigación de los siguientes objetivos específicos:

OE1. Conocer la producción científica existente sobre la práctica y cultura colaborativa en los entornos docentes.

OE2. Examinar la producción científica existente sobre el impacto de la incorporación de la metodología colaborativa BIM en entornos docentes.

OE3. Analizar el desarrollo y aplicación de modelos que promuevan el trabajo multidisciplinario y colaborativo entre todos los actores involucrados en el proceso formativo (docentes y alumnos).

OE4. Reflexionar acerca de las evidencias contrastadas

3.3. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

Se ha realizado una **revisión sistemática cualitativa** ya que se realiza una búsqueda focalizada en una pregunta de investigación y cuya estrategia está claramente especificada y aplicada. El análisis de la información es riguroso y crítico y su carácter es cualitativo.

Tabla 1

Diferencias entre revisiones sistemáticas y revisiones narrativas

CARACTERÍSTICAS	NARRATIVA	SISTEMÁTICA
Focalizada	Tema	Pregunta
Estrategia de búsqueda	No especificado	Claramente especificado
Criterios de selección	No especificado	Especificado y aplicado
Análisis de la información	Variable	Riguroso y crítico
Síntesis	Cualitativa	Cualitativa o cuantitativa (Metanálisis)

Fuente: Tabla elaborada por Beltrán (2005, p.62). *Nota:* En esta tabla se observan las características que definen esta revisión como sistemática.

Como define Beltrán (2005) la revisión planteada es “un diseño de investigación observacional y retrospectivo, que sintetiza los resultados de múltiples investigaciones primarias” (p.60). Se trata además de una revisión cualitativa ya que no ofrece una combinación numérica de datos (Beltrán, 2005).

El estudio se clasifica como una revisión sistemática basada únicamente en evidencia cualitativa. Las revisiones de este tipo en el contexto de la educación son pocas, ya que lo habitual es encontrarlas determinando si las actuaciones educativas son eficaces comparadas con un grupo de supervisión, calculando después la dimensión del efecto mediante metaanálisis.

Esto plantea la dificultad de encontrar la forma de incluir evidencia de investigación cualitativa, puesto que se “mantiene el debate sobre sí la revisión sistemática cualitativa es exhaustiva” (Centro Cochrane Iberoamericano, 2011, p. 582).

Según los autores de PRISMA, “el metanálisis (síntesis cuantitativa de resultados) sería solamente una parte, deseable pero no siempre posible, de un proceso más amplio- consistente en diversos pasos sucesivos que deben ser explícitos y reproducibles- conocido como revisión sistemática”. (Urrútia y Bonfill, 2010, p.508). El proceso será cualitativo ya que no se definirá una síntesis cuantitativa de resultados.

3.4. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

Establecidos los objetivos se plantea una búsqueda preliminar en las bases de datos multidisciplinares y en las de temática sobre educación disponibles en la biblioteca CRAI Dulce Chacón de la Universidad Europea de Madrid.

En dicha primera búsqueda las palabras clave utilizadas fueron: **práctica colaborativa, BIM y docencia**, los tres conceptos principales de la investigación.

Estas primeras variables aportaron datos en las bases de datos multidisciplinares (Academic Search Ultimate, Springer Link, Web of Science, Scopus, Dialnet, SAGE Premier y Google Académico) y a continuación, en las recopilaciones bibliográficas por temática de educación como Eric y Teacher Reference Center.

En base a estas búsquedas se extrajeron otros “sinónimos” o “descriptores” en base a los tesauros de las distintas bases de datos y para profundizar y extender lo máximo posible la búsqueda se incluyeron los siguientes: práctica colaborativa, práctica integrada, metodología BIM, BIM y docencia.

Los booleanos aplicados han sido “AND” y “OR” quedando la frase de búsqueda resultante: (práctica integrada OR práctica colaborativa) AND

(metodología BIM OR building information modeling OR BIM) and docencia. Práctica integrada y práctica colaborativa no son sinónimos, pero se ha incluido el OR buscando la aparición de uno de los dos sin que fuese excluyente la aparición de ambos simultáneamente. El término AECO aparece frecuentemente en los descriptores de las búsquedas sobre metodología BIM, pero como la investigación busca poner el foco en el ámbito de la docencia se ha descartado su inclusión.

Para la búsqueda y la elección de los criterios de inclusión y exclusión se ha tenido en cuenta la declaración PRISMA (Yepes-Nuñez et al. 2021) donde se detalla la justificación de los 27 ítems para la conducción de la revisión sistemática, así como el proceso de elaboración de estas directrices sobre la metodología empleada. Ver tablas incluidas en Anexo 1.

3.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.

Criterios de inclusión son:

- Año de publicación: Desde 2018 al 2022. En 2018 fue creada la Comisión BIM Interministerial por el Real Decreto 1515/2018, de 28 de diciembre y constituida en abril de 2019 para impulsar y garantizar la implantación de la metodología BIM en la contratación pública. A partir de este momento las universidades empiezan a ver una urgencia en implementar la metodología en sus escuelas por ello los estudios más relevantes son de los últimos 4 años.
- Idioma de publicación: español. Restringiendo el análisis a habla hispana se conocerán los casos de implantación de la metodología en nuestro país y Latinoamérica.
- Dada la actualidad del tema se han incluido también los artículos de estudios procedentes de Congresos, Talleres, Jornadas sobre innovación docente como los artículos de los Congresos Universitarios de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas de diferentes universidades (Alicante, Valladolid, Cuenca, Oviedo, Málaga...)

Criterios de exclusión:

- No disponer de acceso al documento desde la base de datos empleada.
- Analizando el título y el abstract los criterios de exclusión han sido:
 - Se han excluido los proyectos basados en asignaturas específicas de obra civil. Esta disciplina se considera más compleja para crear transversalidades con materias de la ESO y Bachillerato, mientras que un proyecto arquitectónico se puede relacionar con el dibujo e instalaciones comunes de una vivienda.
 - Los estudios en los que la metodología se aplicaba a una asignatura universitaria concreta se han descartado por considerarse materias muy específicas para trasladar sus metodologías a las etapas de secundaria y bachillerato.

Para ayudar en la selección de los artículos incluidos en esta revisión se ha tenido en cuenta el Programa de Habilidades en Lectura Crítica Español [CASPe], (2022). Dicho programa propone la evaluación de los artículos según tres aspectos fundamentales. ¿se puede confiar en los resultados? ¿cuáles son los resultados? ¿son aplicables en el entorno de esta revisión?

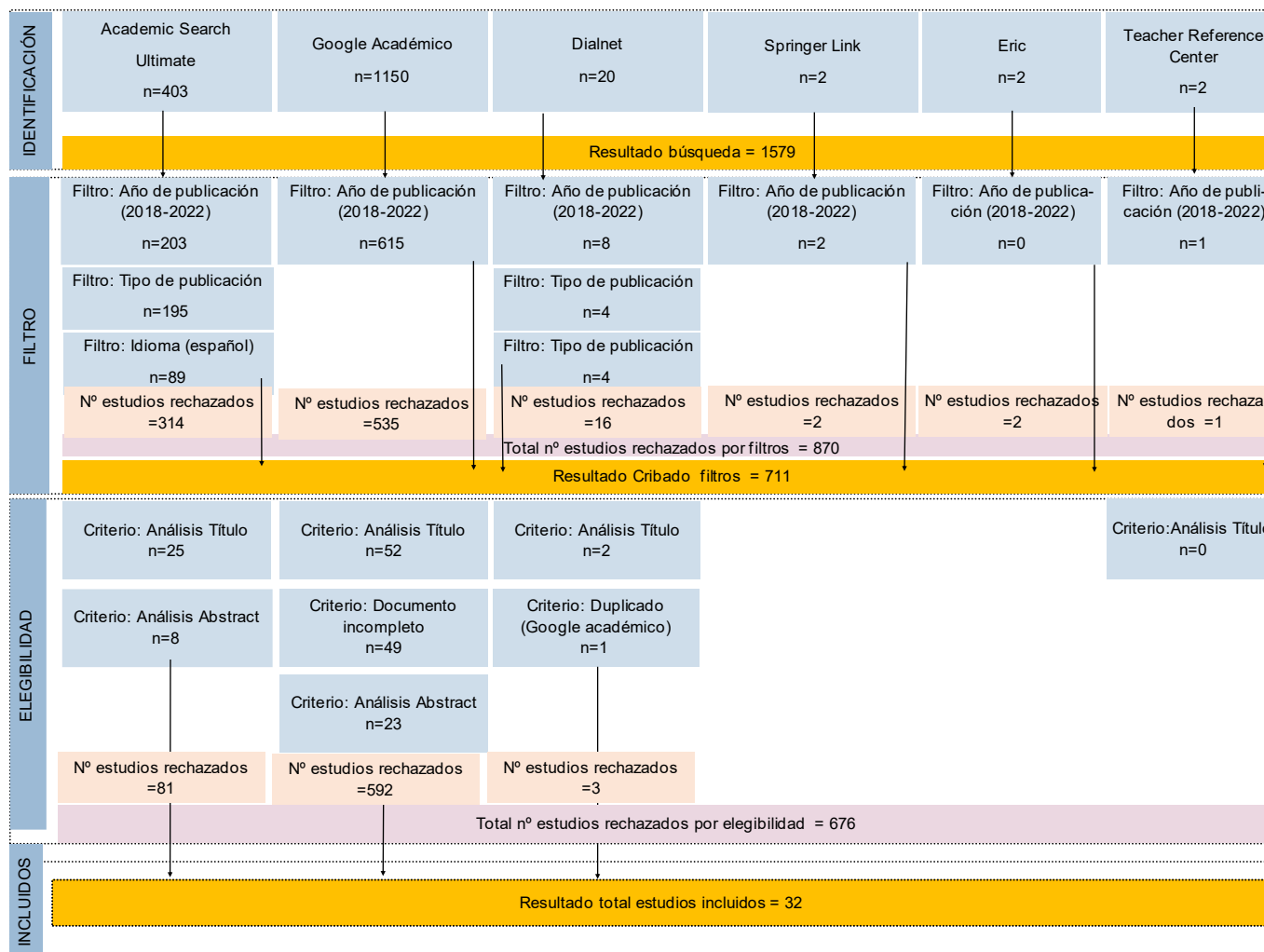
Como guía en la lectura crítica ha sido consultada la plantilla de preguntas redactadas en el programa y que están accesibles en el Anexo 2.

3.6. DIAGRAMA DE FLUJO

En las búsquedas realizadas en las bases de datos se han filtrado los resultados del periodo localizado entre los años 2018 y 2022 donde se localizan la mayoría de los resultados obtenidos en una primera fase. Esto se debe al impulso de la implantación de la metodología por la administración. La base de datos que mayor número de resultados arroja es Google Scholar y en segunda instancia Academic Search. Minoritariamente se localizaron algunos otros resultados en las demás bases de datos, pero en menor número.

A continuación, se refleja de manera gráfica el proceso de cribado y selección de resultados llevado a cabo en las bases de datos consultadas:

Figura 1
Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

3.7. SELECCIÓN DE LOS RESULTADOS

Por lo tanto, la selección definitiva sobre la que se fundamenta el trabajo de revisión viene detallada en la siguiente tabla:

Tabla 2

Estudios incluidos

Nº	Autores	Año	Título	Palabras Clave
1	Alarcón T. et al.	2018	Sistemas BIM y gráfica digital en la FAU-UNNE. Conocimientos previos de los estudiantes de primer año.	Building Information Modeling, trabajo colaborativo, enseñanza, aprendizaje, representación arquitectónica
2	Espinosa Pérez E. y Pascual García M.	2019	De las prácticas colaborativas al aula como laboratorio en red	Aprendizaje, colaboración, p2p, experiencia, red, táctica
3	Estrada-Girón A. et al.	2021	Análisis de una experiencia de formación docente en el nivel Medio Superior, realidades y desafíos frente a los nuevos paradigmas de enseñanza	Aprendizaje Significativo, Formación Docente, Zona de Desarrollo Próximo, Aprendizaje por modelamiento
4	Ferrer N.	2018	Estrategias para mejorar la formación con BIM: Análisis pedagógico de dos casos de uso	*
5	Galao, O. et al.	2020	Herramientas de innovación en la docencia del Máster de Ingeniería de Caminos de la UA: BIM y Realidad Aumentada	Innovación educativa, realidad aumentada, BIM, TIC, mobile learning
6	García-Araque J.	2020	Mapeos colaborativos: oportunidad para la geografía de acrecentar el uso de una valiosa herramienta de análisis territorial	Cartografía participativa; geografía; mapeo colectivo; subjetividad

7	García-Granja, M.J. et al.	2020	Estrategias de integración de la metodología BIM en el sector AEC desde la Universidad	Building information modeling (BIM), aprendizaje basado en proyectos (ABP), tecnología, pedagogía experimental, metodologías activas (MA).
8	Gómez-Trigueros I.M. et al.	2019	La formación del profesorado desde una perspectiva interdisciplinar con TIC y TAC: retos ante el siglo XXI	TIC, TAC, transmedia, Interdisciplinariedad, TPACK
9	Gutiérrez K. y Godoy P.	2020	Estándares y trabajo colaborativo como parte de la enseñanza BIM en educación superior	Trabajo colaborativo, Industria 4.0, Transformación digital, BIM
10	Guzmán A. et al.	2020	Enseñanza del diseño de conexiones estructurales paramétricas aplicando la metodología "design thinking"	Conexión estructural; diseño paramétrico; materialidad; detalle constructivo.
11	Hermoso-Orzáez, M. J. et al.	2021	Resultados de innovación docente mediante BIM-server-Center-Education de Cype aplicada a la asignatura de instalaciones del Máster de Ingeniería Industrial Jaén	Building Information Modelling; BIM: instalaciones industriales; software para instalaciones; Innovación docente
12	Hernández-Perlino F.	2020	Impacto de las TIC en la enseñanza del emprendimiento cooperativo	Tecnologías de la Información y Comunicación, proceso enseñanza-aprendizaje, emprendimiento cooperativo, Young Potential Development, Partial Least Squares.
13	Hernández-Rodríguez M.J.	2021	Aprendizaje colaborativo basado en retos en Formación Profesional. Módulo de diseño y construcción de edificios	Formación Profesional, aprendizaje colaborativo, edificación, construcción, proyecto, reto, medioambiente, particiones interiores, acabados, revestimientos.
14	Jiménez-Toledo J.A. et al.	2018	El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura	Aprendizaje colaborativo; enseñanza/aprendizaje; programación; revisión sistemática; trabajo colaborativo
15	León Cascante, I. y Pérez Martínez J.	2018	Docencia colaborativa en BIM. Desde la tradición y dirigida por la expresión gráfica arquitectónica	Expresión gráfica arquitectónica, BIM, docencia, Universidad

16	Lizcano-Dallos A.R. et al.	2018	Aprendizaje colaborativo con apoyo en TIC: concepto, metodología y recursos	Aprendizaje en línea; educación superior; TIC
17	Méndez J.A. et al.	2018	Tres pilares para el aprendizaje significativo. Experiencia multidisciplinar en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad de Granada.	Innovación; Coordinación; Neuroeducación; Trabajo cooperativo; Coaching
18	Murillo i Ribes A.	2019	El aula como caja de resonancia para la creación sonora: nuevas arquitecturas y herramientas tecnológicas para acercar el arte sonoro al ámbito educativo	Creatividad, Educación artística, Creación Sonora Colaborativa, Espacios LAB, Soundcool
19	Nieto E. et al.	2018	Implantación de metodología BIM en el Grado de Edificación. Modelo de taller-integrador en la asignatura de Expresión Gráfica de Tecnologías	Metodología BIM, Integración interdisciplinar, Trabajo Colaborativo
20	Niño-Carrasco S. y Castellanos-Ramírez J.	2020	Estrategias de regulación y procesos de escritura colaborativa en línea para el aprendizaje en estudiantes universitarios	Escritura académica; regulación del aprendizaje; aprendizaje colaborativo; educación superior; educación en línea; procesadores de texto; procesos de escritura; escritura en línea
21	Pereiro-Barceló, J. et al.	2021	Experiencia docente con Realidad Aumentada e Impresión 3D de proyectos BIM	Building Information Modeling, BIM, realidad aumentada, impresión 3D.
22	Quirós, C.	2019	Propuesta Didáctica para el estudio de la Metodología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.	Metodologías de Aprendizaje, BIM, Educación Técnica
23	Reuelta-Domínguez F.I. y Guerra-Antequera J.	2019	La cultura Maker en las dinámicas de construcción colaborativa de los videojugadores online. Caso de estudio «Gumiparty»	Movimiento Maker, Estudio de Casos, Aprendizaje por descubrimiento, Videojuego.

24	Rodríguez-Arias I.D.	2020	El plano como inicio y resultado: BIM y la enseñanza de la disciplina arquitectónica. Integración de BIM en la formación inicial del arquitecto	BIM, CAD, disciplina arquitectónica, formación, profesión, integración, plano
25	Ruiz-Fernández, J. P.	2020	Talleres integrados bim 4d y 5d: formación universitaria dual en mediciones, presupuestos y planificación de obras	Formación universitaria dual, BIM 4D y 5D, Planificación de obras, Mediciones y presupuestos.
26	Saravia-Ramos P. et al.	2021	Investigación colaborativa: potencialidades y limitaciones de la cartografía social participativa	agroecología; cartografía; cooperativas; participación; saberes; territorio
27	Trejos O.I.	2018	Metodología de evaluación por conformación de grupos en un primer curso de programación de computadores usando aprendizaje Colaborativo	Aprendizaje, aprendizaje colaborativo, aprendizaje significativo, enseñanza de la programación, evaluación, programación de computadores
28	Valverde, N. et al.	2018	Experiencia docente colaborativa entre universidades. Desarrollo de las dimensiones 4D y 5D a partir de un modelo 3D BIM	Mediciones y presupuestos; planificación; metodologías activas; BIM; experiencia interuniversitaria.
29	Valverde N. y Ruiz-Fernández, J.P.	2018	Nuevas exigencias de formación para los futuros profesionales de la edificación: Herramientas para la gestión	Planificación, control de ejecución, BIM y EVM Earned Value Management
30	Zulueta, P. et al.	2018	Plan de ejecución BIM (PEB): una aproximación práctica desde un entorno académico	BIM; PEB; Requerimientos BIM; Proyectos Técnicos; Docencia en BIM
31	Zulueta P. et al.	2018	Desarrollo BIM de un proyecto industrial en el contexto de un Trabajo de Fin de Grado colaborativo.	Metodología BIM, metodologías colaborativas, proyectos técnicos, Trabajo de Fin de Grado
32	Zulueta, P. y Sánchez, A.	2020	Realización de proyectos industriales sostenibles mediante metodología BIM en un entorno colaborativo Universidad-Empresa	Proyectos industriales; sostenibilidad; BIM; docencia; trabajo colaborativo

4. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de los artículos analizados en función de los objetivos de la investigación incluyendo una síntesis de resultados tal y como establece la Declaración PRISMA 2020:

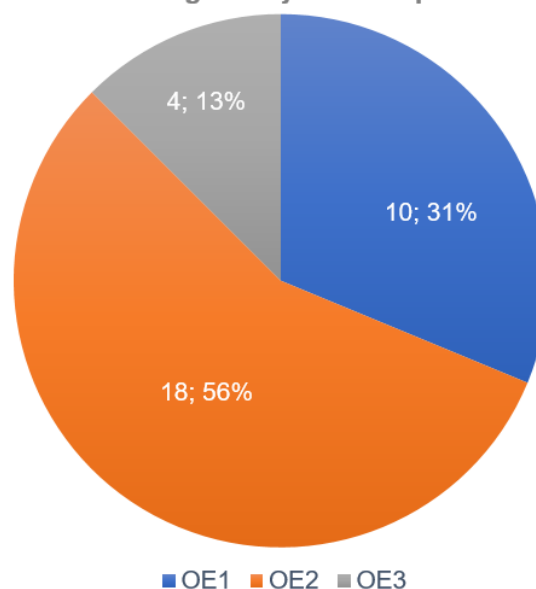
4.1. ARTÍCULOS ANALIZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para tener una mejor comprensión de las contribuciones de cada artículo de los 32 analizados, se clasifican 10 documentos (31%) que responden al objetivo específico OE1 de conocer la producción científica existente sobre la práctica y cultura colaborativa en los entornos docentes, 18 documentos (56%) que corresponden al OE2 de examinar la producción científica existente sobre el impacto de la incorporación de la metodología colaborativa BIM en entornos docentes y 4 documentos (13%) que corresponden al OE3 de analizar el desarrollo y aplicación de modelos que promuevan el trabajo multidisciplinario y colaborativo entre todos los actores involucrados en el proceso formativo (docentes y alumnos).

Figura 2

Artículos según Objetivos Específicos

Artículos según Objetivos Específicos



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Excel.

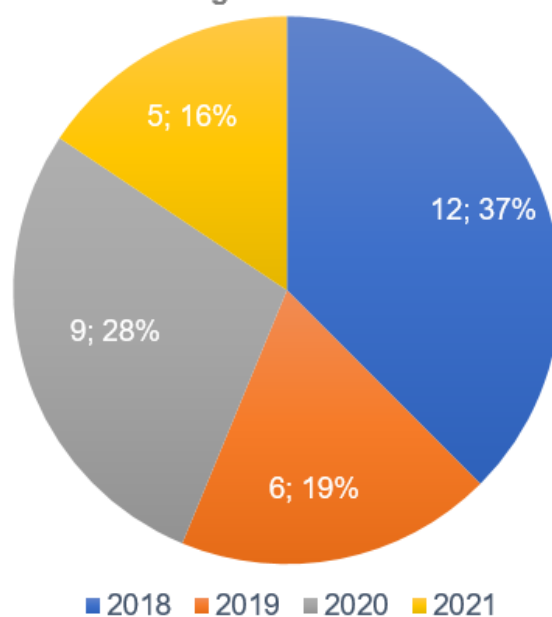
4.2. ARTÍCULOS ANALIZADOS SEGÚN EL AÑO DE PUBLICACIÓN

Para tener una mejor visualización del impacto que los últimos 4 años ha tenido la implantación de la metodología en el ámbito académico se clasifican los 32 artículos según su año de publicación teniendo 12 documentos (37%) publicados el 2018, 6 documentos (19%) publicados el 2019, 9 documentos (28%) publicados el 2020 y 5 documentos (16%) del 2021.

Figura 3

Artículos según Año de Publicación

Artículos según Año de Publicación



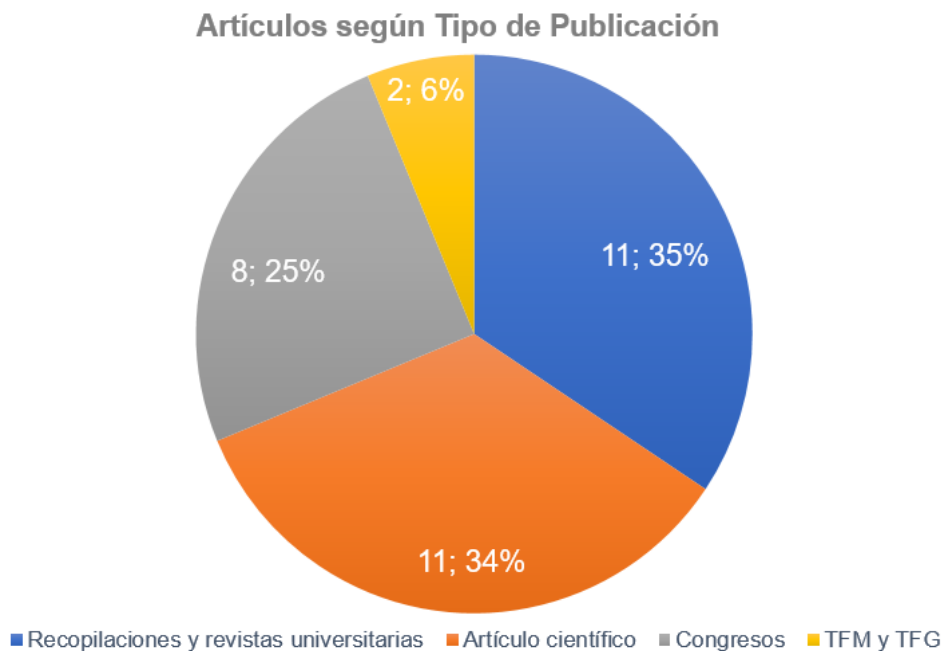
Fuente: Elaboración propia con la herramienta Excel.

4.3. ARTÍCULOS ANALIZADOS SEGÚN TIPO DE PUBLICACIÓN

De los 32 artículos analizados 8 de ellos (25%) son artículos de Congresos o Conferencias celebradas en entornos universitarios. Este hecho puede evaluarse como positivo dado que este tipo de publicaciones permiten extender el conocimiento de la metodología y permite conocer el estado actual de la cuestión. Siguiendo este modo de clasificación se obtienen 11 documentos (35%) que son recopilaciones o revistas universitarias y 11 artículos científicos (35%). Por último, se seleccionan 2 documentos académicos, uno un TFM y otro un TFG.

Figura 4

Artículos según Tipo de Artículo



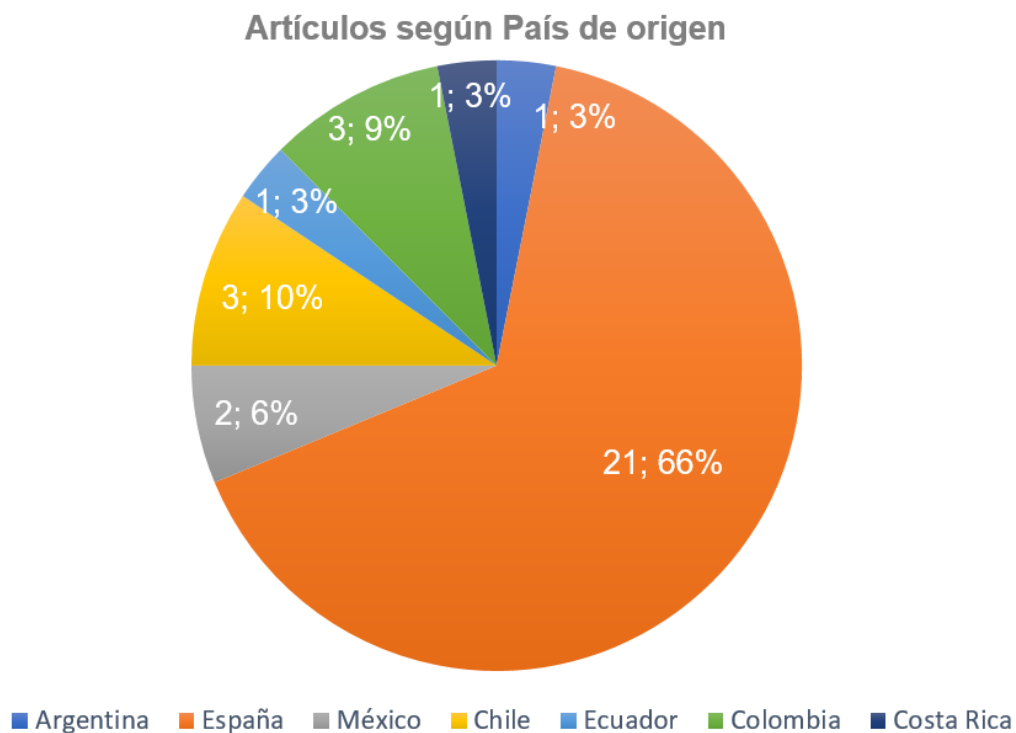
Fuente: Elaboración propia con la herramienta Excel.

4.4. ARTÍCULOS ANALIZADOS SEGÚN PAÍS DE ORIGEN

Uno de los filtros empleados en la búsqueda fue que el idioma fuese español para visualizar el estado de la cuestión en los países de habla hispana. En base al origen de los documentos se puede analizar que el 66% (21 documentos) su procedencia es española. Seguidamente están Chile y Colombia con 3 artículos, México con dos y, por último, Ecuador, Costa Rica y Argentina con una única publicación.

Figura 5

Artículos según País de origen



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Excel.

4.5. ARTÍCULOS ANALIZADOS SEGÚN SUS PALABRAS CLAVE

Analizando las palabras clave de los documentos en estudio se obtiene que, de los 32 estudios clasificados, 18 artículos (56%) contienen entre sus palabras clave la palabra “BIM”.

Tabla 3

Estudios con el término BIM en sus palabras clave

Nº	Palabras Clave
1	Building Information Modeling, trabajo colaborativo, enseñanza, aprendizaje, representación arquitectónica
4	*
5	Innovación educativa, realidad aumentada, BIM, TIC, mobile learning
7	Building information modeling (BIM), aprendizaje basado en proyectos (ABP), tecnología, pedagogía experimental, metodologías activas (MA).
9	Trabajo colaborativo, Industria 4.0, Transformación digital, BIM
11	Building Information Modelling; BIM: instalaciones industriales; software para instalaciones; Innovación docente
15	Expresión gráfica arquitectónica, BIM, docencia, Universidad
19	Metodología BIM, Integración interdisciplinar, Trabajo Colaborativo
21	Building Information Modeling, BIM, realidad aumentada, impresión 3D.
22	Metodologías de Aprendizaje, BIM, Educación Técnica
24	BIM, CAD, disciplina arquitectónica, formación, profesión, integración, plano
25	Formación universitaria dual, BIM 4D y 5D, Planificación de obras, Mediciones y presupuestos.
28	Mediciones y presupuestos; planificación; metodologías activas; BIM; experiencia interuniversitaria.
29	Planificación, control de ejecución, BIM y EVM Earned Value Management
30	BIM; PEB; Requerimientos BIM; Proyectos Técnicos; Docencia en BIM
31	Metodología BIM, metodologías colaborativas, proyectos técnicos, Trabajo de Fin de Grado
32	Proyectos industriales; sostenibilidad; BIM; docencia; trabajo colaborativo

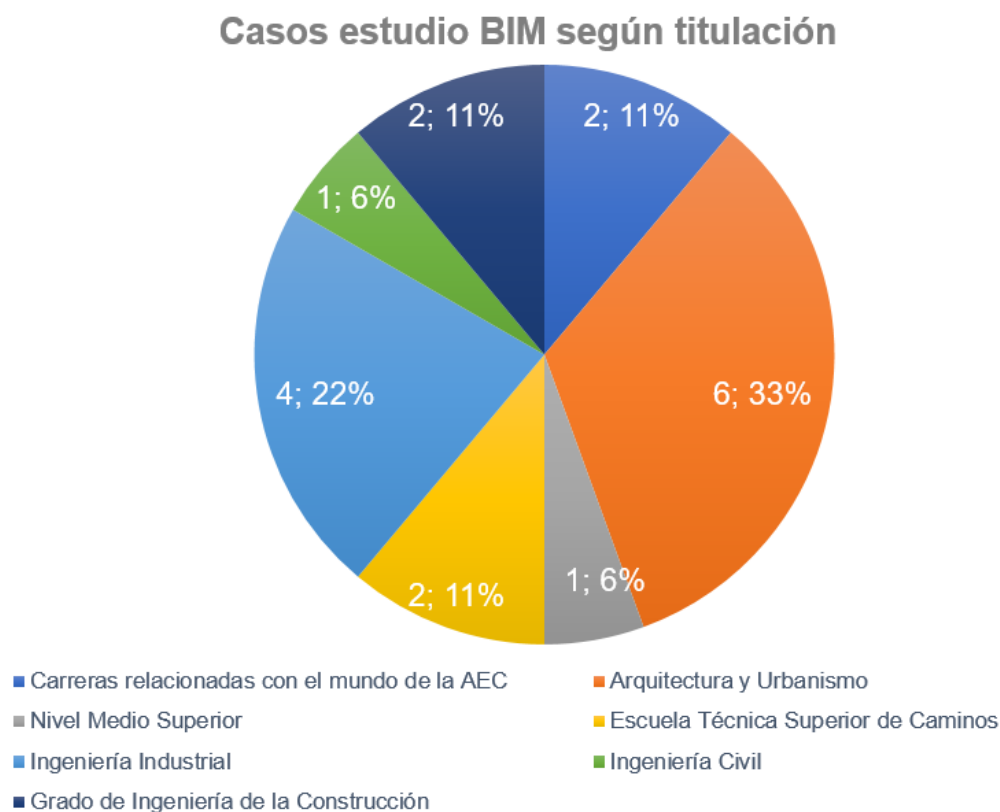
Fuente: Elaboración propia

4.6. ARTÍCULOS ANALIZADOS SEGÚN TITULACIÓN

De los 18 estudios analizados en los que entre sus palabras clave se encuentra BIM se obtienen 6 artículos (33%) que pertenecen a la titulación Arquitectura y Urbanismo, 4 artículos (22%) que se enmarcan en Ingeniería Industrial, 2 (11%) a Grado de Ingeniería de la Construcción, igual para la Escuela Técnica de Caminos y carreras relacionadas con el AEC y por último 1 artículo para Nivel Medio Superior e Ingeniería Civil. El criterio de exclusión aplicado referido con los artículos de esta procedencia (ingeniería civil) cuya razón de ser era porque eran excesivamente complejos, en este caso en concreto no se cumple, sino todo lo contrario, ya que es sumamente didáctico y accesible, por lo que el criterio indicado no aplica.

Figura 6

Artículos según Titulación. Casos de Estudio BIM



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Excel.

SÍNTESIS DE LA MUESTRA DE ESTUDIOS ANALIZADA

Por último, se exponen en la siguiente tabla la síntesis de las principales conclusiones a las que han llegado los estudios de la muestra tal y como establece la declaración PRISMA 2020.

Tabla 4

Síntesis de los estudios analizados

1	El objetivo del estudio es realizar nuevas estrategias pedagógicas para los procesos de enseñanza-aprendizaje para la representación gráfica. El autor ve el BIM como una oportunidad de incorporar trabajos colaborativos como experiencia multidisciplinar.
2	Los autores plantean seis tácticas para entender la clase como un laboratorio colaborativo: El aprendizaje basado en proyectos como uno de los grandes retos a alcanzar en las aulas. Fomentar sistemas de aprendizaje autoorganizado con retos hasta para el profesor. La innovación favoreciendo la conexión de las mentes. Copias, ejemplos, actualizaciones y repositorios. El aula como laboratorio estudio: roles y simulaciones y De la clase a la comunidad. Interés, afecto y compromiso.
3	Basándose en la perspectiva de Vygotsky, para los autores el aprendizaje es una actividad sociocultural, donde la interacción es un medio importante para que los más experimentados ayuden a los aprendices a lograr con éxito sus metas. A este planteamiento se le ha definido, en términos del autor, como Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).
4	La investigación muestra que la combinación de aspectos pedagógicos con desarrollos tecnológicos puede mejorar la experiencia de capacitación. La introducción de BIM en el aula permite a los autores utilizar métodos de formación que antes no eran posibles y facilita la adquisición de habilidades y conocimientos específicos.
5	En el estudio se confirma la eficiencia de las metodologías docentes fundamentalmente prácticas, basadas en casos de estudio reales y en las que se reclama la participación del alumnado. Finalmente acentúan la urgente necesidad de adecuar las actuales programaciones docentes de las titulaciones universitarias hacia una conexión más directa con los últimos avances tecnológicos en el mundo AEC, y en concreto hacia la metodología BIM.

-
- 6 El autor constata la escasa participación de los cartógrafos y geógrafos en mapeos colectivos y se basa en que su distanciamiento con la disciplina es debido a partir de la incorporación de las nuevas tecnologías. El autor incita al colectivo a que utilice en mayor medida los mapeos colaborativos ya que son una fuente sobresaliente con una gran capacidad para proporcionar información territorial.
-
- 7 El problema que detectan los autores es la brecha laboral que hay entre la demanda de perfiles con habilidades BIM que solicita el mercado y la capacitación que se le ofrece en las escuelas técnicas.
- La base pedagógica escogida para la implementación de BIM se inspira en metodologías docentes, basadas en la corriente constructivista y se apoya en el desarrollo de un aprendizaje significativo combinando la metodología docente de aprendizaje basado en proyectos (ABP) con la metodología activa (MA) como técnicas didácticas.
-
- 8 Los autores parten de que una adecuada formación en tecnologías logrará mejorar los aprendizajes tradicionales. Constatan que la brecha entre los “nativos digitales” y su verdadero conocimiento en tecnología es grande. Esto junto con que los formadores tienen una deficiente consideración de estas herramientas provoca que sea muy necesaria la concienciación y formación y del equipo docente para llegar a implementarlas con éxito.
-
- 9 El objetivo de los autores es estimular la deliberación en torno a los programas docentes elaborados para titulaciones universitarias relacionadas con la industria AEC, y cómo las demandas del mercado laboral incitan la renovación de los mismos. Concluyen que se debe estimular la implementación de BIM en la docencia, además de cómo avance tecnológico, también por el aumento en el trabajo colaborativo.
-
- 10 El uso de la metodología Design Thinking, junto con el desarrollo de modelos digitales con herramientas informáticas, facilita que otros pares observen y aprendan el detalle de conexión estructural con una visión más innovadora y tecnológica.
-
- 11 Los autores presentan como experiencia piloto de innovación docente la aplicación de la metodología BIM en la asignatura de Instalaciones Industriales. Las conclusiones sobre la innovación presentada son que las herramientas tienen un gran potencial y poseen altísima capacidad de uso en el desarrollo del ejercicio profesional de los técnicos.
-
- 12 En este documento se sostiene que la influencia de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje del emprendimiento cooperativo es positiva ya que puede explicar el 57.7% de la dispersión del impacto designado.
-

-
- 13 Los abundantes beneficios de las herramientas BIM constatadas en el documento, llevan a una creciente demanda por parte de las empresas constructoras y los estudios técnicos a usar las herramientas BIM. Se ha convertido en una herramienta indispensable para el trabajo y el aprendizaje profesional, por lo que es necesario cambiar las programaciones didácticas propias del proceso constructivo, y es muy importante sustituir las herramientas CAD por herramientas BIM.
-
- 14 El empleo de técnicas colaborativas como fundamento en el aprendizaje de la programación presenta entornos de aprendizaje alternativos. En estos el objetivo primordial es la construcción colectiva del conocimiento.
-
- 15 Los autores definen y desarrollan un Proyecto de Innovación Educativa basado en la implementación de la metodología colaborativa BIM entre asignaturas y dirigido por el Área Expresión Gráfica Arquitectónica. Definen que la clave de la implantación es la colaboración.
-
- 16 El propósito de este estudio quiere evidenciar que las TICs son algo más que objetos instrumentales. Las TICs pueden ser el andamiaje para el estilo de aprendizaje colaborativo relacionados con los conceptos de colaboración y cooperación.
-
- 17 En esta práctica colaborativa se ha impartido la docencia de 5 asignaturas de manera coordinada alrededor del modelado y construcción virtual de un edificio. Han trabajado mediante proyectos colaborativos para mejorar el aprendizaje, los resultados académicos, aumentar la excelencia docente, investigadora, la innovación, creatividad y emprendimiento.
-
- 18 El objetivo final del estudio es proporcionar ideas que puedan inspirar a los docentes del ámbito artístico en el diseño de propuestas interdisciplinares, el trabajo colaborativo y el enlace entre lo analógico y lo digital.
-
- 19 Esta comunicación defiende la metodología BIM como herramienta de trabajo colaborativo y coordinado para aplicarse en contextos docentes.
-
- 20 El artículo analiza el hecho de que los estándares colaborativos en la escritura pueden, en ocasiones, mejorar la legibilidad del texto.
-
- 21 En el proceso de implantación del método BIM en los estudios de ingeniería se ha demostrado la eficacia del método didáctico basado en casos reales y que requiere la participación del alumno. En su investigación, señalaron las deficiencias del plan de estudios actual con respecto al enfoque BIM.
-
- 22 Como objetivo general el autor desarrolla una propuesta didáctica para el estudio de la metodología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico en el Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago. Destaca la demanda de perfiles cualificados que existe en el sector.
-

-
- 23 En este estudio se definen qué categorías (nodos) ensalzan de la comunidad de videojugadores dentro de la «cultura Maker». Uno de los nodos más importantes es compartir, puesto que los espacios obedecen a una filosofía estructurada, donde si un aprendizaje no se comparte carece de sentido.
-
- 24 En este artículo se define el impacto que la implantación de una metodología apoyada en tecnología tiene sobre la práctica profesional y disciplinar de la arquitectura; concluyendo que los tres aspectos de BIM trabajados: flujo de trabajo, trabajo en equipo y uso de software apoyan desde la reflexión la mejoría de los ejercicios.
-
- 25 Apostando por la formación dual entendida ésta como la participación de la empresa en la formación activa del alumnado universitario, el autor busca la colaboración empresa-universidad en la implantación de la práctica de la metodología BIM.
-
- 26 En este documento se describen las fortalezas y debilidades de la cartografía social participativa a partir de su aplicación en dos cooperativas. El trabajo cartográfico participativo, que debe tener un sentido transformador, requiere que se base en la confianza.
-
- 27 El objetivo de este estudio fue probar un método más significativo para aprender los fundamentos de la programación de computadoras a través de la colaboración y cooperación entre los estudiantes.
-
- 28 El análisis muestra que la inclusión del método BIM en las asignaturas obligatorias del plan de estudios definitivamente mejorará el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los estudiantes, a su vez, la consideran fundamental para su futuro desempeño profesional.
-
- 29 Se postula que el aprendizaje es una constante a lo largo de la vida que requiere, cada vez más, de una mejor gestión de la información. Continúa con que la universidad debe ser el motor que impulse la formación y la adaptación de los profesionales de la edificación a los nuevos entornos de trabajo. Esta adaptación contribuirá a mejorar la productividad, competitividad e industrialización del sector.
-
- 30 El presente trabajo busca adaptar los procedimientos que ya se están realizando en otros países a la realidad de España y de la normativa europea, evitando así una pérdida de competitividad en proyectos internacionales.
-
- 31 La propuesta que ha guiado a la hora de formalizar el presente proyecto de innovación es establecer una metodología de trabajo grupal para TFGs realizados en un entorno BIM, integrando al estudiante de ingeniería en un proceso BIM conceptualmente completo durante la realización del TFG
-
- 32 La metodología BIM, es una gran oportunidad para desarrollar un proyecto colaborativo en equipo, con labores de coordinación y liderazgo necesarias en la práctica profesional de los ingenieros.
-

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

El aprendizaje es experiencia, todo lo demás es información (Albert Einstein).

De acuerdo con la tesis de Vygotsky de que “la educación debe orientarse más bien hacia la zona de desarrollo próximo en la que tienen lugar los encuentros del niño con el conocimiento” (UNESCO, 1996, p.12), y ya que el aprendizaje colaborativo está basado en la teoría de Vygotsky (Trejos, 2018) los autores constatan que la educación debe orientarse hacia el aprendizaje colaborativo.

Desde la perspectiva de Vygotsky descrito por Estrada-Girón et al. (2021), el aprendizaje es una actividad sociocultural, donde el intercambio es una vía importante para que los más expertos ayuden a los menos expertos a alcanzar sus objetivos de manera eficaz. Esta propuesta el pensador la ha definido como Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), la cual hace referencia a la distancia entre lo que el alumno sabe y lo que será capaz de progresar en un futuro próximo con el apoyo de alguien con más experiencia y saber hacer.

En la actualidad, el aprendizaje colaborativo se ha posicionado según Lizcano-Dallos et al. (2019) como una de las metodologías contemporáneas interesadas en el campo de los casos de estudio de la innovación educativa. Esta visión pedagógica de actualidad permite difundir y reconstruir conocimientos aceptando la diversidad y los distintos ritmos de aprendizaje.

Del mismo modo, Méndez et al. (2018), confía en que la interrelación entre semejantes basada en el traspaso de conocimientos se enriquece al ajustar el sentido de responsabilidad adquirido a través del trabajo en equipo y mejora la actitud colaborativa. Continúa definiendo el trabajo colectivo como el origen para desarrollar proyectos de innovación educativa en los que la coordinación entre parejas sea auténtica. Para la consecución de objetivos conjuntos se potenciará el aprendizaje individual y la adecuación a los distintos ritmos de aprendizaje.

Diversos documentos estudiados concluyen que elaborar comunidades de aprendizaje en entornos colaborativos desarrolla el saber colectivo y multiplica las posibilidades de aprendizaje.

Hay que destacar las aportaciones al respecto de Méndez et al. (2018) donde interpreta el aula como un contexto donde el éxito académico puede incrementarse desde el refuerzo del sentimiento de grupo, pudiendo llegar a ser una cualidad transmisible desde estas experiencias colectivas.

Paralelamente, Lizcano-Dallos et al. (2019) destaca la apuesta colaborativa de establecer equipos de trabajo de estudiantes para impulsar sus destrezas y habilidades individuales y colectivas en el intercambio de conocimiento y en la realización de prácticas al igual que considera que el aprendizaje colaborativo es muy importante en la formación del pensamiento crítico, porque genera espacios de discusión.

De acuerdo con las estrategias de adquisición del aprendizaje según Lizcano-Dallos et al. (2019) la creación del conocimiento en el trabajo grupal se basa en: i) la autorreflexión al permitir que los alumnos den explicaciones, hagan preguntas y aseguren la comprensión de lo que se está entendiendo y ii) la discusión. Discutir las dificultades emergentes con los iguales. De esta manera, llegan a un entendimiento común y crean conocimiento colectivo.

Espinosa Pérez y Pascual García (2019) proponen interesantes tácticas para entender las aulas como laboratorios colaborativos.

La primera de ellas es el aprendizaje basado en proyectos, uno de los grandes retos globales en las escuelas junto con el P2P² o zona de desarrollo próximo desarrollado por Vygotsky.

² Término empleado en informática para definir una red entre iguales. En el ámbito educativo se ha adquirido el término para definir una metodología de enseñanza en la que dos pares iguales discuten y desarrollan una actividad de forma colaborativa en espacios de investigación compartida, con el incentivo de micro-intercambios y mediante destrezas adquiridas.

Como segunda táctica promueven el sistema de aprendizaje auto-organizado. El profesor debe plantear unos retos que no debe tener resueltos anteriormente, sino que tendrá que afrontarlos junto con los alumnos.

En tercer lugar, se plantea la innovación, ya que favorece el pensamiento conectado.

La cuarta táctica tiene que ver con las copias, ejemplos, actualizaciones y repositorios sobre los que aprender. Estos términos están estandarizados en la metodología BIM a través de la ISO 19750.

En quinta posición los autores adoptan la clase como un estudio profesional con los roles y simulaciones reales. La práctica colaborativa de la metodología BIM establece la asignación de roles y favorece la simulación de un proyecto real.

Finalmente, se propone desde el aula a la comunidad con el objetivo de promover un espacio de confianza, afecto y comunicación entre iguales, y construir una identidad común, que permita el tránsito del estudiante a la comunidad.

En consonancia con Espinosa Pérez y Pascual García (2019) se puede entender la clase como un entorno donde el éxito académico puede fomentarse desde el fortalecimiento del sentimiento de grupo. Iniciativas como la que Méndez et al. (2018) recogen en su estudio apoyan este punto de vista ya que los tres pilares fundamentales para el aprendizaje significativo son; el trabajo colaborativo para mejorar el aprendizaje, los resultados académicos para aumentar la excelencia y distintos talleres de coaching para ayudar a superar límites y potenciar habilidades.

Por lo tanto, se destaca que el empleo del trabajo colaborativo como estrategia pedagógica de enseñanza/aprendizaje es un tema de investigación importante en educación debido a su aplicabilidad para aumentar los beneficios del aprendizaje. (Jiménez-Toledo et al. 2018).

A continuación, se elabora un cuadro DAFO para extraer las conclusiones de las aportaciones de los autores con respecto al aprendizaje/enseñanza colaborativa:

Tabla 5

Cuadro DAFO para el Aprendizaje/Enseñanza Colaborativa

APRENDIZAJE/ENSEÑANZA COLABORATIVA	
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inadecuada formación de los docentes. Los maestros son responsables del aprendizaje de los estudiantes. Colaborar de manera efectiva para transformar las aulas en comunidades de aprendizaje/enseñanza, pero deben estar cualificados para ello y disponer de medios y recursos para hacerlo. Roselli (2016) • La falta de un marco organizativo eficaz dificulta la coordinación colectiva. Roselli (2016) 	<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permitir la difusión y reproducción del conocimiento, aceptando la diversidad y los diferentes ritmos de aprendizaje. Lizcano-Dallos et al. (2019) • Formación del pensamiento crítico, porque genera espacios de discusión. Lizcano-Dallos et al. (2019)
<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al cambio. Roselli (2016) • Introducen nuevos y muy estrictos requisitos de trabajo y eficiencia (elaboración de materiales, ejecución de las tareas asignadas, puntualidad, adaptación individual a las acciones colectivas), que, de hecho, no todo el mundo se puede permitir. Las regulaciones institucionales NO suelen ayudar mucho. Roselli (2016) • La cultura del individualismo se encuentra inmersa en el entorno institucional educativo. Roselli (2016) 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sentido de responsabilidad adquirido a través del trabajo en equipo y mejora de la actitud colaborativa. Méndez et al. (2018) • Potencia el aprendizaje individual y adecúa ritmos. Méndez et al. (2018) • La autorreflexión al permitir que los alumnos den explicaciones haga preguntas y aseguren la comprensión de lo que se está entendiendo. Lizcano-Dallos et al. (2019) • La discusión. Discutir las dificultades emergentes con los iguales. De esta manera, llegan a un entendimiento común y crean conocimiento colectivo. Lizcano-Dallos et al. (2019) • Los encuadres colaborativos entusiasman a ambos por la impronta innovadora que suponen y porque el rescate de la sociabilidad crea un mejor clima de trabajo. Roselli (2016).

Fuente: Elaboración propia. Criterio de selección de debilidades y fortalezas internas tienen que ver con la práctica colaborativa dentro de la docencia. Las amenazas y oportunidades externas tienen que ver con el carácter más social de la colaboración.

Según la teoría de Berger y Luckmann (1966) que definen el constructivismo social como el conocimiento que se elabora mediante la interacción con los demás, bajo esta hipótesis y de acuerdo con Pereiro-Barceló et al., (2021), la metodología BIM es apropiada para enseñar a los alumnos y las alumnas a realizar y visualizar proyectos. Los proyectos elaborados bajo herramientas y metodologías BIM son desarrollados colaborativamente por los distintos miembros del equipo de trabajo, interrelacionándose entre ellos para aportar soluciones para cada disciplina (estructura, instalaciones, urbanismo, mobiliario, etc.) con un objetivo global que es el proyecto final.

Tal y como se ha podido observar en el análisis de los resultados uno de los temas en los que coincide un gran número de autores es el de la asincronía que existe entre la demanda laboral de personas cualificadas con las habilidades y las destrezas en la metodología y herramientas BIM y la formación académica.

En su estudio Galao et al., (2020) ensalzan la emergencia de adecuar las actuales programaciones didácticas docentes de las titulaciones universitarias a la realidad actual en la aplicación de herramientas y metodologías BIM. Los autores Galao et al., (2020) y Hernández-Rodríguez (2021) destacan la brecha laboral que existe entre la demanda que solicita el mercado, de perfiles con conocimientos y destrezas en las herramientas BIM y la capacitación que se ofrece en las escuelas técnicas. El propio empuje del mercado es el que está incentivando la renovación de los programas docentes universitarios (Gutiérrez y Godoy, 2020)

Entre el colectivo estudiantil y los profesionales del sector AEC, existe una unánime petición de que la formación universitaria en metodologías y herramientas BIM sean implantadas, ya que en la actualidad se considera insuficiente tal y como señalan en su investigación Pereiro-Barceló et al., (2021).

Todos están interesados en la adaptación de la docencia universitaria a las demandas reales del mercado (profesorado, profesionales y estudiantes) pero es necesaria la creación de conexiones a nivel estatal entre todos ellos para conseguirlo (García-Granja et al., 2020) pero sólo mediante un impulso colectivo podría llegar a obtenerse la necesaria ayuda de las autoridades para hacer realidad la adopción del BIM en este país en los ámbitos académico y profesional.

Estas habilidades y competencias son fundamentales porque las ven como una forma de aumentar la empleabilidad y la promoción profesional en España y en el extranjero. (García-Granja et al., 2020) y como algo necesario para ejercer su futura actividad profesional (Valverde et al., 2018)

Queda por lo tanto constatada la importancia de la implantación de la metodología en la docencia universitaria, pero ¿por qué no incluir las bondades del trabajo colaborativo de la metodología BIM también en las enseñanzas secundarias, bachillerato y formación profesional?

Para Espinosa Pérez y Pascual García (2019), reemplazar las técnicas mnemotécnicas y las lecciones breves para transformar las clases en espacios de aprendizaje a través de la práctica en situaciones de la vida real es importante para aumentar la participación y la eficacia de los estudiantes.

Además, Galao et al., (2020) mencionaron la efectividad de un método de enseñanza muy práctico basado en casos reales y que involucra la participación activa y directa de los estudiantes: empleo de la Metodología Aprendizaje-servicio y Casos reales.

Zulueta et al., (2018) definen el uso de BIM dentro del proyecto, como un trabajo colaborativo entre todas las partes que lo integran. Cuando todos los equipos colaboran, la comunicación puede hacerse más fluida y completa, lo que lleva a mejores resultados en menos tiempo.

Del mismo modo Rodríguez-Arias (2020) aclara que el BIM no se ciñe al uso exclusivo de un software. BIM pide trabajar de una forma diferente, requiere

pasar del enfoque tradicional en donde los integrantes de un proyecto trabajan en entornos separados de información con software incompatibles, a un nuevo enfoque totalmente integrado, en donde los integrantes comparten y trabajan con la misma información de manera colaborativa.

La enseñanza de la metodología BIM no debe ser tan sólo desde la óptica tecnológica, Gutiérrez y Godoy (2020) consideran que se debe apostar por la implementación de dicha metodología, pero impulsando el trabajo colaborativo a partir de los estándares establecidos para ello como parte de la estrategia de transformación tecnológica de los alumnos.

Casos como el de Rodríguez-Arias (2020) en el que estudia la implementación de BIM orientado a flujo de trabajo, trabajo en equipo y uso de software, concluye que “pueden apoyar desde la reflexión el mejoramiento de los ejercicios ya existentes o proponer ejercicios nuevos y, por qué no, incluir otros instrumentos tanto análogos como digitales o híbridos” (p.19).

La metodología BIM establece unos estándares para que los equipos se entiendan de una forma más fluida. Conviene citar el BEP (BIM Execution Plan) y el CDE (Common Data Environment) recogido por los británicos en la ISO 19650³.

El BEP define detalladamente la asignación de los usos BIM, roles y responsabilidades, entregables, hitos de proyecto, recursos que se emplearán, planificación temporal mediante fases e hitos, cómo se va a colaborar, etc. (Zulueta et al., 2018).

El CDE, como definen Gutiérrez y Godoy (2020), es un espacio digital compartido donde se aloja e intercambia la documentación de proyecto. Todos los participantes del proyecto tendrán acceso al mismo, pero de forma definida según su función y responsabilidad. Para el uso del CDE se definen normas de

³ La norma **ISO 19650** es una norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación (BIM o Building Information Modelling).

colaboración que permiten disponer de la trazabilidad de la información para poder tomar decisiones con más agilidad y detectar errores cuanto antes.

Tabla 6

Cuadro DAFO para la Metodología BIM aplicada a la docencia

METODOLOGÍA BIM	
<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inadecuada formación de los docentes. y disponer de medios y recursos para hacerlo. Roselli (2016) • Necesaria la creación de conexiones a nivel estatal entre profesionales, docentes y alumnos para conseguirlo (García-Granja et al., 2020) • Entender que esta metodología solo se puede aplicar a ámbitos docentes universitarios. 	<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficacia de las metodologías docentes eminentemente prácticas, basadas en casos de estudio reales y en las que se requiere la participación activa y directa del alumnado. Galao et al., (2020) • Instrumento de trabajo colaborativo y coordinado para su aplicación en la docencia, a fin de que el flujo de información interdisciplinar sea eficiente. Nieto et al., (2018) • La representación analítica de la arquitectura, empleando objetos paramétricos asociados a sus sistemas constructivos, ha facilitado al alumnado un mejor entendimiento del edificio para su posterior levantamiento planimétrico. Nieto et al., (2018) • Apuesta de integración tecnológica enfocada a la docencia. Nieto et al., (2018)
<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entender que la metodología no es tan solo un software de modelado 3D Rodríguez-Arias (2020) • Necesaria ayuda de las autoridades para hacer realidad la adopción del BIM en los ámbitos tanto académico como profesional. (García-Granja et al., 2020) 	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar trabajos colaborativos que sirvan como experiencia multidisciplinar, en el cual es necesario afianzar las capacidades de representación para que los flujos de información-comunicación sean fluidos y efectivos adecuándose al perfil de cada uno de los participantes. Alarcón et al., (2018) • La entrada de BIM en las aulas permite usar métodos formativos que hasta ahora no eran posibles y que favorecen la adquisición de habilidades y conocimientos concretos. Ferrer (2018)

Fuente: Elaboración propia. Criterio de selección de debilidades y fortalezas internas tienen que ver con la metodología BIM dentro de la docencia. Las amenazas y oportunidades externas tienen que ver con el carácter más social y profesional de la metodología.

5.2. CONCLUSIONES

A lo largo de toda la revisión se ha hecho manifiesta la necesidad de implementar metodologías que refuercen la colaboración frente a la individualidad en distintos ámbitos. Tal y como se ha demostrado en diversos artículos seleccionados la implementación de prácticas colaborativas en las aulas es beneficiosa para el aprendizaje. Se han analizado numerosos autores que en la educación refuerzan el hecho de que el aprendizaje/enseñanza tradicional debe evolucionar hacia el aprendizaje colaborativo.

También se arrojan evidencias en cuanto a que la implementación de la metodología BIM en la docencia es significativa y multidisciplinar, aunque en proyectos piloto y no de una forma global. El sector de la construcción demanda el empleo de metodologías más colaborativas para conseguir realizar proyectos más eficientes y que el sector sea más productivo, esto se materializa en la implementación de metodologías como BIM junto con otras como LEAN⁴ y/o ÁGILES⁵.

De los resultados se extrae que son numerosas las titulaciones que han hecho propuestas de implementación BIM en sus escuelas (Arquitectura, Ingeniería Industrial, Grados de construcción, Ingeniería de Caminos, Ingeniería Civil, etc.) ponen en relieve la transversalidad de la metodología y la amplia aplicación que tiene. Pero la mayor parte de estas actuaciones han sido intervenciones de un trimestre, de asignaturas aisladas e intervenciones de poco calado.

4 “Este método es una nueva forma de gestionar los procesos que se desarrollan en una empresa. Tiene como objetivo limpiar las actividades que no aportan nada para obtener a cambio un producto y una experiencia final de gran calidad para los clientes”. (Redacción APD, 2021).

5 ‘Agile’ es una filosofía que supone una forma distinta de trabajar y de organizarse. De tal forma que cada proyecto se ‘trocea’ en pequeñas partes que tienen que completarse y entregarse en pocas semanas. El objetivo es desarrollar productos y servicios de calidad que respondan a las necesidades de unos clientes cuyas prioridades cambian a una velocidad cada vez mayor.

Por lo tanto, queda demostrada la competencia de la metodología BIM en estudios superiores, pero como nueva línea de investigación quedaría por demostrar la verdadera aplicación de esta metodología en estudios de secundaria.

La metodología BIM de acuerdo con García-Granja et al., (2020) al tratarse de una metodología puramente colaborativa su base pedagógica se puede relacionar con la teoría sociocultural de Vygotsky ya que se harían proyectos reales. A su vez se relaciona con el aprendizaje significativo de Ausubel ya que busca que el alumno pase a ser constructor de conocimientos y con la Teoría de las Inteligencias Múltiples puesto que la diversidad de roles hará significativa la importancia de cada uno de ellos.

Una limitación de este estudio es que no se han incorporado documentos anglosajones puesto que la situación de la implantación de la metodología BIM en países como Reino Unido y E.E.U.U está más avanzada que en nuestro país y en los países latinoamericanos ya que el gobierno británico ha hecho obligatorio el uso de la metodología BIM en los proyectos de la administración desde 2014.

Es un hecho la gran aportación que la implantación de la metodología BIM puede llevar a cabo en el sector de la AEC. Pero no menos importante me parece el aporte que dicha metodología podría llevar a los entornos académicos. En la universidad es indiscutible la integración, colaboración, fluidez y sentimiento de equipo que proporciona la metodología, y en mi opinión el gran carácter **colaborativo de la metodología** propicia la confección de innovaciones educativas también a niveles de secundaria y bachillerato.

Como proyección a futuro sería interesante desarrollar una Propuesta Didáctica Educativa en la que se pusiese en práctica la planificación de los trabajos, el establecer los roles en el equipo y la colaboración entre iguales de la forma que lo establece la metodología BIM.

Se intuye, tras mi experiencia en prácticas, que los alumnos de bachillerato entienden en gran medida la complejidad de la metodología. Sin embargo, para los alumnos de secundaria es más difícil llegar a comprenderla en su globalidad. Aún así sería interesante en una propuesta didáctica incluir los conceptos de planificación y de estimación de necesidades para el aprendizaje de un proyecto.

6. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS

6.1. LEGISLACIÓN

Real Decreto de 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (2014). *Boletín Oficial del Estado*, núm. 3, del 3 de enero de 2015 en <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-37-consolidado.pdf>

Real Decreto 1515/2018, de 28 de diciembre, por el que se crea la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública. (2019). *Boletín Oficial del Estado*, núm. 29, de 2 de febrero de 2019, 9463 a 9468. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-1368>

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (2006). *Boletín Oficial del Estado*, núm. 106, sec. I, de 4 de mayo de 2006, 17158 a 17207. <https://boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (2020). *Boletín Oficial del Estado*, núm. 340, sec. I, de 30 de diciembre de 2020, 122868 a 122953. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>

Orde do 15 de xullo de 2015 pola que se establece a relación de materias de libre configuración autonómica de elección para os centros docentes nas etapas de educación secundaria obrigatoria e bacharelato, e se regula o seu currículo e a súa oferta. (2015). *Diario Oficial de Galicia*, núm.136, 21 de julio de 2015, 30316 a 30431. https://www.edu.xunta.gal/portal/sites/web/files/20150721_materias_libre_configuracion.pdf

6.2. LITERATURA CIENTÍFICA.

- Alarcón T. et al. (2018). Sistemas BIM y gráfica digital en la FAU-UNNE. Conocimientos previos de los estudiantes de primer año. *Comunicaciones científicas y tecnológicas Anuales 2018, octubre 2018*, p.391-396.
- Beltrán, Óscar (2005). Revisiones sistemáticas de la literatura. *Rev. Colombiana de Gastroenterología*, 20 (1), 60-69.
- Berger P.L. y Luckmann T. (1966). *The Social Construction of Reality*. Libros de Pingüinos.
- Cabello, J.B. por CASPe. (2005). Plantilla para ayudarte a entender una Revisión Sistemática. *Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. I*. p.13-17.
- Centro Cochrane Iberoamericano (2011). *Manual Cochrane para revisiones sistemáticas de intervenciones*. https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/uploads/Manual_Cochrane_510_reduit.pdf
- Choclán Gámez F., Soler Severino M. y González Márquez, R. (2014). Introducción a la metodología BIM. *Spanish Journal of BIM*, 14 (01), 1-10.
- Espinosa Pérez E. y Pascual García M. (2019). De las prácticas colaborativas al aula como laboratorio en red. *ZARCH*, (12), 148–161. https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2019123559
- Estrada-Girón A. et al. (2021). Análisis de una experiencia de formación docente en el nivel Medio Superior, realidades y desafíos frente a los nuevos paradigmas de enseñanza. *Edähi Boletín Científico de Ciencias Sociales y Humanidades del ICSHu*, 10, 19, 1-10.
- Ferrer N. (2018). *Estrategias para mejorar la formación con BIM: Análisis pedagógico de dos casos de uso*. [Trabajo Fin de Máster, Escuela Técnica Superior de Caminos de Barcelona]. UPCCommons. <http://hdl.handle.net/2117/118736>
- Galao, O. et al. (2020) "Herramientas de innovación en la docencia del Máster de Ingeniería de Caminos de la UA: BIM y Realidad Aumentada". En: Roig-Vila, Rosabel (ed.). *La docencia en la Enseñanza Superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas*. 58, 593-603. Ediciones Octaedro

- García-Araque J. (2020) Mapeos colaborativos: oportunidad para la geografía de acrecentar el uso de una valiosa herramienta de análisis territorial. *Cuadernos de Geografía*, (104),43-58. [https://doi: 10.7203/cguv.104.16325](https://doi.org/10.7203/cguv.104.16325)
- García-Granja, M.J. et al. (2020) Estrategias de integración de la metodología BIM en el sector AEC desde la Universidad. *JIDA'20. VIII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura*. 869-889. [http://doi: 10.5821/jida.2020.9437](http://doi.org/10.5821/jida.2020.9437)
- Guitert M., Pérez-Mateo M. (2013). La colaboración en la red: Hacia una definición de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Teoría de la Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* 14(1),10-31
- Gómez-Trigueros I.M. et al. (2019) La formación del profesorado desde una perspectiva interdisciplinar con TIC y TAC: retos ante el siglo XXI. *Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2018-19*
- Gutiérrez K. y Godoy P. (2020) Estándares y trabajo colaborativo como parte de la enseñanza BIM en educación superior. *Revista Pensamiento Académico*, 3(1),168-184. doi:10.33264/rpa.202001-12
- Guzmán A. et al. (2020) Enseñanza del diseño de conexiones estructurales paramétricas aplicando la metodología “design thinking”. *Advances in Building Education/ Innovación Educativa en la Edificación* 4, (1), pp.25-46.
- Hermoso-Orzáez, M. J. et al., (2021, julio 6-9). *Resultados de innovación docente mediante BIM-server-Center-Education de Cype aplicada a la asignatura de instalaciones del Máster de Ingeniería Industrial Jaen*. [presentación en Congreso] 25th International Congress on Project Management and Engineering, Alcoi, España.
- Hernández-Perlins F. (2018) *Impacto de las TIC en la enseñanza del emprendimiento cooperativo*. [Congreso] XVII Congreso Internacional de Investigadores en Economía Social y Cooperativa.
- Hernández-Rodríguez M.J. (2021) *Aprendizaje colaborativo basado en retos en Formación Profesional. Módulo de diseño y construcción de edificios*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad Jaén]. <https://hdl.handle.net/10953.1/14733>.

- Jiménez-Toledo, J.A., Revelo-Sánchez, O., y Collazos, C. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *Revista Científica*, 33 (3)
- León Cascante, I. y Pérez Martínez J. (2018). Docencia colaborativa en BIM. Desde la tradición y dirigida por la expresión gráfica arquitectónica. *EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 23(32). <https://doi.org/10.4995/ega.2018.9077>
- Lizcano-Dallos A.R. et al. (2019) Aprendizaje colaborativo con apoyo en TIC: concepto, metodología y recursos. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 12, 24, doi: 10.11144/Javeriana.m12-24.acat
- López Berio, J. (2016). Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos de alto contenido tecnológico. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 3, 43-62.
- Lucero M., (2003). Entre el trabajo y el aprendizaje colaborativos. *Revista Iberoamericana De Educación*, 33(1), 1-21. <https://doi.org/10.35362/rie3312923>
- Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, 13 (23) 263-278. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102314.pdf>
- Méndez J.A. et al. (2018). Tres pilares para el aprendizaje significativo. Experiencia multidisciplinar en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad de Granada. *Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación*, 2 (3), 65-79. doi: 10.20868/abe.2018.3.3833
- Murillo i Ribes A. (2019) El aula como caja de resonancia para la creación sonora: nuevas arquitecturas y herramientas tecnológicas para acercar el arte sonoro al ámbito educativo. *Revista electrónica de léeme*, 43, 1-18. doi: 10.7203/leeme.43.14007.
- Nieto E. et al. (2018) Implantación de metodología BIM en el Grado de Edificación. Modelo de taller-integrador en la asignatura de Expresión Gráfica de Tecnologías. *Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación*, 1 (3), 37-52.

- Niño-Carrasco S. y Castellanos-Ramírez J. (2020) Estrategias de regulación y procesos de escritura colaborativa en línea para el aprendizaje en estudiantes universitarios. *Nova Scientia*, 12(25),1-29. doi.org/10.21640/ns.v12i25.2499
- Peñaherrera C., Soria J. (2015). Pregunta de investigación y estrategia Picot. *Medicina* 19, (1), 66-69
- Pereiro-Barceló, J. et al. (2021) Experiencia docente con Realidad Aumentada e Impresión 3D de proyectos BIM. *Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria 2021*
- Pérez-Mateo-Subirá M., Romero-Carbonell M., Romeu-Fontanillas T. (2014). Collaborative construction of a project as a methodology for acquiring digital competences. *Comunicar* (21)42. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-01>
- Redacción APD. (31 de agosto de 2021) *Metodología Lean: qué es y cómo puede impulsar tu modelo de negocio*. Recuperado el 24 de marzo de 2022 de <https://www.apd.es/metodologia-lean-que-es/>
- Revelo-Sánchez O., Collazos-Ordóñez C.A., Jiménez-Toledo J.A., (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática. *TecnoLógicas* 21 (41), 115-134. <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ElTrabajoColaborativoComoEstrategiaDidacticaParaLa-6289046.pdf>
- Revuelta-Domínguez F.I. y Guerra-Antequera J. (2019). La cultura Maker en las dinámicas de construcción colaborativa de los videojugadores online. Caso de estudio «Gumiparty». *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2) <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.18.2.171>
- Roselli N. (2016). El aprendizaje colaborativo: Bases teóricas y estrategias aplicables en la enseñanza universitaria. *Propósitos y Representaciones*, 4, (1) p. 219-280.
- Saravia-Ramos P. et al. (2021) Investigación colaborativa: potencialidades y limitaciones de la cartografía social participativa. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales* 25, 71, 59-80 <https://dx.doi.org/10.17141/iconos.71.2021.4834>
- Trejos, O. I. (2018) Metodología de evaluación por conformación de grupos en un primer curso de programación de computadores

- usando aprendizaje Colaborativo. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12, (23), 58-65. doi: <http://dx.doi.org/10.31908/19098367.3703>
- UNESCO. Lev Semionovich Vygotsky (1896-1934). (1994) *Perspectivas: revista trimestral de educación comparada*, XXIV, (3-4), 773-799. http://papelesdesociedad.info/IMG/pdf/vygotskys_unesco.pdf
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135, (11), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- Valverde, N. et al. (2018) Experiencia docente colaborativa entre universidades. Desarrollo de las dimensiones 4D y 5D a partir de un modelo 3D BIM. *Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación*, 2 (21) , 63/79
- Valverde N. y Ruiz-Fernández, J.P. (2018) Nuevas exigencias de formación para los futuros profesionales de la edificación: Herramientas para la gestión. [Congreso] *Contart 2018*. Convención de la Edificación.40-50.
- Yepes-Nuñez JJ, et al. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología* 74, (9), 790-799 <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Zañartú L.M. (2013). Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red. *Contexto Educativo* V, (28). http://files.enriquecer-educaciontic.webnode.es/200000026-9a1009c069/Contexto_Educativo_Revista_digital_de_Educacion_y_Nuevas_Tecnologias.pdf
- Zulueta, P. et al. (2018) Plan de ejecución BIM (PEB): una aproximación práctica desde un entorno académico. [Congreso] 22nd *International Congress on Project Management and Engineering* p.2283-2295.

6.3. WEBGRAFÍA

Programa de Habilidades en Lectura Crítica Español, (s.f) *Herramientas*. Recuperado el 19 de enero de 2022 de: <https://www.redcaspe.org/herramientas>

Egan, J. (1997). Rethinking construction. *Designing Buildings.The construction wiki*. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Egan_Report_Rethinking_Construction

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (27 de octubre de 2021). Presentación. <https://cbim.mitma.es>

Ministerio de Educación y Formación Profesional (27 de octubre de 2021). *Publicados nuevos cursos de Especialización*. <https://www.todofp.es/en/comunes/noticias/2021/nuevos-cursos-especializacion.html>

Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020). *Plan de Modernización de la Formación Profesional* <https://www.todofp.es/dam/jcr:5d43ab06-7cdf-4db6-a95c-b97b4a0e1b74/220720-plan-modernizacion-fp.pdf>

Latham, M. (1994). Construction the team. *Designing Buildings.The construction wiki*. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Latham_Report

7. ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 7

Tabla 1. Listas de verificación PRISMA 2020.

Tabla 1
Lista de verificación PRISMA 2020

Sección/tema	Ítem n.º	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
TÍTULO			
Título	1	Identifique la publicación como una revisión sistemática.	
RESUMEN			
Resumen estructurado	2	Vea la lista de verificación para resúmenes estructurados de la declaración PRISMA 2020 (tabla 2).	
INTRODUCCIÓN			
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.	
MÉTODOS			
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultó por última vez.	
Estrategia de búsqueda	7	Presente las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	
Proceso de selección de los estudios	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	
Proceso de extracción de los datos	9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaron datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	
Lista de los datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.	
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (missing) o incierta.	
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuántos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	
Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis (ítem n.º 5).	
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.	
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.	
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	
	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	

Nota: Tablas extraídas del documento PRISMA 2020 (Yepes-Núñez et al.,2021, p.794)

Tabla 8

Tabla 1 (Continuación). Listas de verificación PRISMA 2020.

Tabla 1 (Continuación)
Lista de verificación PRISMA 2020

Sección/tema	Ítem n.º	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).	
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describa los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.	
RESULTADOS			
Selección de los estudios	16a	Describa los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo (ver figura 1).	
	16b	Cite los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	
Características de los estudios	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.	
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	
Resultados de los estudios individuales	19	Presente, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resume brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	
	20b	Presente los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	
	20c	Presente los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	
	20d	Presente los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	
Sesgos en la publicación	21	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	
Certeza de la evidencia	22	Presente las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.	
DISCUSIÓN			
Discusión	23a	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	
	23b	Argumente las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	
	23c	Argumente las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	
	23d	Argumente las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	
OTRA INFORMACIÓN			
Registro y protocolo	24a	Proporcione la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningún protocolo.	
	24c	Describa y explique cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	
Financiación	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	
Conflicto de intereses	26	Declare los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Especifique qué elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y dónde se pueden encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	

Nota: Tablas extraídas del documento PRISMA 2020 (Yepes-Nuñez et al.,2021, p.795)

Tabla 9

Tabla 2 (Continuación). Listas de verificación PRISMA 2020 para resúmenes estructurados

Tabla 2
Lista de verificación PRISMA 2020 para resúmenes estructurados*

Sección/tema	Ítem n.º	Ítem de la lista de verificación
TÍTULO		
Título	1	Identifique el informe o publicación como una revisión sistemática.
ANTECEDENTES		
Objetivos	2	Proporcione una declaración explícita de los principales objetivos o preguntas que aborda la revisión.
MÉTODOS		
Criterios de elegibilidad	3	Especifique los criterios de inclusión y exclusión de la revisión.
Fuentes de información	4	Especifique las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos, registros) utilizadas para identificar los estudios y la fecha de la última búsqueda en cada una de estas fuentes.
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	5	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios individuales incluidos.
Síntesis de los resultados	6	Especifique los métodos utilizados para presentar y sintetizar los resultados.
RESULTADOS		
Estudios incluidos	7	Proporcione el número total de estudios incluidos y de participantes y resuma las características relevantes de los estudios.
Síntesis de los resultados	8	Presente los resultados de los desenlaces principales e indique, preferiblemente, el número de estudios incluidos y los participantes en cada uno de ellos. Si se ha realizado un metanálisis, indique el estimador de resumen y el intervalo de confianza o de credibilidad. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto (por ejemplo, qué grupo se ha visto favorecido).
DISCUSIÓN		
Limitaciones de la evidencia	9	Proporcione un breve resumen de las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión (por ejemplo, riesgo de sesgo, inconsistencia –heterogeneidad– e imprecisión).
Interpretación	10	Proporcione una interpretación general de los resultados y sus implicaciones importantes.
OTROS		
Financiación	11	Especifique la fuente principal de financiación de la revisión.
Registro	12	Proporcione el nombre y el número de registro.

* Esta lista de verificación conserva los mismos ítems que se incluyeron en la declaración PRISMA para resúmenes publicada en 2013⁴⁸, pero ha sido revisada para que la redacción sea coherente con la declaración PRISMA 2020. Además, incluye un nuevo ítem que recomienda a los autores que especifiquen los métodos utilizados para presentar y sintetizar los resultados (ítem n.º 6).

Nota: Tablas extraídas del documento PRISMA 2020 (Yepes-Nuñez et al., 2021, p.796)

ANEXO 2

Programa de lectura crítica Caspe leyendo críticamente la evidencia clínica Cabello (2005):

1. ¿Los resultados de la revisión son válidos?
 - a. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?
 - b. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?
 - c. ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?
 - d. ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?
 - e. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado", ¿era razonable hacer eso?
2. ¿Cuáles son los resultados?
 - a. ¿Cuál es el resultado global de la revisión?
 - b. ¿Cuál es la precisión del resultado?
3. ¿Son los resultados aplicables en tu medio?
 - a. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?
 - b. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?
 - c. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?