



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DECANATURA DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA –DUAD–
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DOCTORADO EN EDUCACIÓN

EL BIM DESDE EL PENSAMIENTO REFLEXIVO: HACIA LA FORMACIÓN
INTEGRAL DEL ESTUDIANTE DE ARQUITECTURA

Clara Inés Rodríguez Ibarra

Bogotá

junio de 2022

**EL BIM DESDE EL PENSAMIENTO REFLEXIVO: HACIA LA FORMACIÓN
INTEGRAL DEL ESTUDIANTE DE ARQUITECTURA**

Clara Inés Rodríguez Ibarra

Director de Tesis:

Rubén Darío Vallejo Molina PhD

Co- Director Internacional

Eloi Coloma Picò

Tesis para optar al título de Doctor en Educación.

Dirección electrónica: cirodriguez@ucatolica.edu.co

clararodriguezi@ustadistancia.edu.co

cirirb@yahoo.com

Bogotá, junio de 2022

JURADOS:

Dr. Arq. Carlos Eduardo Zulueta Cueva

Dra. Vicky del Rosario Ahumada de la Rosa

Dra. Rosa Nidia Tuay Sigua

Dedicatoria:

Con profundo amor en el alma,

A mi mayor apoyo, la mejor Maestra y ejemplo de vida:

Mi Madre, Aliria Ibarra.

A mis “Marías” inspiradoras:

María Lucía, mi luz y María Emma, mi energía.

*A aquellos valientes que me acompañaban en esta tierra
cuando inicié este camino y hoy me custodian desde el cielo:*

*Mi esposo José María, mi tía Sor Emmita, mi tía Nelly, mi
prima Olguita y mi padrino José.*

Agradecimientos:

A Dios y a mi Virgen Auxiliadora.

A toda mi familia por sus oraciones, paciencia, comprensión, consejos y aliento.

A María Lucía y María Emma, mis niñas, por cederme tanto tiempo de sus hermosos años.

A la Universidad Católica de Colombia, sus Directivos y compañeros quienes con la generosa oportunidad de la beca y apoyo constante hicieron posible lograr esta meta.

A todos y cada uno de los Directivos y profesores del Doctorado en Educación de la Universidad Santo Tomás, por sus excelentes enseñanzas, respaldo y sensibilidad.

Al Director y asesor de este trabajo: Dr. Rubén Darío Vallejo Molina, quien, con su conocimiento, guía metodológica, paciencia, excelentes aportes y disposición permanente, impulsó la culminación de este trabajo. Al Dr. Francisco Alonso Chica Cañas, quien me acompañó como Director hasta el año 2021, por su valiosa orientación, contribución, empatía y solidaridad.

Al Máster en BIM Management Steering –Hoy Open BIM- de la Universidad Politécnica de Cataluña –UPC-School, a su Director Arq. Dr. Eloi Coloma Picó -Co-director de esta tesis- y la Coordinadora del Máster, Dra. Montserrat Armengol quienes me abrieron generosamente las puertas para la realización de la Pasantía Internacional, por su valioso tiempo dedicado a la transmisión de su notable conocimiento, punto de partida para la comprensión del BIM y la obtención de los datos en que se fundamenta este trabajo.

Al Arq. Mg. Cristhian David Mayorga Robayo docente e investigador de la UC de C, por compartir su experiencia, así como la manifestación de sus puntos de vista, discusión y su talento de ilustrador. Al Arq. Edwin Alexander Romero Torres de la UC de C y a María Emma Sarmiento Rodríguez por su colaboración y sus largas horas dedicadas a la transcripción de entrevistas.

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	6
Resumen.....	13
Palabras Clave:	13
Introducción	14
Capítulo 1 El Problema de Investigación.....	21
Planteamiento del Problema	21
Formulación del Problema	40
Árbol de Problemas	41
Objetivos.....	42
Objetivo General.....	42
Objetivos específicos	42
Justificación del Problema y de la Investigación	43
Capítulo 2 Estado de la Cuestión.....	57
Capítulo 3 Abordaje teórico de la Implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo Hacia la Formación Integral del Estudiante de Arquitectura	83
Categoría 1 Formación Integral.....	87
La Formación Integral como Fin de la Educación	87
De los Lineamientos Legales que abordan la Formación Integral a la Misión de la Universidad.....	89

El Concepto de Formación en Gadamer	95
Relación y Visión de Otros Autores con el Concepto de Formación.....	103
Categoría 2 BIM-Building Information Modeling	113
Definiciones del BIM y Desarrollo de la Construcción Teórica del Concepto: ..	118
El BIM como Saber:	128
El BIM y la Enseñanza-Aprendizaje de la Arquitectura	143
Categoría 3 Pensamiento Reflexivo	152
El Problema de la Formación del Pensamiento	153
¿Qué es Pensar?.....	153
Diferentes Significados del Pensamiento	154
Por qué el Pensamiento Reflexivo Tiene que Constituir un Objetivo de la Educación.....	159
Actitudes personales que disponen para el Pensamiento Reflexivo	163
Recursos Innatos en la Formación del Pensamiento	165
Proceso y Producto de la Actividad Reflexiva: Proceso Psicológico y Forma Lógica:	172
Capítulo 4 Marco Metodológico	176
Paradigma-Enfoque	177
Método-Estrategia-Técnica.....	179
Instrumentos.....	182

Revisión documental:	183
Observación participante. (En aula-diálogos o conversación informal-presentaciones)	185
Entrevista:	187
Capítulo 5 Lineamientos y propuesta de la enseñanza-aprendizaje del BIM desde el pensamiento Reflexivo para los programas de pregrado de Arquitectura a partir de los resultados y hallazgos obtenidos	190
El BIM desde el Pensamiento Reflexivo de manera transversal en el currículo .	192
Prácticas significativas que pueden guiar la enseñanza del BIM en el pregrado .	199
Flexibilidad en pedagogía y didáctica	199
Énfasis en el Aprendizaje basado en proyectos y el trabajo colaborativo:	204
El BIM Humano:	209
Conclusiones	215
Aportes de la tesis:	222
Referencias Bibliográficas	224
Anexo 1 Entrevistas	239
Anexo 2 Observación de Prácticas significativas en el Máster en BIM Management Steering en la UPC School – (Fundación de la Universidad Politécnica de Cataluña)	242
Anexo 3 Categorías-Conceptos-Definiciones Libro Cómo Pensamos de John Dewey .	256

Lista de Figuras y Tablas

<i>Figura 1 Derivación de Capítulos desde Objetivos y Preguntas orientadoras</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2 'Estas son las Carreras que No "Paga" Estudiar en Colombia'- Promedio de Salario Después de 10 Años de Graduación'</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3 Promedio de Resultados Globales Pruebas Saber Pro 2016.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4 Promedio de Resultados Módulos de Competencias Genéricas Pruebas Saber Pro 2016.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 5 Promedio de Resultados Módulos de Competencias Específicas Pruebas Saber Pro 2016.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 6 Caracterización del Problema</i>	<i>40</i>
<i>Figura 7 Árbol de Problemas Formación Integral del Estudiante de Arquitectura.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8 Derivación de objetivos y categorías desde las preguntas de Investigación</i>	<i>43</i>
<i>Figura 9 Las Puntuaciones de PISA en América Latina Están por Debajo del Promedio de la OCDE en Todos los Países.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 10 Reporte RIBA: Porcentaje de Encuestados que Están De Acuerdo en que.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 11 Las Quejas más Recurrentes al CPNAA por Presuntas Infracciones al Código de Ética del País.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 12 Resultados Encuesta MyWorld 2015.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13 Cooperación entre Instituciones y Relación entre Investigadores en el Tema: BIM-Teaching-Architecture.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 14 Esquema Síntesis de la Justificación desde el Propósito</i>	<i>56</i>
<i>Figura 15 Resultados de La Búsqueda en la Base de Datos Scopus con el Algoritmo: BIM-TEACHING-ARCHITECTURE- Gráfica Documentos por Año.</i>	<i>67</i>

<i>Figura 16 Resultados de la Búsqueda en la Base de Datos Scopus con el Algoritmo: Reflective Thinking - Gráfica Documentos por Año.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 17 Resultados de la Búsqueda en la Base de Datos Scopus con el Algoritmo: Reflective Thinking-Teaching-Architecture - Gráfica Documentos por Año.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 18 Resultados de la Búsqueda en la Base de Datos Scopus con el Algoritmo: Formación -Integral - Gráfica Documentos por Año.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 19 Autores Principales de Cada Categoría.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 20 Cuadro Síntesis de la Definición de Formación.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 21 La Formación Integral en Arquitectura se Dirige a la Formación del Arquitecto Reflexivo.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 22 Presentación Máster en BIM Management Steering - ¿Qué es el BIM?</i>	<i>115</i>
<i>Figura 23 Presentación Máster en BIM Management Steering - Ciclo de Vida Proyecto</i>	<i>116</i>
<i>Figura 24 Presentación Máster en BIM Management Steering: Entrada Inteligente-salida coordinada en las diferentes dimensiones que abarca el BIM.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 25 “L’ús d’informació coordinada, coherent, computable i continuada és la base per al BIM” [El Uso de Información Coordinada, Coherente, Computable y Continua es la Base para el BIM.].....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 26 Recorte de la Plantilla: Primeros Pasos del Design Thinking -.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 27 El Proceso de Diseño Integrativo en Arquitectura</i>	<i>131</i>
<i>Figura 28 Figura 2.24 de la Tesis doctoral del Arq. Eloi Coloma: [Todas las Estrategias de la Práctica Integrada se Admiten en Mayor o Menor Grado en la Tecnología BIM].....</i>	<i>133</i>

<i>Figura 29 Presentación Máster en BIM Management Steering – Cambio de Pensamiento Lineal a Integrado</i>	<i>134</i>
<i>Figura 30 Cuadro Síntesis de la Definición de BIM</i>	<i>151</i>
<i>Figura 31 Proceso del Pensamiento Reflexivo: De la Duda a la Conclusión</i>	<i>159</i>
<i>Figura 32 Pensamiento Coherente y ordenado</i>	<i>168</i>
<i>Figura 33 Recursos Innatos y su Relación en la Formación del Pensamiento</i>	<i>170</i>
<i>Figura 34 El Método en la Formación de Hábitos de Pensamiento Reflexivo.....</i>	<i>171</i>
<i>Figura 35 Cuadro Síntesis de la Definición de Pensamiento Reflexivo.....</i>	<i>174</i>
<i>Figura 36 Marco Metodológico</i>	<i>176</i>
<i>Figura 37 Proceso de la Teoría Fundamentada seguido en esta investigación:.....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 38 Plantilla de Desarrollo de Cualidades Investigativas en la enseñanza del BIM a partir de las fases de Pensamiento Reflexivo.....</i>	<i>198</i>
<i>Figura 39 BIM Humano: Rescate de la Dimensión Social.....</i>	<i>212</i>
<i>Figura 40 Conclusión General.....</i>	<i>221</i>
 <i>Tabla 1 Comparativo Procesos Mentales a los que a Veces se da el Nombre de Pensamiento y Diferencias con el Pensamiento Reflexivo.</i>	 <i>154</i>
<i>Tabla 2 El Factor Capital del Pensamiento.....</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 3 Fases del Pensamiento Reflexivo.....</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 4 Los Valores del Pensamiento</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 5 Cómo el Pensamiento Real Difiere de la Forma Lógica</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 6 Propósitos Específicos de la Observación del Máster en BIM Management Steering (UPC-School)</i>	<i>186</i>

<i>Tabla 7 Matriz de Consistencia o Coherencia de Investigación.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 8 Aspectos Metodológicos Máster en BIM Management Steering UPC-School .</i>	<i>200</i>

Resumen

Esta propuesta surge de la inquietud por el papel que merece asumir la Educación Superior ante la importancia de la Formación Integral del estudiante de Arquitectura; se observa que la disciplina atraviesa dificultades y pérdida de valor, efectos enmarcados por algunos expertos dentro de lo que hoy se reconoce como *crisis de la arquitectura*. El egresado se ve distante en la colaboración para la construcción de cultura y ciudad, se nota el escaso reconocimiento de su profesión, revelado también en la ausencia de algunas cualidades y competencias requeridas por el contexto del siglo XXI. A partir de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la Educación Superior, se vislumbra un camino a la cuestión en el enlace, relación y coordinación de la innovación tecnológica con la innovación educativa hacia una concepción ética, de sensibilidad y responsabilidad social. Así, se plantea que si la educación del arquitecto se dirige al desarrollo de Pensamiento Reflexivo desde su naturaleza *abstracta* que puede coordinarse con su naturaleza *práctica* en la implementación del *Building Information Modeling* (BIM) podría apoyar su Formación Integral para aportar como actor valioso a la sociedad. En consecuencia, se deriva la pregunta que dirige el propósito de la investigación: *¿De qué manera puede implementarse el BIM desde el Pensamiento Reflexivo para favorecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura?*

Palabras Clave:

BIM; Educación Superior; Formación Integral; Pensamiento Reflexivo; Educación en Arquitectura.

Introducción

“En un mundo donde 7 billones de no-arquitectos construyen las ciudades (...) el lenguaje del arquitecto para referirse al diseño y la construcción de la ciudad está obsoleto.”

(Martín Schwartz y Daniel Andersson (2013))

Actualmente, se percibe en el entorno, en las ciudades, en los estudiantes y egresados, la denominada por expertos como *crisis de la Arquitectura*. Como disciplina, la Arquitectura pierde su valor ante la sociedad porque no aporta como se requiere con respuestas eficaces a los complejos problemas que enfrenta el contexto. El ejercicio de la Arquitectura muchas veces se reduce al diseño de obras para revistas o a cubrir una necesidad de alojamiento, pero como necesidad exclusivamente material, hoy pierde su esencia, su sentido humano y también sus principios, descuida aún su dimensión cultural, social, ética, convirtiéndose muchas veces en ejecución de actividades técnicas de repetición sin propósitos fundamentales más allá de fines económicos.

Esta desvalorización de la disciplina de la arquitectura, también puede tener causa en una educación insuficiente y anacrónica que se ve reflejada en la realidad del egresado quien se encuentra con pocas y mal remuneradas oportunidades laborales, aunque en los perfiles de formación de las universidades se describe como profesional líder, gestor en el desarrollo de proyectos, con alta capacidad de influencia para la solución de problemas... Lejos de ser el conductor y constructor de ciudad y cultura, se frustra al comprobar el bajo valor percibido de su profesión ante la sociedad ya que no cuenta con algunas competencias y saberes cognitivos-intelectuales y éticos que le permitan enfrentar los requerimientos del mundo actual.

Este problema se describe claramente en la contraportada del libro *Ya soy arquitecto ¿Ahora qué hago?*, escrito por dos arquitectos mexicanos: Eduardo Langagne O. y Adrian Mendoza H. quienes dirigen su obra a los jóvenes que terminan sus estudios de Arquitectura y “se encuentran con un mundo laboral para el cual no los prepararon, y donde constatan que los conocimientos adquiridos en la escuela, no son suficientes para salir adelante o sencillamente no encajan con la realidad” (2006, p. 8)

En los albores del S.XXI nuestra profesión se desdibuja cada vez más. Con incredulidad vimos que las obras del 2º. Piso del periférico capitalino estuvieron en manos de una ecologista; la remodelación de El Paseo de la Reforma estuvo a cargo de una poetisa; el desarrollo urbano del país lo llevó auestas una secretaria ejecutiva; los proyectos del IMSS los encabezó un ingeniero químico; y por si esto fuera poco, mi tío contrató a un albañil para que “diseñara” su nueva casa. Por eso me digo: Ya soy arquitecto ¿Ahora qué hago? (Langagne Ortega & Mendoza Hernández, 2006)

Así, esta tesis delimita el problema en el papel y responsabilidad de la Educación Superior para habilitar a los estudiantes y egresados como arquitectos reflexivos formados integralmente, capaces de aportar y enfrentar las exigencias del Siglo XXI. Desde la Educación, se define el problema en la importancia del desarrollo de pensamiento, el desarrollo de procesos y cualidades cognitivas que favorezcan el aprender a *pensar* para guiar el aprender a *ser* y en consecuencia poder afrontar los desafíos de su profesión en el contexto actual. Entonces, se plantea el problema en la búsqueda de la expansión del intelecto para la Formación Integral del estudiante de Arquitectura.

Como causas indirectas de la problemática y que llevan a esta educación insuficiente y anacrónica se destaca la baja innovación en la formación acorde con la introducción de nuevas tecnologías y metodologías coherentes con la complejidad actual que exige trabajo colaborativo, multidisciplinar con gestión íntegra de información y conocimiento -como es el caso del BIM-, y por otro lado la formación encaminada exclusivamente a los aspectos operativos del diseño y con bajo énfasis en el desarrollo de procesos cognitivos y hábitos de pensamiento reflexivo: con propósito, consecuencial y responsable dirigido a la toma de decisiones sustentadas en juicios éticos.

En el contexto actual se reconoce la importancia de incluir en los currículos la innovación tecnológica, la digitalización y simulación a través del BIM que es la sigla de *Building Information Modeling* o modelado de información de construcción o edificación, que se conoce como un conjunto de procesos, tecnologías y metodologías de trabajo colaborativo para la generación y gestión de datos e información compleja y completa de un proyecto de arquitectura o ingeniería para centralizarla en un modelo o simulación de información digital que es construido y compartido por todos los actores involucrados en el proyecto, para lograr un trabajo simultáneo y eficiente que redunde en decisiones concertadas y verificadas en etapas de diseño para la optimización de la construcción, reducción de errores, tiempos y costos, salvaguardando la sostenibilidad durante todo el ciclo de vida de un proyecto. La implementación del BIM en las licitaciones y contratos de diseño y construcción ya son mandato en varios países del mundo y Colombia desarrolla la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 la cual está diseñada para que en 2026 se aplique al 100% de los proyectos el mandato BIM.

Pero las nuevas tecnologías, aunque muy necesarias, deben tener un cauce, una guía que dirija su apropiación y la propuesta es implementar el BIM en los currículos de arquitectura desde el Pensamiento Reflexivo. Así, lo que esta investigación pretende es retomar una mirada esperanzadora en la integración entre la innovación tecnológica: *BIM* y la innovación educativa: *Pensamiento Reflexivo*, resaltar la importancia de la enseñanza y gran posibilidad de aprendizaje desde la comprensión del hecho proyectual basado en la práctica reflexiva hacia la *Formación Integral* del estudiante de Arquitectura y así también recuperar en alguna medida el aporte real de la profesión a la sociedad.

Entonces, se vislumbra un camino a la cuestión en el enlace, relación y coordinación de la innovación tecnológica con la innovación educativa hacia una concepción ética, de sensibilidad y responsabilidad social. La innovación tecnológica del BIM está justificada por las necesidades y exigencias del contexto vigente y la innovación educativa con el Pensamiento Reflexivo como una tradición, un fundamento, una manera natural de pensar que al analizarse, contextualizarse y relacionarse desde las necesidades actuales, se renueva y como indica Andrea Parravacini al hablar de John Dewey, nos encontramos “Ante un pensador con intereses amplios y profundos y ante un pensamiento tan orgánico, articulado y al mismo tiempo de tanta actualidad” (2016, p. 11).

Así, se plantea que si la educación del arquitecto se dirige al desarrollo de Pensamiento Reflexivo desde su naturaleza *abstracta* que puede coordinarse con su naturaleza *práctica* en la implementación del *Building Information Modeling* (BIM) podría apoyar su Formación Integral para aportar como actor valioso a la sociedad. En consecuencia, se deriva la pregunta que dirige

el propósito de la investigación: *¿De qué manera puede implementarse el BIM desde el Pensamiento Reflexivo para favorecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura*

Entonces, esta investigación se enmarca dentro de tres conceptos que se convierten en sus categorías de análisis: La Formación Integral, el BIM y el Pensamiento Reflexivo, los cuales se abordan por un autor central para cada categoría; para la comprensión de la Formación Integral desde Hans-Georg Gadamer a partir de los planteamientos teóricos del concepto de formación. Lo referente con la implementación del BIM desde Eloi Coloma Picò, experto en su investigación y aplicación. Lo referente al Pensamiento Reflexivo desde John Dewey su primer y principal exponente.

El estado de la cuestión mostró que cada una de las categorías de manera independiente es tema de investigación vigente, sin embargo, donde se encontró el nicho de estudio fue en la relación de las categorías, no hay investigaciones que articulen el BIM con el Pensamiento Reflexivo ni con la Formación Integral. Así, en concordancia con este problema poco explorado, con la naturaleza del objeto de estudio, con la necesidad de interpretar el conocimiento existente para buscar esa relación de categorías, de ir tras la respuesta de la pregunta formulada, según el propósito de los resultados y las conclusiones, la metodología de la investigación se enmarca bajo el paradigma Cualitativo, el enfoque desde el Pragmatismo, el método de Teoría Fundamentada, para lo cual se utilizan instrumentos de obtención de datos como la revisión de literatura y documentos, la observación, entrevistas, diálogos.

La investigación se dirige a los estudiantes de Arquitectura, a revisar cómo implementar las

nuevas tecnologías y específicamente el BIM en los currículos de los pregrados de Arquitectura para que trascienda el área tecnológica y de representación y pueda favorecer el fin de Formación Integral responsabilidad ineludible de la Educación Superior. Para esto se propone que la enseñanza-aprendizaje del BIM a través del proyecto arquitectónico se deje guiar por el proceso de desarrollo de Pensamiento Reflexivo cuyo fin último es la formación de los mejores hábitos de pensamiento que lleven a la emisión de juicios responsables y pertinentes que concuerda con la búsqueda de la Formación Integral porque como resalta Dewey:

Y si nuestras escuelas alejan a sus alumnos de esta actitud mental que conduce hacia el buen juicio en cualquier tipo de cuestiones en que se los sitúe, habrán hecho algo peor que producir alumnos que regresen de ella *únicamente* con vastas cantidades de información o habilidades muy refinadas en ramas especializadas. (Dewey, 1989, p. 130)

De esta manera para cumplir con su propósito, la investigación se estructura de la siguiente manera:

Un primer capítulo que caracteriza el Problema de investigación hasta su formulación, objetivos y justificación. Un segundo capítulo que muestra el Estado de la cuestión. Un tercer capítulo que presenta el abordaje teórico a partir de cada una de las categorías, donde la literatura es un instrumento, una fuente de datos, que se analiza y aporta en la producción de resultados que constituyen la teoría sustantiva. Un cuarto capítulo que describe el Marco metodológico. Un quinto capítulo de relación, de lineamientos y propuesta de la enseñanza aprendizaje del BIM desde el Pensamiento Reflexivo a partir de resultados y hallazgos

El tercer capítulo referente a cada una de las categorías corresponde también a los tres primeros objetivos específicos del proyecto y el capítulo cinco tendría correspondencia con el cuarto objetivo específico, así a partir de la pregunta orientadora se desarrolla en cada apartado el proceso hasta la obtención de resultados como definiciones conceptos interpretaciones y teorías fundamentadas en los datos:

Figura 1

Derivación de Capítulos desde Objetivos y Preguntas orientadoras

PREGUNTAS ORIENTADORAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CAPÍTULOS
¿Qué significa formar integralmente un arquitecto?	Identificar cualidades y/o competencias determinantes para la Formación Integral del arquitecto del siglo XXI.	CAPÍTULO 3 CATEGORÍA 1 Formación Integral
¿Qué papel puede desempeñar la implementación del BIM en la enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura?	Comprender el concepto BIM y su implementación en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura para observar su potencial como instrumento del Pensamiento Reflexivo, más allá del software o herramienta tecnológica.	CAPÍTULO 3 CATEGORÍA 2 BIM
¿Cómo se puede fundamentar la innovación tecnológica desde la innovación educativa para optimizar su función y trascenderla hacia el incremento de la responsabilidad social del estudiante de Arquitectura?	Distinguir el proceso intelectual del Pensamiento Reflexivo para inferir los fundamentos sobre los que se puede cimentar la implementación de la innovación tecnológica en la formación del estudiante de arquitectura.	CAPÍTULO 3 CATEGORÍA 3 Pensamiento Reflexivo
¿Cómo visibilizar las conexiones de proceso y producto de pensamiento en el proceso y producto de la implementación del BIM para comprobar inferencias en el pensamiento y verificación en la acción?	Plantear una propuesta de articulación de la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo para los programas de pregrado de Arquitectura, que identifique relaciones BIM – Pensamiento Reflexivo- Formación integral y prácticas significativas de posgrado que se pueden desarrollar desde el pregrado.	CAPÍTULO 5 Relación de las categorías

Fuente: Elaboración propia

“Cuando aquello que se construye atenta contra la misma subsistencia de la vida y evidencia desequilibrio social, desde el propio ordenamiento del espacio, hay algo que de base necesita ser replanteado.”

Universidad de los Andes. <http://arquitectura.uniandes.edu.co/pregrado/que-es-arquitectura/> el 24 de mayo de 2015

Capítulo 1

El Problema de Investigación

Planteamiento del Problema

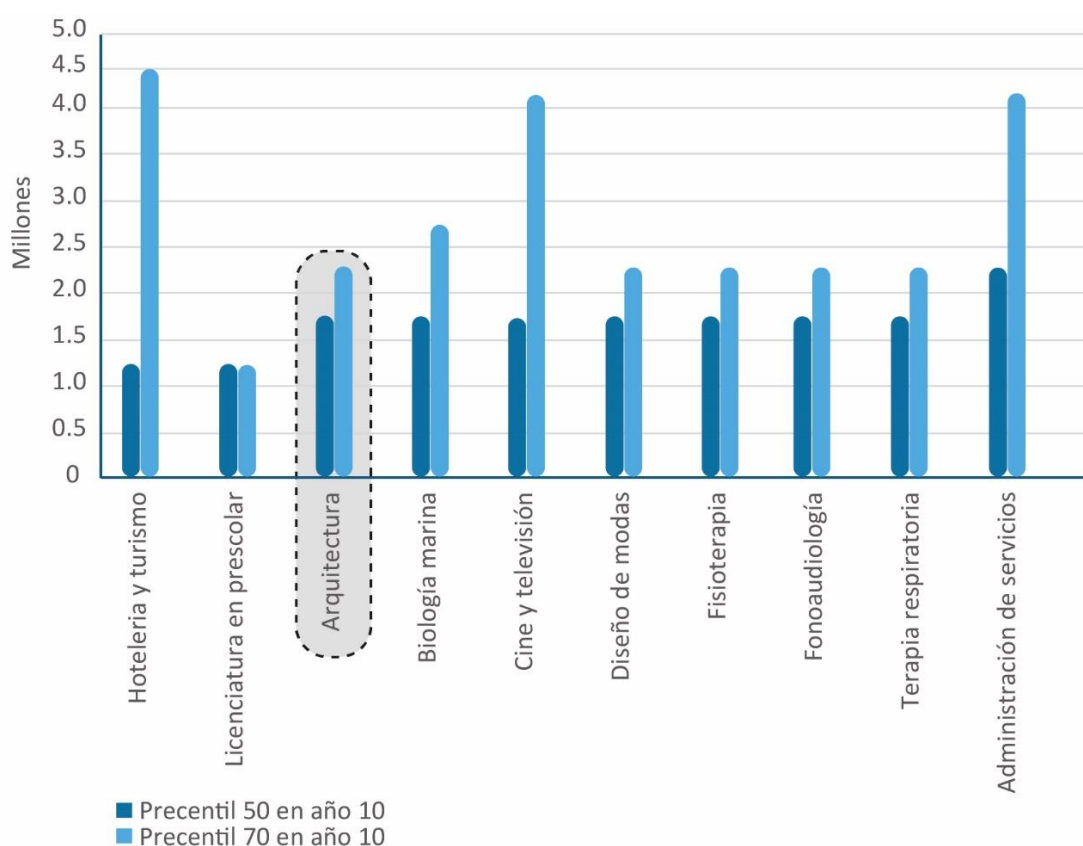
El papel que puede desempeñar un profesional en la sociedad está estrechamente ligado a la educación que recibe, por lo tanto, el compromiso de las Universidades en la Formación Integral de sus estudiantes se convierte en un factor que determina la calidad y competencia de los egresados para contribuir en la resolución de problemas y transformación positiva de su entorno.

En este sentido, y específicamente en relación con la disciplina y el egresado de Arquitectura, se han observado varios efectos de la hoy llamada *crisis de la arquitectura*, por ejemplo, el bajo valor percibido en la sociedad, que se ve reflejado en el salario de los profesionales. Este bajo reconocimiento es evidente en Colombia donde la Arquitectura se sitúa como una de las carreras peor remuneradas, esto se confirma con los datos del (SNIES-Ministerio de Educación Nacional, 2017b) allí, los egresados de Arquitectura presentan un salario promedio de \$1.500.000 con una tasa de cotizantes del 79.2%, también lo afirma el periódico económico Portafolio (2017) cuyo titular “Las ocho carreras peor pagadas en Colombia” incluye la Arquitectura, esto lo ratifica un informe presentado por Colciencias el 11 de agosto de 2016 en el Segundo Taller Nacional ACFA-Colciencias en la Universidad Católica de Colombia, sede del encuentro de los programas nacionales de Arquitectura. En su informe Colciencias expuso que había más de 2000 egresados al año, de ellos el 79% trabajaba y el 21% estaba desempleado; el salario promedio de los arquitectos que trabajaban en 2016 era de \$1.400.000 (Colciencias, 2016). Estos datos se han mantenido durante los últimos años como se puede leer en el artículo y la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de la Revista Aló-El Tiempo (Redacción

ALO.co, 2012) cuyo titular “Estas son las carreras que no paga estudiar en Colombia” incluye la Arquitectura dentro de las diez carreras con más baja remuneración en Colombia de 85 aprobadas en 2012 por el Ministerio de Educación:

Figura 2

'Estas son las Carreras que No "Paga" Estudiar en Colombia'- Promedio de Salario Después de 10 Años de Graduación'.



Fuente: guiacademica.com, 2012, citado en: (Redacción ALO.co, 2012). [Redibujo autor].

Como se mencionó anteriormente, en el contexto nacional e internacional, estas situaciones así como las que se observan físicamente en los problemas de habitabilidad de los entornos, se han

enmarcado dentro de lo que se reconoce actualmente como *crisis de la arquitectura*, como lo pronosticaba Otl Aicher citado por Kauh Arquitectos, 2013:

El diseño y la arquitectura se hallan en una profunda crisis. Corren el peligro de hacerse cómplices de las modas. Ya no se derivan del argumento y el razonamiento fundado, como la ciencia y la técnica, sino de la veleidad, del azar estético de que en cada momento se dé en reverenciar un arte y fustigar otro. (Kauh Arquitectos, 2013, p. 58)

El arquitecto mexicano Antonio Toca Fernández señala: “La crisis de la profesión se refleja en el descrédito público sobre la utilidad y la calidad del trabajo del arquitecto” (2013, p. 1). Sobre la claridad de la responsabilidad de la Arquitectura Toca Fernández (2015) expresa que cuando los arquitectos renunciaron al *Código Civil Napoleónico* en 1804, renunciaron a la responsabilidad por la estabilidad y funcionamiento de los edificios, los arquitectos prefirieron ser considerados “artistas” y delegar esa tarea a los ingenieros quienes en 1805 cuando inició su profesión en el Politécnico de París, aceptaron la responsabilidad del *Código Civil* y así los arquitectos fueron poco a poco alejando su participación en los procesos constructivos y “Además iniciaron un enfrentamiento con los ingenieros que desde entonces no se resuelve” (p.6), así, doscientos años después se perciben los efectos de ésta *metamorfosis* que ha llevado a crisis: “Cualquier profesión tiene responsabilidades por las cuales se le reconoce y por las que recibe honorarios legítimamente. Sin embargo, si una profesión no tiene una responsabilidad clara, se produce una enorme confusión sobre la utilidad social de su trabajo.” (Toca Fernández, 2015, p. 6)

La Arquitectura ha perdido campo desde su función técnica, práctica, estética, pero sobretodo en su dimensión humana, ética, convirtiéndose en una actividad de repetición, que

muchas veces se dirige solamente a fines económicos. .Aquí se aclara que cuando en este trabajo de investigación se refiera la responsabilidad de la Arquitectura y el arquitecto, adicional a los aspectos técnicos, tecnológicos y constructivos de funcionalidad y estabilidad mencionados, se tienen en cuenta también cualidades personales derivadas de una Formación Integral como la sensibilidad social, la capacidad de juicio ético, el reconocimiento del contexto, el trabajo con otros, la perspectiva multidisciplinar, el cultivo de la expansión intelectual junto con el deseo y habilidad de aporte y transformación positiva de las problemáticas actuales, la búsqueda de la *generalidad*¹, formación de habilidades y cualidades socioemocionales, las que nos hacen “más humanos”:

Ante los cambios que traerá la Cuarta Revolución Industrial, necesitaremos cada vez más, aquellas habilidades que nos hacen más humanos. Características como la creatividad, empatía, resiliencia, pensamiento crítico, comunicación y colaboración cobrarán más importancia y, por lo tanto, tendrán que reflejarse en los expedientes académicos. (Tec de Monterrey-Observatorio de Innovación Educativa, 2019, p. 4)

De esta manera se observa que la pérdida de valor de la disciplina no es gratuita, con el paso del tiempo, la Arquitectura en vez de aprovechar su amplio campo de acción, ha reducido

1 Concepto descrito por Gadamer en Verdad y Método. “En este sentido la formación como ascenso a la generalidad es una tarea humana. Requiere sacrificio de la particularidad en favor de la generalidad” (Gadamer, 1993)

espacios donde podría intervenir como profesión significativa en la construcción de calidad de vida, se han descuidado aún los componentes y principios éticos de la profesión, con el visto bueno de los mismos arquitectos quienes se han auto-excluido al ceder su responsabilidad a otras profesiones pues muchas veces se limitan al aspecto estético o a cubrir una necesidad de refugio como necesidad exclusivamente material.

Así, se distinguen varias causas de la mencionada crisis de la Arquitectura: como la renuncia a la responsabilidad del *Código Civil Napoleónico*, reconocida aún en los componentes básicos de la Arquitectura descritos desde el primer tratado de arquitectura cuyo autor es Marco Vitruvio Polión, (Arquitecto romano siglo I A.C.) citado por Ludovico Quaroni (1980, p. 17) donde expresa “En toda construcción hay que tener en cuenta su solidez (*firmitas*), su utilidad (*utilitas*) y su belleza (*venustas*)”, de los cuales Quaroni amplía su significado: “Así dice Vitruvio; pero nosotros podemos decir con mayor propiedad que la obra arquitectónica es el resultado ante todo de los contenidos sociales y de las razones “institucionales” (...) y que estas razones “humanas” deben ser la base de toda buena proyectación”.

Asimismo, al enfocarse principalmente en las *venustas*, en la dimensión “artística” se desprenden otros efectos como la cultura del arquitecto estrella y de edificios para revistas, la falta de una postura crítica, el poco trabajo con otras disciplinas y el ego estético. Se aclara que se escribe “artística” entre comillas, no porque se desconozca el sumo valor de la dimensión estética en la arquitectura, sino porque el problema está cuando se descuidan las demás dimensiones y cuando lo bello es entendido solamente como la generación de un objeto que “guste” y no de la

dimensión del arte como síntesis llena de significado, del arte como experiencia que apoya y se apoya en la reflexión.

En la crisis de la profesión existen también causas externas no tan derivadas de la misma disciplina, aunque muy influyentes como el modelo económico, político y social de la actualidad, sin embargo, esta investigación reconoce una de las causas del bajo nivel e impacto de la profesión y es la formación de arquitectos, es esta la causa en la que enfoca su interés este trabajo doctoral y delimita su problema pues es también desde allí donde puede encontrar un aporte a la solución. Gran parte de la crisis que está experimentando la Arquitectura puede radicar en la ausencia de una formación pertinente e integral del arquitecto, hoy se encuentra una gran diferencia entre lo descrito en los perfiles de egreso de las Universidades y la realidad del egresado, por un lado, va la necesidad del contexto y por otro una formación insuficiente y anacrónica, al respecto afirma Antonio Toca-Fernández:

El contraste entre lo que el arquitecto debería hacer y lo que realmente puede hacer revela numerosos problemas en la práctica, la enseñanza y la teoría arquitectónicas. Sólo al enfrentarlos –y al ofrecer alternativas para resolverlos– podremos superar una crisis que anuncia ya la muerte real de la actividad tradicional de la arquitectura. (Toca Fernández, 2013, p. 1).

De todo esto, surge otra inferencia de este proyecto de investigación y es identificar que la actividad acostumbrada del arquitecto necesita renovación y ésta debe fomentarse desde su formación en las Instituciones de Educación Superior, el arquitecto ya no puede reconocerse a sí

mismo como el “dueño” y el “centro” del proyecto, es necesario que se reconozca como un gestor que construye en equipo, adaptándose a los requerimientos actuales y tras la búsqueda de lo esencial y diferencial de su aporte a un trabajo transdisciplinar en la solución de problemáticas complejas, de lo contrario continuará desempeñándose como un ejecutor más al realizar solamente funciones operativas que con los desarrollos acelerados de la tecnología podrán ser reemplazadas en su totalidad por máquinas e inteligencia artificial.

El reto está en evitar que los avances tecnológicos absorban una disciplina que puede contribuir altamente en la calidad de vida. El camino se vislumbra en valerse precisamente de todo lo que aportan dichos avances para la evolución de la Arquitectura hacia un crecimiento desde su base ética esencial, su fin dirigido a ser una respuesta en términos espaciales a las problemáticas de la sociedad, su sentido humano, su responsabilidad social. Si se aprovechan las nuevas tecnologías como la simulación o la digitalización -hoy solicitada con premura por el sector de la construcción-, los profesionales arquitectos podrían permitir el paso de diversas dimensiones y actores olvidados, así como priorizar la reflexión en la toma de decisiones hacia la contribución del desarrollo de la sociedad:

La digitalización de nuestra sociedad ha avanzado a una velocidad vertiginosa desde 1980 y el ritmo no ha cesado de aumentar. El crecimiento exponencial de las tecnologías de información y comunicación (TIC), la transición de ordenadores a móviles y la capacidad de la inteligencia colectiva generada por las plataformas representan factores clave para el desarrollo socioeconómico y político. (Buckland et al., 2018, p. 11).

Esta conciencia de la necesidad de utilizar los avances tecnológicos como instrumentos positivos para llegar aún a la transformación e *innovación social digital* ² sería conveniente inspirarla desde la formación de los estudiantes, pero no se trata tampoco de acabar con la tradición de lo valioso en la enseñanza de la arquitectura, se trata de renovar y contextualizar esa tradición para sobre ella llegar a “lo nuevo”, se trata de aprovechar las ventajas de la innovación tecnológica pero relacionándola con la innovación educativa desde la esencia de la arquitectura, para fundamentar una educación y dirigirla no solamente a la adquisición de competencias que faculden al egresado insertarse en el mercado laboral sino hacia su Formación Integral que le permita crecer como persona y eso lo multiplique en la sociedad.

Hoy, uno de los dilemas en la educación de los arquitectos es que las escuelas de arquitectura enfocan su enseñanza en el diseño arquitectónico, el cual se considera un gran medio de reflexión, pero es visto cada vez más desde una perspectiva solamente operativa y no desde la riqueza del desarrollo de un proyecto a manera del *practicum reflexivo*,³ como proceso de reflexión en la acción que contribuya a la verdadera expansión del intelecto dirigida a la formación integral del estudiante como un arquitecto reflexivo, con propósitos, responsable y ético.

² “la Innovación Social Digital utiliza las tecnologías digitales para crear soluciones que respondan a necesidades sociales.” (Open Maker, s. f.)

³ Concepto trabajado por Donald Schön, en su libro La formación de profesionales reflexivos (Schön, 1992)

Jorge Lobos (2008), presenta datos de un estudio realizado por el Pos título de la Universidad Politécnica de Madrid en el cual se concluye que solamente el 10% de los arquitectos del planeta se dedica al diseño arquitectónico y de ese 10% solo el 1% es el líder del encargo, y muestra su preocupación al comprobar que las escuelas de arquitectura enfocan su interés en algo que solamente el 10% de los egresados logrará aplicar. Entonces ¿qué pasa con el 90% de los arquitectos? Los más de 3000 egresados al año en Colombia (SNIES-Ministerio de Educación Nacional, 2017a) se tienen que enfrentar a un mundo laboral con baja remuneración y poco empleo pues no tienen la formación, ni las suficientes competencias para desenvolverse en numerosos roles donde hoy se requiere su presencia, los problemas que se viven en ciudades como Bogotá son evidencias de ésta necesidad: “La perspectiva de una ciudad de 10 o 12 millones de habitantes sin nuevas avenidas y sin espacio público ni equipamiento comunitario, amerita una reflexión tan seria como la que merecen los problemas diarios.” (Escobar Uribe, 1994)

Pero el problema no está en que los programas de Arquitectura tengan el peso de su plan de estudios en el área dedicada al Diseño del proyecto arquitectónico la cuestión está en cómo se enfoca y cómo se afronta el proceso de enseñanza-aprendizaje: ya indicaba Donald Schön (1992) que el diseño arquitectónico debe ser uno de los campos a los que no solamente los arquitectos deberían asistir sino estudiantes de otras disciplinas que quisieran formarse como *profesionales reflexivos*, “porque he llegado a convencerme de que el diseño arquitectónico es un prototipo de la forma de arte que otros profesionales necesitan adquirir por encima de todo.” (1992, p. 30), pues éste aprendizaje basado en proyectos es una gran posibilidad para el desarrollo de pensamiento reflexivo y habilitación en competencias; por ejemplo, contribuye al hoy necesario aprendizaje de trabajo en entornos multidisciplinarios, al manejo de la incertidumbre, a la flexibilización y

adaptación, a la problematización, experimentación, argumentación, ejecución, gestión y toma de decisiones analíticas.

Además, el proceso de Diseño de un proyecto de arquitectura hoy apoyado con los avances tecnológicos para la digitalización y simulación puede convertirse en un excelente medio para que el *Aprendizaje basado en Proyectos* contribuya a la formación de los estudiantes más allá de convertir el diseño en el fin de la educación de un perfil exclusivo de arquitecto cuando los requerimientos actuales exigen mayor flexibilidad.

Entonces, han surgido dificultades cuando la enseñanza se enfoca solamente en el saber diseñar como una actividad operativa con un fin dirigido al diseño de objetos y cuando no se encamina al diseño de servicios, a la búsqueda de valores agregados que permitan estudiar el proyecto como proyecto integral, como estrategia de reflexión y experiencias transformadoras. La enseñanza actual se encauza especialmente al aspecto artístico, desechando aún aspectos técnicos o humanísticos; pero sobretodo el problema está en el descuido del desarrollo de procesos cognitivos dirigidos a la Formación Integral del estudiante.

En consecuencia, no se trata de dejar acabar una profesión sino de recuperar su responsabilidad y aporte en la sociedad, de renovarla para contextualizarla con las necesidades del siglo XXI, de adaptarla para que saque el mayor provecho de los avances tecnológicos actuales y futuros.

Esto implicará necesariamente un cambio en los sistemas de enseñanza de la arquitectura,

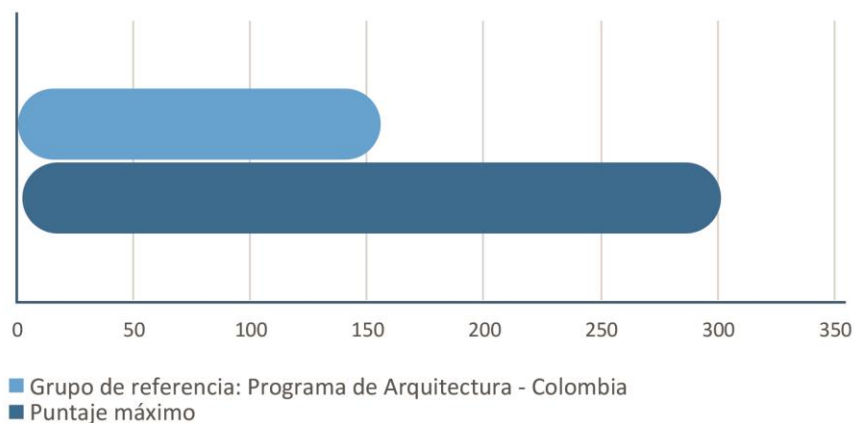
en especial en los países en desarrollo y en aquellos más pobres. En esos lugares sirve de muy poco la enseñanza tradicional y academicista del arquitecto como diseñador de edificios y ligado exclusivamente al arte, pues es muy usual que no diseñe un solo edificio en toda su vida. (Lobos, 2008).

En Colombia, esta falta de atención de la enseñanza al desarrollo de procesos cognitivos en los estudiantes se puede evidenciar en los resultados de las pruebas *Saber-Pro*, pruebas diseñadas y aplicadas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación-ICFES, adscrito al Ministerio de Educación Nacional, “con el propósito de medir el nivel de competencias de los estudiantes de programas universitarios, técnicos y tecnológicos del país que enfrentarán la vida laboral y servirán como indicador de la calidad de la educación superior” (ICFES-Ministerio de Educación Nacional, 2010)

En los datos obtenidos de las pruebas presentadas en el año 2016, de acuerdo con el Reporte de resultados por programa académico Saber Pro (ICFES-Ministerio de Educación Nacional, 2016) se puede observar que sobre un puntaje máximo de 300 puntos los programas de Arquitectura alcanzan un puntaje de alrededor de 150 puntos en las Competencias genéricas (Ver Figura 4), pero lo más preocupante es que obtienen éste promedio también en las específicas (Ver Figura 5). Con estos datos, se entiende en alguna medida, porqué la baja remuneración y valor percibido. En el ejercicio laboral del arquitecto no es clara la verdadera expansión del intelecto que debió alcanzar como estudiante, dirigida a su Formación Integral que permita un servicio real a la sociedad:

Figura 3***Promedio de Resultados Globales Pruebas Saber Pro 2016.*****Resultados globales**

Nivel	Promedio 2016
Puntaje Máximo	300
Grupo de referencia: ** Programas de Arquitectura-Colombia	155

Resultados globales

Nota: **El resultado del grupo de referencia está conformado por todos los programas académicos con características de formación semejantes.

Fuente: Elaboración propia (2019) con datos tomados de: Reporte de resultados por programa académico Saber Pro (ICFES-Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 1)

Las Competencias genéricas son las evaluadas a todos los estudiantes inscritos en las pruebas Saber Pro “5 módulos que se consideran genéricos para cualquier programa de formación de nivel profesional” (ICFES, p.13) se incluyen: comunicación escrita, razonamiento cuantitativo, lectura crítica, competencias ciudadanas e inglés:

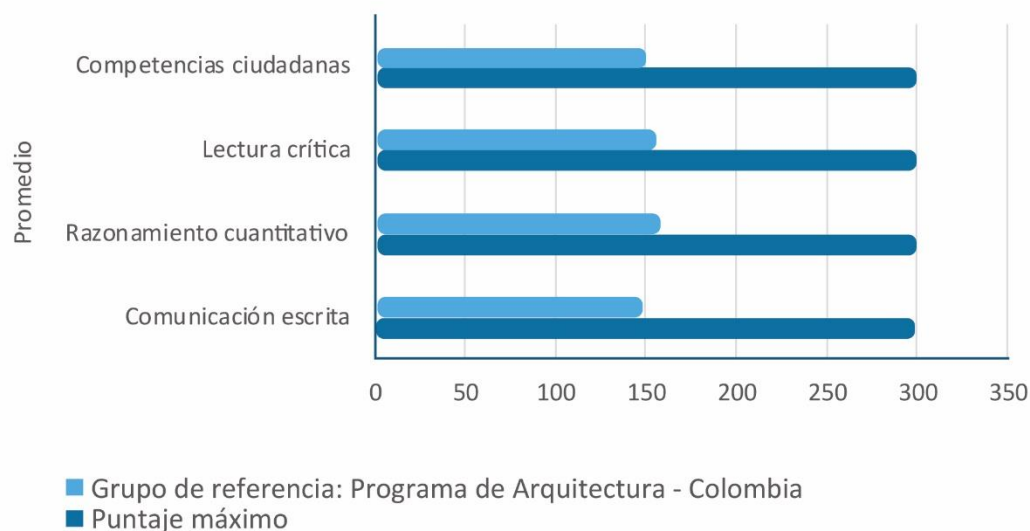
Figura 4

Promedio de Resultados Módulos de Competencias Genéricas Pruebas Saber Pro 2016.

Módulos de competencias genéricas

Nivel	Promedio			
	Comunicación escrita	Razonamiento cuantitativo	Lectura crítica	Competencias ciudadanas
Puntaje Máximo	300	300	300	300
Grupo de referencia: ** Programas de Arquitectura-Colombia	148	158	156	151

Módulos de competencias genéricas



Fuente: Elaboración propia (2019) con datos tomados de: Reporte de resultados por programa académico Saber Pro (ICFES-Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 1)

Las Competencias específicas son las evaluadas a quienes hayan sido inscritos por sus Instituciones de Educación Superior IES para presentar entre 1 y 3 módulos específicos relativos a su área de formación;(ICFES, p.13). Las competencias específicas evaluadas para Arquitectura corresponden a dos módulos, Estudio proyectual y Proyecto de arquitectura:

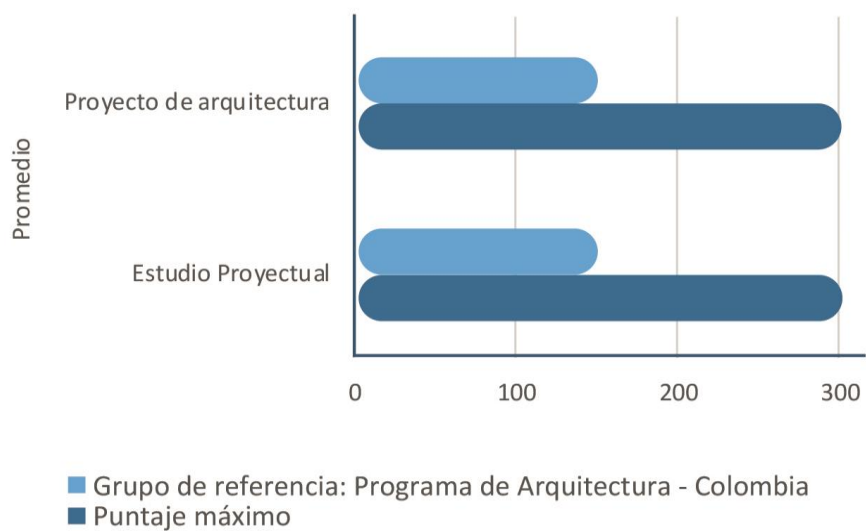
Figura 5

Promedio de Resultados Módulos de Competencias Específicas Pruebas Saber Pro 2016.

Módulos de competencias específicas

Nivel	Promedio	
	Estudio Proyectual	Proyecto de arquitectura
Puntaje Máximo	300	300
Grupo de referencia: ** Programas de Arquitectura-Colombia	150	150

Módulos de competencias específicas



Fuente: Elaboración propia (2019) con datos tomados de: Reporte de resultados por programa académico Saber Pro (ICFES-Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 1)

Se podría esperar que, si los currículos de los programas de Arquitectura se enfocan en el diseño arquitectónico, -base de las competencias específicas- sin hacer énfasis en las competencias genéricas el resultado en las competencias genéricas alcanzadas por los estudiantes fuera bajo, pero se supondría que su resultado en las competencias específicas debiera ser muy alto pues se dedica 10 semestres a aprender a diseñar proyectos de arquitectura. Sin embargo, los resultados de las pruebas muestran que los arquitectos tampoco desarrollan las competencias específicas.

El problema de no alcanzar las competencias necesarias para el efectivo desarrollo de su profesión también se refuerza cuando la enseñanza se expone a través de ejercicios que le imponen al estudiante realizar un programa o encargo arquitectónico ya especificado en cada semestre, cuando las estrategias pedagógicas se convierten en fin y no en medios, sin permitir a los estudiantes iniciar por plantearse un problema a resolver, saltándose procesos como la observación, descripción, problematización, que lo lleven a la expansión de competencias de análisis, síntesis, comparación, interpretación, argumentación, formulación, evaluación, desarrollo que plantean las pruebas Saber Pro como necesarias para generar proyectos arquitectónicos.

De los datos suministrados por las pruebas Saber Pro, se podría inferir que la enseñanza de la arquitectura requiere ir más allá del énfasis en el arquitecto diseñador formado desde la corrección autoritaria, ejercicios repetitivos, técnicas operativas y que para poder proyectar se necesita una formación no solamente en competencias específicas, sino que al fortalecer las competencias genéricas y desarrollar el pensamiento reflexivo se podrá mejorar también el desempeño en las habilidades específicas del arquitecto.

Entonces, el centrarse más en el *aprender a hacer* y no en el *aprender haciendo* tras el desarrollo de procesos cognitivos puede llevar a que en los talleres de arquitectura el proyecto se convierta solamente en el *fin* enmarcándolo en la lógica de los resultados y no en un *medio* enmarcado en la lógica de la reflexión, esto no significa quitar la importancia al resultado o producto creado sino más bien recuperar la importancia del proceso para obtener mejores resultados y aprendizajes, para que proceso y resultado sean dirigidos a que el estudiante alcance la comprensión de la esencia de la Arquitectura como profesión y de su papel como arquitecto, lo que significa entender el desarrollo de un proyecto como “respuesta en términos espaciales a las necesidades y aspiraciones del hombre, en armonía con la naturaleza, entender que la esencia de la arquitectura está en el ser y no en el hacer y su fin no está en el objeto sino en la contribución a la dignificación de la vida” (Rodríguez-Ibarra, 2016, p. 19).

En consecuencia, se refuerza la exigencia de dar una respuesta desde la educación a la problemática actual y se vislumbra un camino en la formación de arquitectos reflexivos en la búsqueda del fomento de la expansión del intelecto y la generación de hábitos de pensamiento que le permitan responder de forma creativa y ética desde la articulación de la innovación tecnológica con la innovación educativa hacia la Formación Integral del estudiante, y esa articulación se propone desde la enseñanza y aprendizaje del *BIM* (innovación tecnológica, metodológica, de gestión de información cuya implementación es requerida con urgencia por el sector de la construcción) articulado y fundamentado en *pensamiento reflexivo* (desde la construcción del concepto de John Dewey) para la formación de un arquitecto reflexivo que puede enfocarse en el desarrollo del pensamiento y específicamente del pensamiento hipotético, con propósitos,

consecuencial y responsable. La expansión del intelecto, la búsqueda de lo nuevo, se podrían fomentar al generar hábitos de pensamiento que permitan al arquitecto responder de forma creativa a las necesidades y requerimientos que exige hoy su profesión.

Entonces, la propuesta se dirige a la búsqueda de la Formación integral del arquitecto y se cree que las variables a relacionar son la lógica del pensamiento reflexivo coordinado con la enseñanza y aprendizaje de las nuevas tecnologías y específicamente del BIM como metodología de trabajo colaborativo, como herramienta de gestión de información, pero más allá, el BIM como campo de conocimiento que permite ver el proyecto durante todo su ciclo de vida y pasar de la representación literal gráfica a la simulación:

El uso de Tecnología BIM implica un cambio de mentalidad radical, ya que promueve el abandono de las técnicas de representación literal como recurso creativo en beneficio de estrategias más cercanas a la programación y la representación objetiva de la arquitectura. (Coloma Picò, 2012a, p. iii).

Así el BIM admite el estudio del hecho proyectual y constructivo hacia la generación de conocimiento a través del proyecto arquitectónico como proceso y como producto, desde la idea que debe llegar a una conclusión y tiene una finalidad con un motivo conductor que lleva a la toma de decisiones concertadas y responsables, lo cual se relaciona con lo expuesto por Dewey sobre el pensamiento reflexivo: “es decir el tipo de pensamiento que consiste en darle vueltas a un tema en la cabeza y tomárselo en serio con todas sus consecuencias.” (Dewey, 1989, p. 19)

También, el darle vueltas a un tema en la cabeza y tomárselo en serio con todas sus consecuencias, está ligado con la lógica de la investigación, entonces el pensamiento reflexivo se puede identificar con la lógica científica: duda-problema de investigación, sugerencia-hipótesis, acto de búsqueda para esclarecer la duda-comprobación, como lo describe Antonio Caparrós en la introducción a la edición española del libro *Cómo pensamos* de John Dewey: “Para Dewey el “método científico” no era sino la expresión reglada y canónica de lo que el “pensamiento reflexivo” siempre es: conjetura, selección de hipótesis comprobación crítica, experimentación, búsqueda imaginativa de lo nuevo, curiosidad permanente.” (1989, p. 15), y de ahí deduce que la educación debe dirigirse al pensamiento reflexivo como condición y resultado de todo aprendizaje.

La inclusión del BIM articulado al pensamiento reflexivo, puede desarrollar hábitos de pensamiento que aunque se fortalezcan en el diseño arquitectónico no generará solamente arquitectos diseñadores -para lo cual puede existir poco campo laboral en Colombia así como en otros países poco desarrollados o en medio de crisis socio-económicas-, sino que esos hábitos contribuirán a que el arquitecto pueda desempeñarse en muchos otros roles que se exige hoy a la profesión y donde es muy importante su presencia, sin desechar los intereses fundamentales de quien decide dedicarse a la arquitectura.

Esta relación entre el BIM y el pensamiento reflexivo podrá ampliar la perspectiva de la utilidad del BIM cuyo objetivo actual es la digitalización e industrialización del sector de la construcción. Con la articulación desde el pensamiento reflexivo para el desarrollo cognitivo se podrá extender ese objetivo del BIM hacia la contribución en la Formación integral de los estudiantes de Arquitectura pues como lo expresa Donald A. Schön (1992), en su libro *La*

formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje de las profesiones, la reflexión en la acción pule a tutores y aprendices en una práctica reflexiva basada en el aprender haciendo donde se construye conocimiento pero además se piensa sobre esa construcción de conocimiento para llegar a procesos metacognitivos que permiten consolidar cualidades y competencias necesarias en la formación de profesionales reflexivos.

Lo anterior describe el problema de la disciplina de la arquitectura, de sus estudiantes y egresados; delimita el problema en la preocupación de generar hoy arquitectos reflexivos desde la Universidad; define el problema en la importancia del desarrollo de procesos cognitivos, de aprender a pensar para guiar el aprender a ser, y así poder enfrentar los desafíos de su profesión en el contexto actual. En consecuencia, se plantea el problema en la búsqueda de la expansión del intelecto para la Formación integral del estudiante de arquitectura y se vislumbra un camino en la implementación del BIM desde el pensamiento reflexivo.

De esta manera, se cree que si la educación del arquitecto se dirige al desarrollo de Pensamiento Reflexivo desde su naturaleza *abstracta*, conceptual o teórica y puede coordinarse con su naturaleza *práctica*, instrumental o metodológica en la implementación del Building Information Modeling (BIM) podría apoyar su Formación Integral para aportar como actor valioso a la sociedad. De este planteamiento surge la pregunta sobre cómo la implementación del BIM se puede articular con el Pensamiento Reflexivo para incidir en la Formación Integral de los estudiantes de arquitectura; esta aproximación se propone desde el pensamiento reflexivo de John Dewey que fundamente el BIM para el desarrollo de pensamiento hipotético, con propósitos,

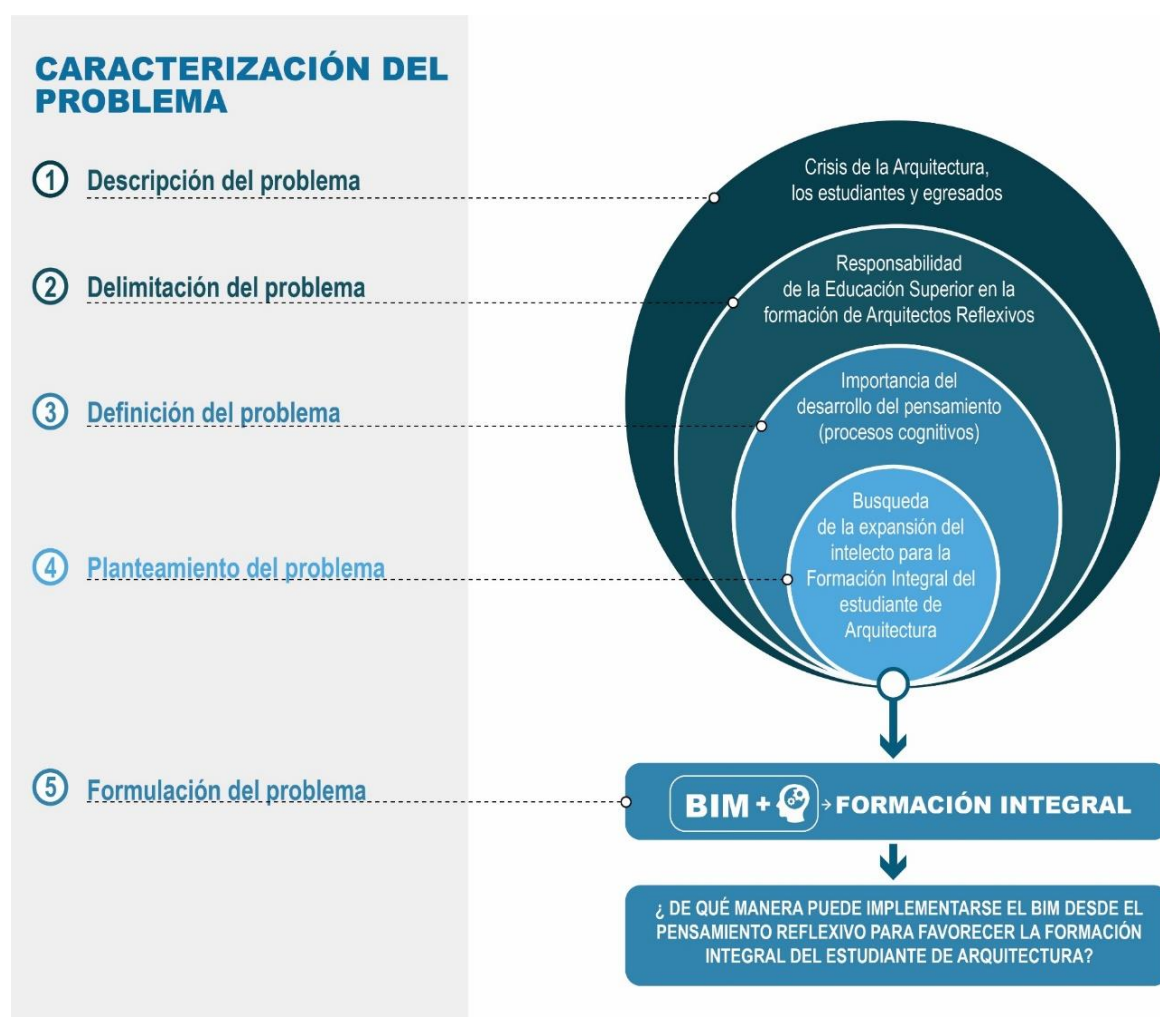
investigativo, consecuencial hacia la conquista de la capacidad de discernimiento y elección ética como dimensión inherente del profesional arquitecto.

Formulación del Problema

¿De qué manera puede implementarse el BIM desde el Pensamiento Reflexivo para favorecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura?

Figura 6

Caracterización del Problema

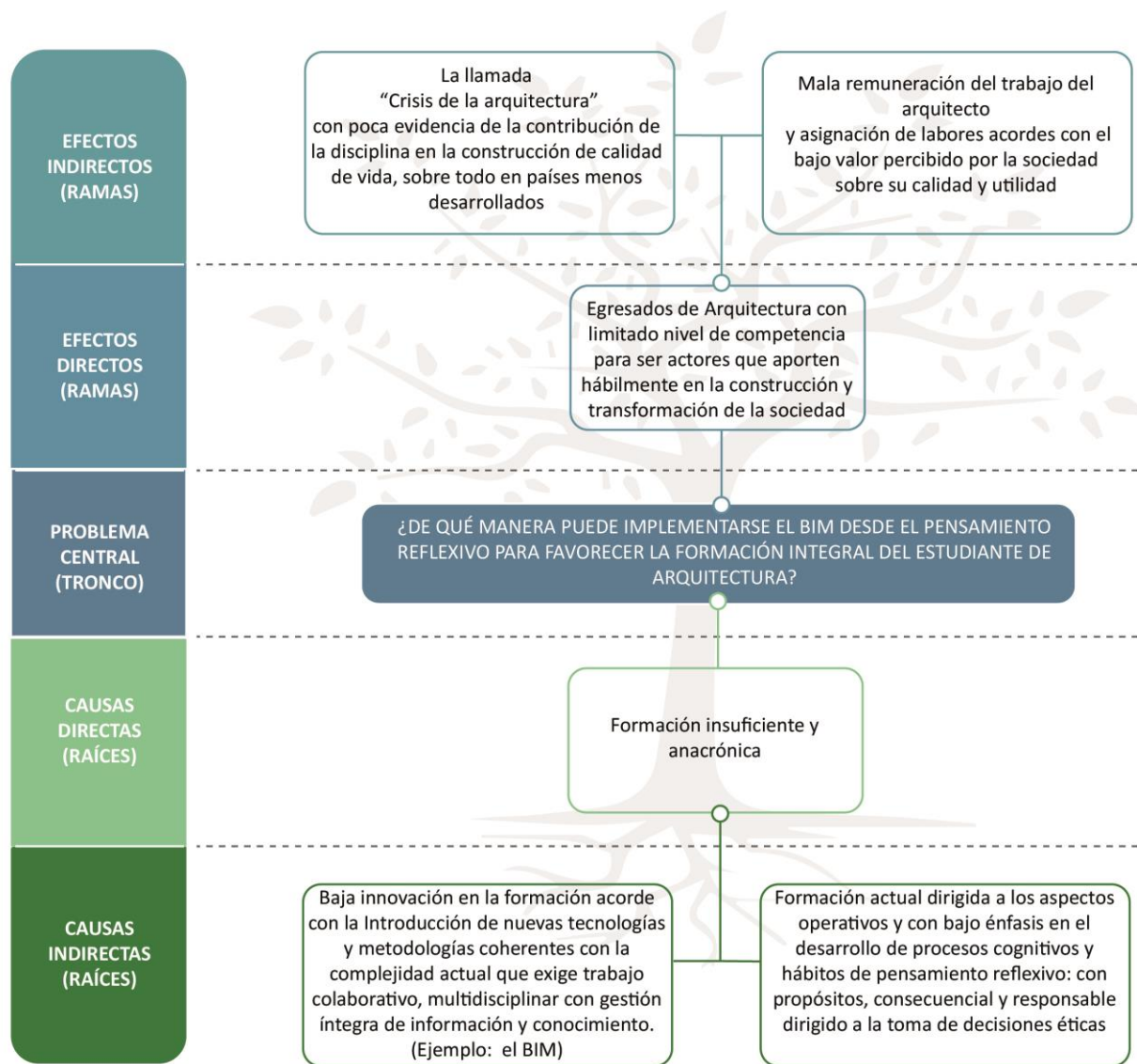


Fuente: Elaboración propia

Árbol de Problemas

Figura 7

Árbol de Problemas Formación Integral del Estudiante de Arquitectura.



Fuente: Elaboración propia a partir del esquema de Árbol de Problema (Departamento Nacional de Planeación - DNP y Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS, 2017)

Objetivos

Objetivo General

Analizar cómo puede implementarse el BIM desde el Pensamiento Reflexivo para favorecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura.

Objetivos específicos

- Identificar cualidades y/o competencias determinantes para la Formación Integral del arquitecto del siglo XXI.
- Comprender el concepto BIM y su implementación en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura para observar su potencial como instrumento del Pensamiento Reflexivo, más allá del software o herramienta tecnológica.
- Distinguir el proceso intelectual del Pensamiento Reflexivo para inferir los fundamentos sobre los que se puede cimentar la implementación de la innovación tecnológica en la formación del estudiante de arquitectura.
- Plantear una propuesta de articulación de la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo para los programas de pregrado de Arquitectura, que identifique relaciones BIM – Pensamiento Reflexivo-Formación integral y prácticas significativas de posgrado que se pueden desarrollar desde el pregrado.

Así, como muestra la Figura 8 a partir de la formulación del problema en la pregunta de investigación se derivan el objetivo general, las preguntas orientadoras, cada objetivo específico y las categorías que conformarán la estructura principal de apartados de la tesis:

Figura 8***Derivación de objetivos y categorías desde las preguntas de Investigación***

FORMULACIÓN	OBJETIVO GENERAL	PREGUNTAS ORIENTADORAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS
¿De qué manera puede implementarse el BIM desde el Pensamiento Reflexivo para favorecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura?	Analizar cómo puede implementarse el BIM desde el Pensamiento Reflexivo para favorecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura	¿Qué significa formar integralmente un arquitecto?	Identificar cualidades y/o competencias determinantes para la Formación Integral del arquitecto del siglo XXI.	Formación Integral
		¿Qué papel puede desempeñar la implementación del BIM en la enseñanza- aprendizaje de la Arquitectura?	Comprender el concepto BIM y su implementación en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura para observar su potencial como instrumento del Pensamiento Reflexivo, más allá del software o herramienta tecnológica.	BIM
		¿Cómo se puede fundamentar la innovación tecnológica desde la innovación educativa para optimizar su función y trascenderla hacia el incremento de la responsabilidad social del estudiante de Arquitectura?	Distinguir el proceso intelectual del Pensamiento Reflexivo para inferir los fundamentos sobre los que se puede cimentar la implementación de la innovación tecnológica en la formación del estudiante de arquitectura.	Pensamiento Reflexivo
		¿Cómo visibilizar las conexiones de proceso y producto de pensamiento en el proceso y producto de la implementación del BIM para comprobar inferencias en el pensamiento y verificación en la acción?	Plantear una propuesta de articulación de la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo para los programas de pregrado de Arquitectura, que identifique relaciones BIM – Pensamiento Reflexivo-Formación integral y prácticas significativas de posgrado que se pueden desarrollar desde el pregrado.	Relación de las categorías

Fuente: Elaboración propia

Justificación del Problema y de la Investigación

A nivel de la Educación general en Latinoamérica, el reporte de McKinsey&Company *Drivers of Student Performance: Latin America Insight* muestra que en todos los países latinoamericanos incluido Colombia los niveles de desempeño en las pruebas de competencias PISA están por debajo del promedio de la OCDE (Chaia et al., 2017), como lo muestra la **¡Error!**

No se encuentra el origen de la referencia. del reporte McKinsey&Company:

Figura 9

Las Puntuaciones de PISA en América Latina Están por Debajo del Promedio de la OCDE en Todos los Países.

LAS PUNTUACIONES DE PISA EN AMERICA LATINA ESTÁN POR DEBAJO DEL PROMEDIO DE LA OCDE DE TODOS LOS PAISES.

Science 2015			Reading 2015			Math 2015		
Rank	Country	Mean	Rank	Country	Mean	Rank	Country	Mean
1	Singapore	556	1	Singapore	535	1	Singapore	564
2	Japan	538	2	Hong Kong (China)	527	2	Hong Kong (China)	548
3	Estonia	534	3	Canada	527	3	Macao (China)	544
4	Chinese Taipei	532	4	Finland	526	4	Chinese Taipei	542
5	Finland	531	5	Ireland	521	5	Japan	532
OECD		493	OECD		493	OECD		490
43	Chile	447	41	Chile	459	41	Chile	423
47	Uruguay	435	45	Uruguay	437	45	Uruguay	418
	Argentina	432	51	Costa Rica	427	53	Trinidad y tobago	417
53	Trinidad y tobago	425	52	Trinidad y tobago	427		Argentina	409
56	Costa Rica	420	55	Colombia	425	56	Mexico	408
57	Colombia	416		Argentina	425	59	Costa Rica	400
58	Mexico	316	55	Mexico	323	61	Colombia	390
63	Brasil	401	59	Brasil	407	62	Peru	387
64	Peru	397	63	Peru	377	65	Brasil	377
66	Tunisia	386	66	Dominican Republic	358	66	FYROM	371
67	FYROM	384	67	FYROM		67	Tunisia	367
68	Kosova	378	68	Algeria	350	68	Kosova	362
69	Algeria	376	69	Kosovo	347	69	Algeria	360
70	Dominican Republic	332	70	Lebanon	347	70	Dominican Republic	328

Fuente: Reporte McKinsey&Company (2017, p. 17) [Redibujo autor].

Estos bajos resultados se arrastran desde la Educación Básica y Media hasta la Educación Superior como se observa también en los Reportes de resultados de las pruebas SABER PRO y ante lo cual se evidencia la necesidad del desarrollo de pensamiento reflexivo como se expresa en el libro: *Tras la huella-pasión y conocimiento-*:

Desafortunadamente el desarrollo de pensamiento conceptual que posibilita al estudiante analizar, sintetizar, comparar, abstraer, generalizar, concretar, comprender y asimilar los

nexos y las relaciones entre las cosas, es un objetivo que por mucho tiempo se ha encontrado ausente de los currículos, de los programas y de la actividad pedagógica en general de nuestras escuelas. (SastreCifuentes & Fernández Ortega, 2004, p. 27)

Sin embargo, en el mismo libro Asceneth Sastre Cifuentes y Jairo Alejandro Fernández Ortega no toman la deficiente formación de los niveles inferiores como excusa, sino que le encargan a la Educación Superior el papel de realizar esta *ortopedia* intelectual, así los programas que forman profesionales deben asumir su misión de cumplir con los perfiles de egreso requeridos teniendo como base el desarrollo de pensamiento de sus estudiantes: “La universidad debe asumir esta “ortopedia” intelectual y reorientar sus programas curriculares bajo una metodología investigativa que desarrolle y potencie el pensamiento conceptual” (2004, p. 28)

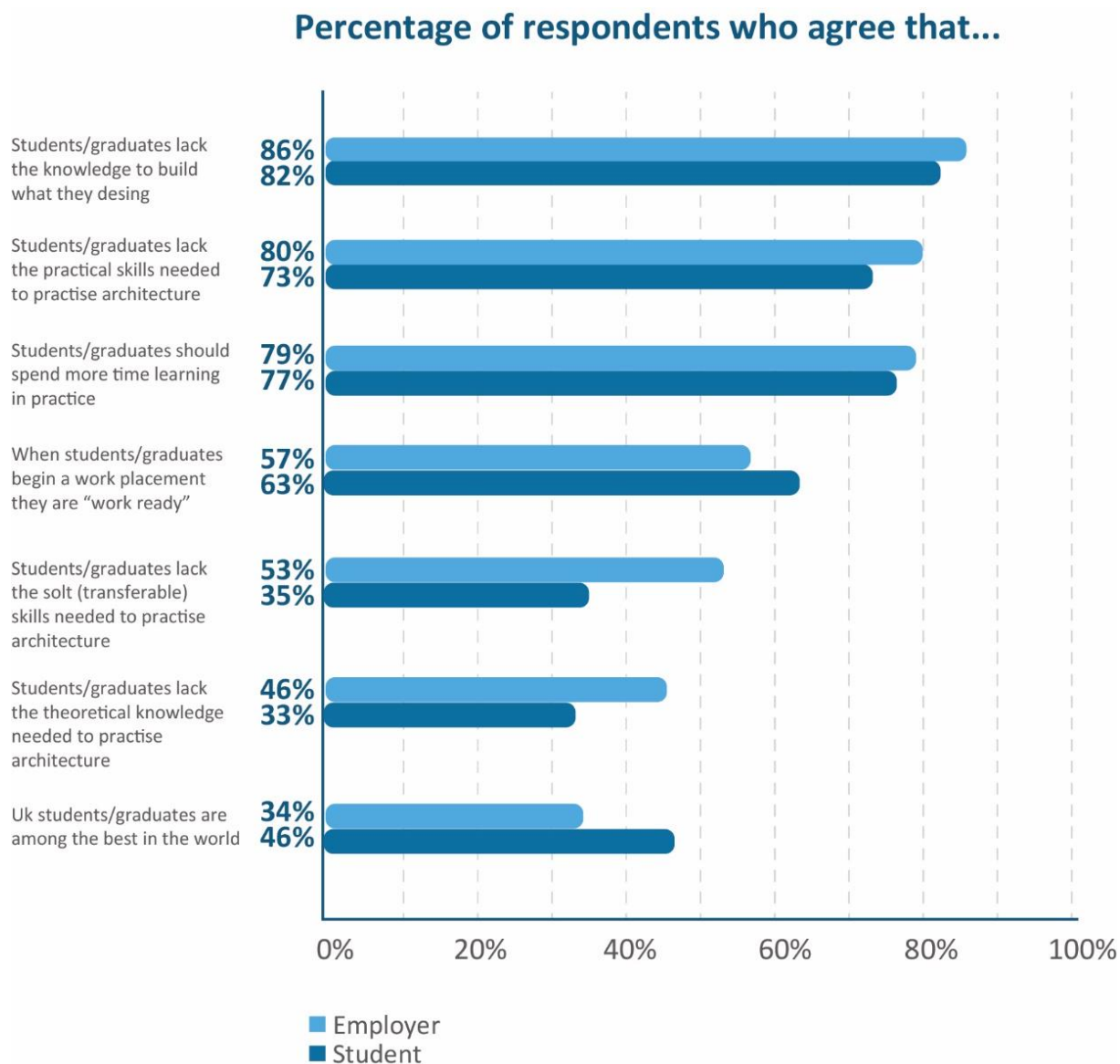
En la caracterización del problema de éste trabajo doctoral, se describen hechos, causas y consecuencias de la crisis de la Arquitectura y específicamente de la formación de arquitectos, reportes y datos corroboran esta situación como los resultados de la encuesta realizada por el *Royal Institute of British Architects* presentada en el informe *RIBA Appointments Skills Survey Report 2014* (RIBA, 2015) donde un total de 149 empleadores y 580 estudiantes de arquitectura o recién graduados del Reino Unido respondieron la encuesta y se encontró que un 86% de los empleadores y un 82% de los estudiantes o graduados afirma que los estudiantes/graduados carecen de los conocimientos necesarios para construir lo que diseñan, también el 80% de los empleadores y el 73% de los estudiantes o graduados reconocen que los estudiantes/graduados carecen de las habilidades prácticas necesarias para ejercer la arquitectura, así mismo más de la mitad de los

entrevistados asiente que los recién egresados cuando empiezan su actividad laboral no están “listos para trabajar” . Esto se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Se evidencia así que la formación de los estudiantes de Arquitectura debe ser estudiada y renovada con propuestas que se dirijan al desarrollo de pensamiento y además tengan en cuenta los avances tecnológicos y el énfasis en la generación de las competencias requeridas en el siglo XXI para compaginarlas con las nuevas formas de enseñar, aprender y ejercer las profesiones dentro de un marco que privilegie la persona humana y reconozca la ética como una dimensión inherente al ser que es necesario fortalecer y conquistar.

Figura 10

Reporte RIBA: Porcentaje de Encuestados que Están De Acuerdo en que...

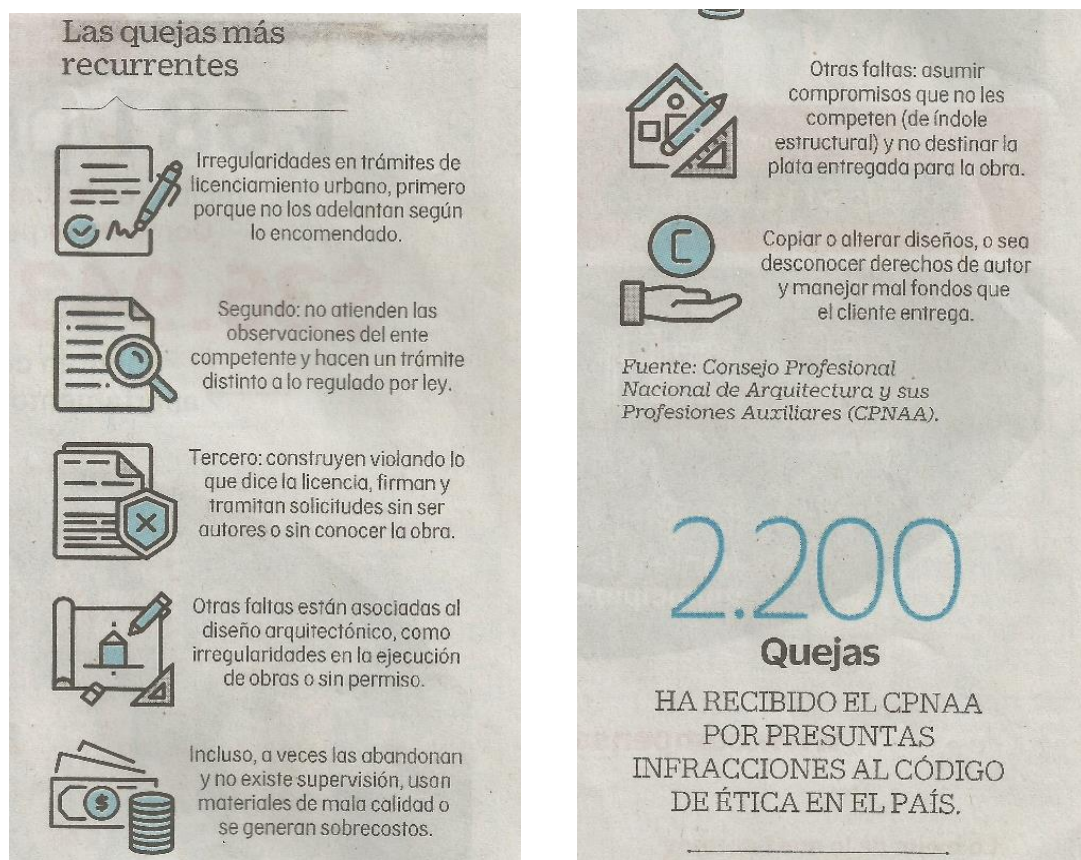


Fuente: RIBA Appointments Skills Survey Report 2014 (RIBA, 2015, p. 9). [Redibujo autor].

Así en relación a la Formación Integral del arquitecto es necesario enfatizar en la dimensión ética, lo cual exigirá una reflexión más profunda en este trabajo, pero para evidenciar su carencia desde el aspecto solamente operativo y laboral se muestra en la Figura 11 parte del artículo del Consejo profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares (CPNAA) publicado en el periódico El Tiempo en agosto de 2019 el cual presenta la problemática de las infracciones al código de ética:

Figura 11

Las Quejas más Recurrentes al CPNAA por Presuntas Infracciones al Código de Ética del País.



Fuente: Periódico El Tiempo (Flórez G, 2019, p. 5.1)

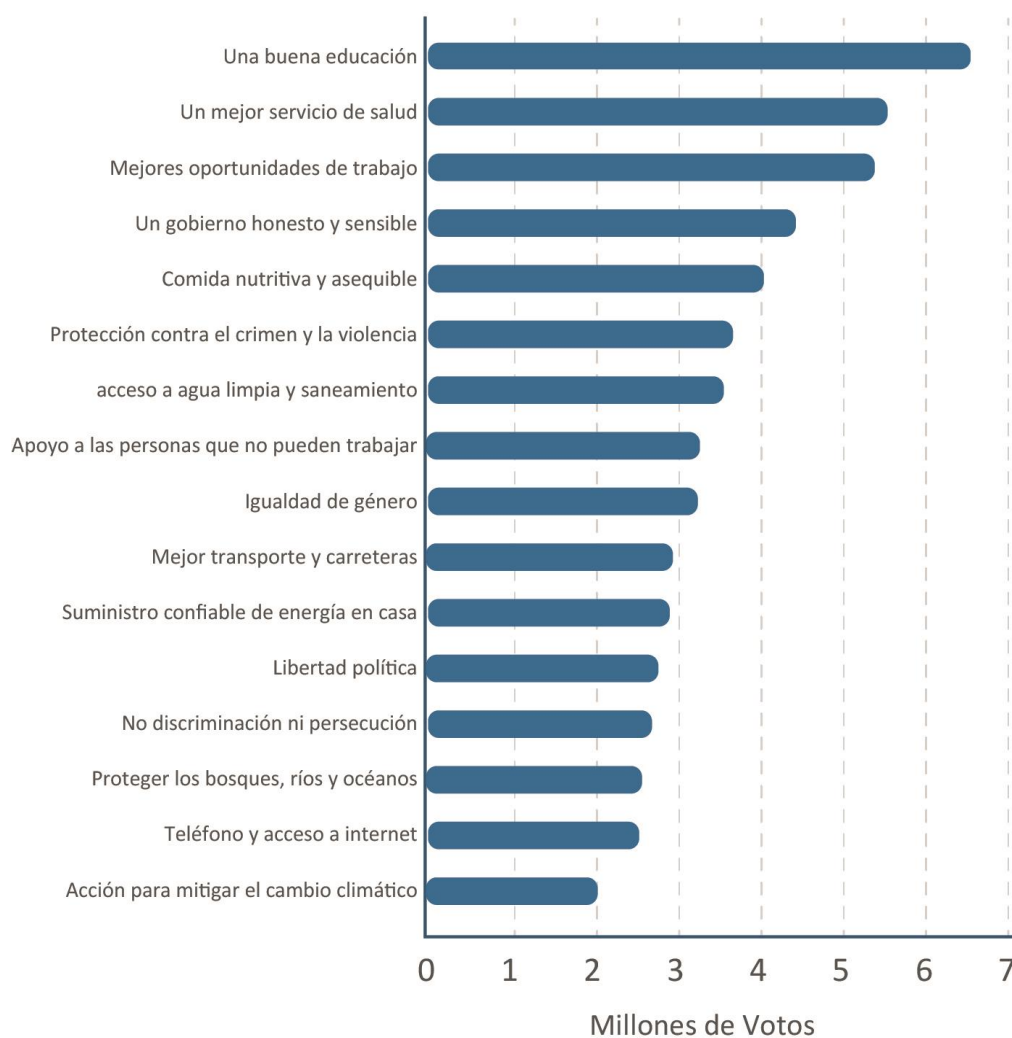
Se manifiesta así la necesidad de investigar sobre la posibilidad de entregar a la sociedad profesionales que desarrollen su pensamiento para que se conviertan en actores valiosos en la transformación positiva de los problemas del entorno. La revisión de antecedentes también evidenció que el problema en la educación de arquitectos no es exclusivo de Colombia, datos estadísticos muestran la situación en diversas partes del mundo, esto afianza la pertinencia del proyecto de investigación para que pueda tener un impacto y aporte a nivel nacional e internacional.

Esta investigación doctoral se enmarca dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y específicamente en el ODS 4 que según la encuesta de priorización de ODS My World ONU 2015 que se aplicó a nueve (9) millones y medio de participantes la prelación con mayor votación a nivel global y a nivel nacional fue: *una buena educación* como se puede observar en la **¡Error!**
No se encuentra el origen de la referencia..

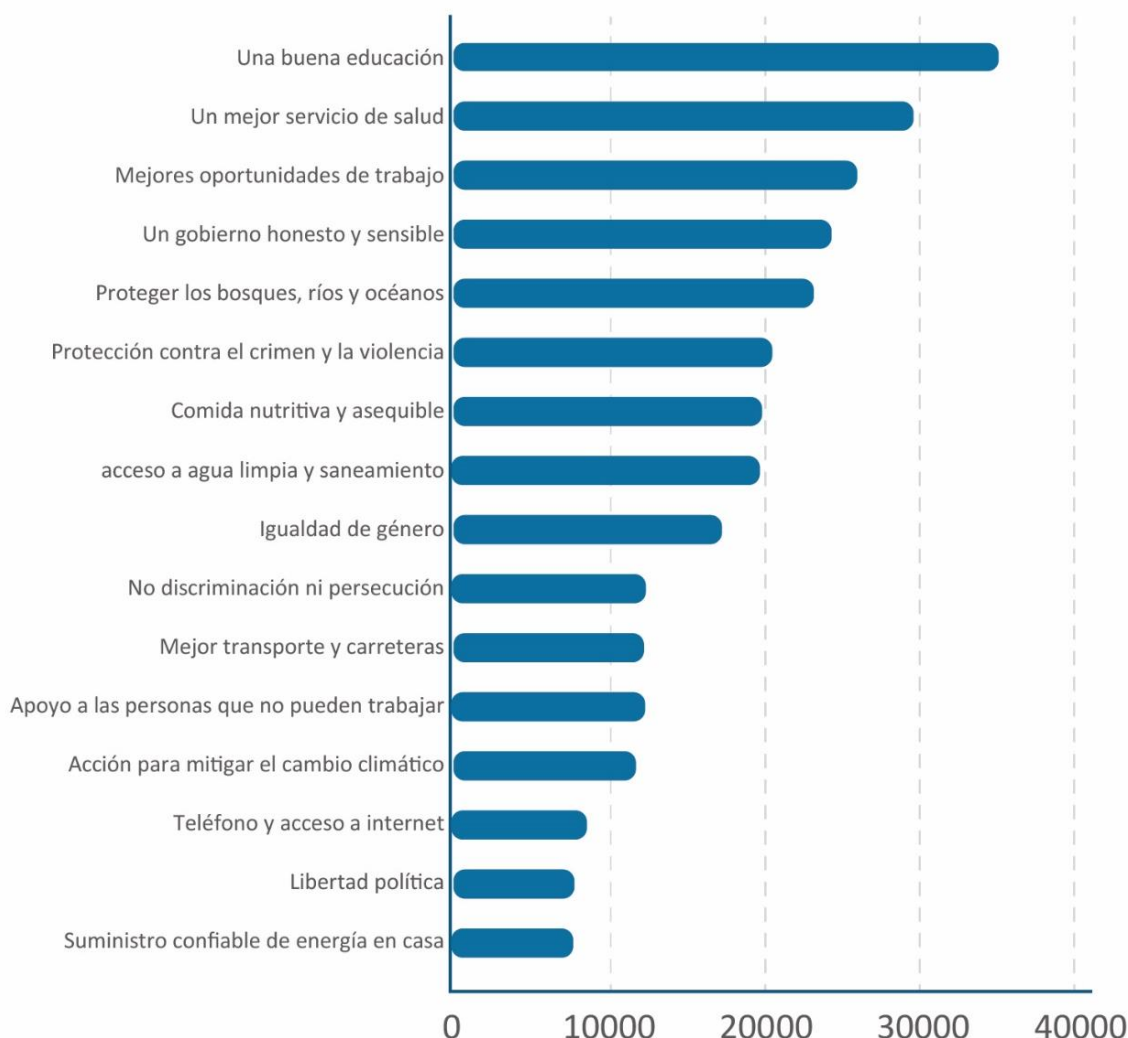
Figura 12

Resultados Encuesta MyWorld 2015

Encuesta de prioridades MyWorld 2015 (datos globales)



Encuesta de prioridades MyWorld 2015 (Colombia)



Fuente: Documento de trabajo Colciencias (Chavarro et al., 2017, p. 12). . [Redibujo autor].

En el documento *Objetivos de Desarrollo Sostenible, Colombia Herramientas de aproximación al contexto local del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD* (Sanz et al., 2016) se recalca que si se quiere mejorar la calidad de la educación se debe elevar la pertinencia de los contenidos y garantizar “una educación más integral, entendiendo que más que a adquirir informaciones, a la escuela se va a garantizar desarrollos cognitivos, valorativos y prácticos” pues tenemos una red casi ilimitada de informaciones y es importante entonces que en

las instituciones educativas “se desarrolle el pensamiento crítico, analítico e interpretativo; y se contribuya a interpretar, emprender y convivir.” (2016, p. 108).

En la misma línea de la premisa anterior el *Informe de seguimiento de la Educación en el mundo* de la UNESCO-GEM considera que “el desarrollo sostenible después de 2015 comienza por la Educación” y reitera “el logro del desarrollo sostenible para todos los países solo es verdaderamente posible por medio de esfuerzos intersectoriales amplios que comiencen por la educación” (UNESCO, s. f.), así la Educación no se ve de manera aislada para alcanzar cada vez puntajes más altos sino como un medio para impulsar el desarrollo sostenible, si se forman *Arquitectos Reflexivos*, ellos podrán comprender la importancia y responsabilidad con el contexto, generar conocimiento al servicio de la humanidad, trabajar con otros y para los otros, tomar decisiones éticas y como consecuencia podrán recuperar poco a poco su lugar en la sociedad, mejorar su autoestima y competencia laboral para aportar en diferentes roles donde se requiere su presencia.

Pero hoy es necesario buscar los instrumentos que permitan enfrentar los grandes retos del mundo, hay que reconocer la importancia de la sistematización y la digitalización como impulsores de la transformación, vemos como el sector de la construcción ya reclama estos procesos dentro de los contratos públicos, así se nombra por ejemplo el BIM fórum Colombia (Camacol, 2019), como “la plataforma de articulación de actores y gestión del conocimiento, en torno a la digitalización del sector de la construcción, para el incremento de la productividad en las empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia”, también BIM fórum Colombia hace parte de BIM fórum de Latinoamérica. También es un ejemplo de este requerimiento el *Libro blanco sobre la definición estratégica de implementación del BIM en la Generalitat de Catalunya*,

(Bermejo Nualart et al., 2019) que en su motivación describe que hoy se exige una manera de trabajo más colaborativa e involucrar a los actores relacionados con el hecho proyectual y constructivo para que participen desde etapas tempranas “creando entornos de confianza y alineando los objetivos de todos ellos”. “Por otra parte, la digitalización de la construcción es una asignatura pendiente, y ahora se dispone de tecnología que facilita la implementación”. (2019, p. 10)

Las TIC ofrecen grandes oportunidades para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), porque permiten una aceleración y un escalamiento sin precedentes de las iniciativas de desarrollo social; reducen los costes de expansión de forma significativa, y, sobre todo, abren nuevas vías para la innovación, la participación y la eficiencia. Además, cuando los avances tecnológicos se combinan con la educación digital y con unas políticas públicas orientadas a reducir la brecha digital, se generan las condiciones favorables a una rápida aparición de nuevos modos de afrontar los retos sociales de nuestras sociedades. (Buckland et al., 2018, p. 127)

Entonces se encuentra que el BIM enfocado desde el pensamiento reflexivo puede ser un camino, un instrumento *práctico* (BIM) que articulado al conocimiento *abstracto*, fundamental y fundamentado del Pensamiento Reflexivo implique una búsqueda más allá de técnicas, pasos, metodologías, estrategias, modelos -tecnológicos o pedagógicos- es poner en el centro a la persona y su dignidad, dirigir los procesos hacia conclusiones y finalidades que transformen los problemas sociales, que lleven a los estudiantes a experiencias reales que fomenten el reconocimiento de la ética como dimensión inherente a su *ser* que dirija su *saber* y *hacer* hacia el *servir*.

Estamos convencidos de que puede promoverse, simultáneamente, el entrenamiento sistemático en un procedimiento, y el conocimiento estratégico sobre el mismo procedimiento, a través de una metodología de enseñanza fundamentada en la reflexión y análisis metacognitivos.

Esa es la única vía (alta) para, como dice García (1994), educar a los alumnos en la “polivalencia” y prepararles para sobrevivir en un mundo marcado por cambios tecnológicos acelerados. Una nueva civilización de la información y el conocimiento en la que las áreas de dominio se irán incrementando y complejizando y donde, como la investigación que hemos revisado señala, la adquisición de un conocimiento estratégico, asociado a otros conocimientos de índole más disciplinar, será la única garantía para lograr que el aprendizaje no llegue nunca a detenerse. (Monereo, 2001)

En el aspecto metodológico la tesis aporta al trabajar desde el enfoque pragmatista fundamento epistemológico del Pensamiento Reflexivo, pretende en sí misma ser un experimento de su creencia y parafraseando a Dewey consistirá en darle vueltas al objeto de estudio en la cabeza “y tomárselo en serio con todas sus consecuencias.” (Dewey, 1989, p. 19), sus objetivos tienen que cumplir fases de percepción, relación y proposición, también se entiende que se construye con muchos puntos de vista y que para validar el conocimiento es necesario trabajar con otros.

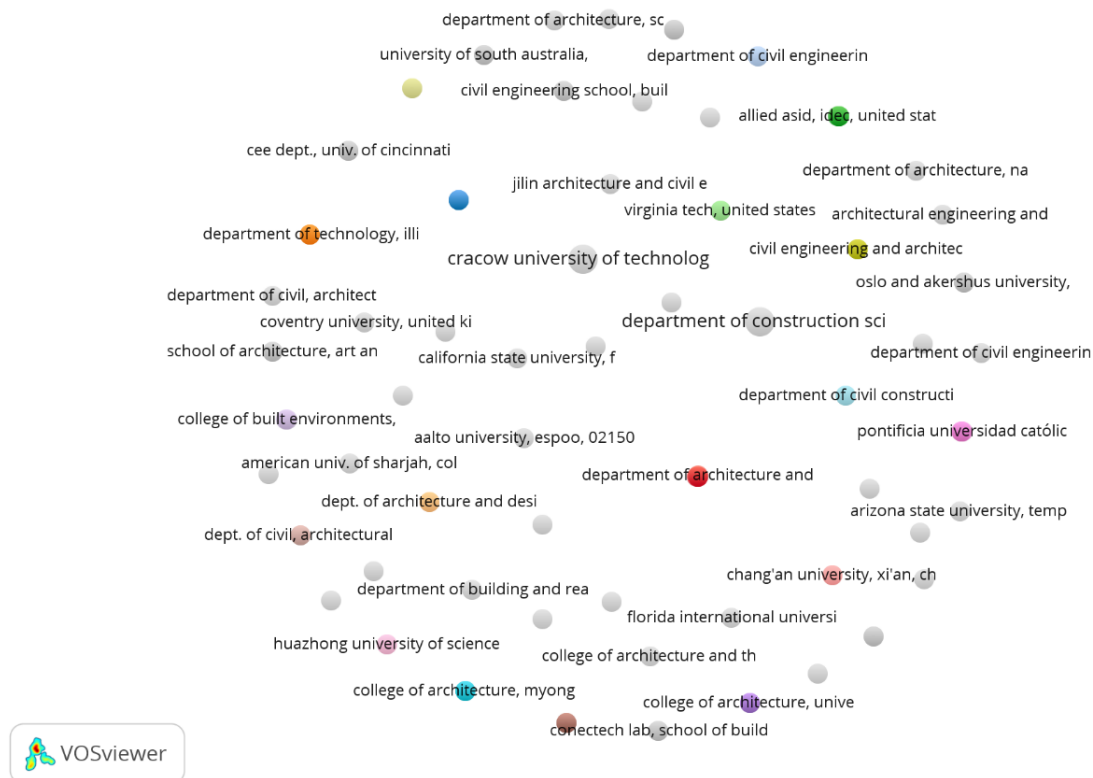
Entonces, el trabajo colaborativo es un factor básico del BIM, del Pensamiento Reflexivo y de la lógica científica, así se espera al finalizar este trabajo poder entablar redes de relación con quienes investigan sobre la misma cuestión, pues el análisis del estado del arte por medio del

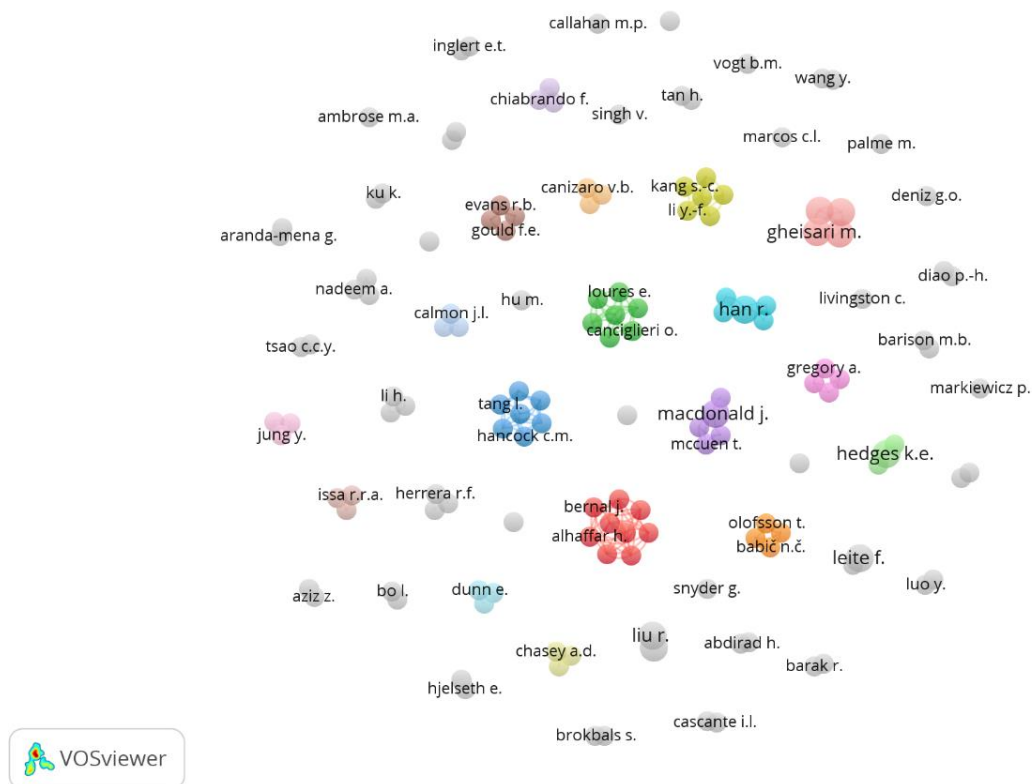
programa *Vosviewer* que buscó la relación de 144 autores y 99 Instituciones que trabajan el tema, también evidenció como se observa en la

Figura 13, que los arquitectos no están acostumbrados a trabajar de manera colaborativa, competencia requerida por el contexto para los profesionales del siglo XXI. Esta integración apoyaría desde la investigación para resolver de manera eficaz los problemas planteados.

Figura 13

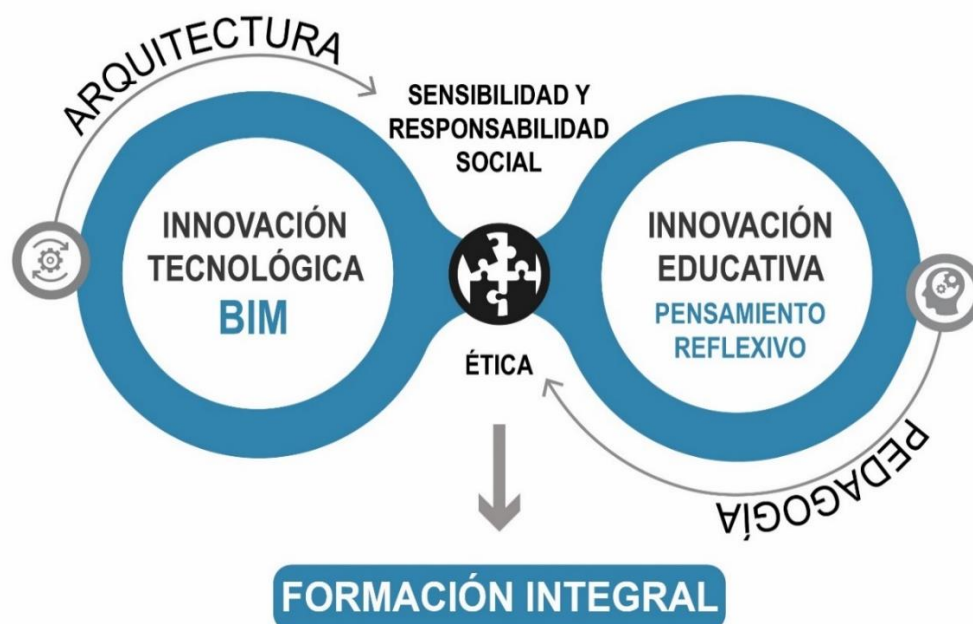
Cooperación entre Instituciones y Relación entre Investigadores en el Tema: BIM-Teaching-Architecture.





Fuente: Gráficas derivadas por el autor del programa de análisis *VOSviewer*

Esta tesis pretende retomar una mirada esperanzadora en la integración entre la innovación tecnológica: BIM y la innovación educativa: Pensamiento Reflexivo, resaltar la importancia de la enseñanza y gran posibilidad de aprendizaje desde la comprensión del hecho proyectual basado en la práctica reflexiva hacia la Formación Integral del estudiante de Arquitectura y así también recuperar en alguna medida el aporte real de la profesión a la sociedad.

Figura 14***Esquema Síntesis de la Justificación desde el Propósito***

Revalorización del papel del arquitecto en la sociedad desde la búsqueda de procesos de enseñanza-aprendizaje acordes con el contexto y necesidades actuales y futuras dirigidos a la Formación Integral del estudiante de arquitectura

Fuente: Elaboración propia

Así desde el propósito se justifica esta investigación en la relación de la Arquitectura con la Pedagogía, la Arquitectura con la Innovación tecnológica (BIM) y la Pedagogía con la Innovación Educativa (Pensamiento Reflexivo), entonces se pretende articular y enriquecer la disciplina de la Arquitectura con los aportes de la Educación para que tras la búsqueda de esa relación se puedan vislumbrar sendas que lleven a la búsqueda de la formación de arquitectos con más sensibilidad y responsabilidad social y dirigidos a la comprensión y operación de la dimensión ética como fin de la Formación Integral.

Capítulo 2

Estado de la Cuestión

El estado de la cuestión parte de la revisión de fuentes a nivel internacional y nacional que evidencian y reconocen de manera general el problema formulado y relacionado específicamente con la formación de los estudiantes de Arquitectura, Se analiza también de manera categorial la búsqueda sobre el BIM, el Pensamiento Reflexivo y la Formación Integral en relación con la enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura.

Como antecedente se aclara que esta propuesta de tesis doctoral se fundamenta también desde la tesis de Maestría en Pedagogía que culminé en la Universidad de La Sabana en 2016 la cual se denomina *La Investigación Formativa en el desarrollo del pensamiento hacia la educación del Arquitecto reflexivo*. Así, en lo concerniente a éste apartado del estado de la cuestión se toman desde allí tres referentes fundamentales de grupos y proyectos enfocados en la enseñanza de la Arquitectura como son: a nivel internacional , la asociación más importante de acreditación internacional: *El Real Instituto de Arquitectos Británicos (RIBA)* y el proyecto *Tuning*, a nivel latinoamericano el proyecto Alfa Tuning América Latina y a nivel nacional, *la Asociación Colombiana de Facultades de Arquitectura (ACFA)*, y el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares (CPNAA), en concordancia se transcriben a continuación los primeros párrafos del capítulo de antecedentes de la tesis de Maestría de Rodríguez-Ibarra, C.I. (2016) que enfatizan sobre la necesidad de formación de un arquitecto que pueda aportar a la sociedad desde los requerimientos actuales y futuros:

A nivel internacional, se presenta el *Real Instituto de Arquitectos Británicos* en inglés *Royal Institute of British Architects* conocido por su sigla *RIBA*, fundado en el año 1834⁴, el RIBA realiza informes anuales sobre investigación del estado de la profesión y otorga una revalidación a programas de arquitectura de las universidades de todo el mundo. En sus últimos informes se ha mostrado la crisis de la arquitectura a nivel mundial, como se expresa en el *RIBA Appointments Skills Survey Report 2014* (RIBA, 2015) donde se afirma que la formación proporcionada a arquitectos por las universidades del Reino Unido es insuficiente, se describe la necesidad de articular la teoría y la práctica, lo que concuerda con la propuesta paradigmática del “practicum reflexivo” de Donald Schön. Sin la práctica reflexiva no se están preparando los arquitectos para enfrentar su labor en el mundo real. En el informe mencionado, Adrian Dobson, director de práctica de la RIBA enuncia la importancia del desarrollo de habilidades prácticas en el proceso de educación y Yarema Ronisch, director en Richard Morton Architects y asesor de RIBA plantea:

“I can think of no other profession where new graduates must wait a decade or more to be given significant responsibility because they have not acquired basic skills in university”
(RIBA, 2015, pp. 24-25)

4 “The Royal Institute of British Architects is a global professional membership body driving excellence in architecture. We serve our members and society in order to deliver better buildings and places, stronger communities and a sustainable environment. Being inclusive, ethical, environmentally aware and collaborative underpins all that we do. We are a signatory to the United Nations Global Compact (UNGC)”. {El Royal Institute of British Architects es un organismo profesional global de membresía que impulsa la excelencia en arquitectura. Servimos a nuestros miembros y a la sociedad para ofrecer mejores edificios y lugares, comunidades más fuertes y un medio ambiente sostenible. Ser inclusivo, ético, ambientalmente consciente y colaborativo respalda todo lo que hacemos. Somos signatarios del Pacto Mundial de las Naciones Unidas}. (UNGC). (THE ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS RIBA, s. f.)

[No puedo pensar en ninguna otra profesión donde los nuevos graduados deban esperar una década o más para recibir responsabilidad significativa en sus trabajos porque no han adquirido las habilidades básicas en la universidad] (RIBA, 2015, pp.24-25).

Un antecedente importante a nivel de Educación Superior en Europa y Latinoamérica es el proyecto *Tuning*, Proyecto que como describe el EEES Espacio Europeo Educación Superior “se propuso determinar puntos de referencia para las competencias genéricas y las específicas de cada disciplina.” Dentro de los resultados del Proyecto *Tuning* también se delimitaron las competencias “como puntos de referencia para la elaboración y evaluación de los planes de estudio”, pero aclara que “no pretendieron ser moldes rígidos, permitiendo así dotar a los planes de estudio de flexibilidad y autonomía, pero, al mismo tiempo, introduciendo un lenguaje común para describir los objetivos de los mismos”. El proyecto también especifica que “Las competencias describen los resultados del aprendizaje: lo que un estudiante sabe o puede demostrar una vez completado un proceso de aprendizaje”, (EEES Espacio Europeo Educación Superior, s. f.), esto en concordancia con lo especificado por el decreto 1330 de 2019 del Ministerio de Educación Nacional que entró en vigencia a partir del 25 de julio de 2019 donde se lee:

Que teniendo en cuenta que el Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior actualmente se centra en la evaluación de capacidades y procesos de las instituciones y de los programas, se hace necesario fortalecerlo e integrar los resultados académicos que incorporan los resultados de aprendizaje de los estudiantes y de los avances de las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión de las instituciones, de tal forma que evidencie la integralidad, diversidad y compromiso con la

calidad.” (DECRETO 1330 DE 2019, 2019)

El proyecto Alfa Tuning América Latina: Innovación educativa y social (2011-2013), (Alfa Tuning América Latina, s. f.), reunió a 16 universidades para el estudio de estas competencias generales y específicas del arquitecto. Adicionalmente la búsqueda de información permitió encontrar un documento de la red ENHSA- European Network of Heads of Schools of Architecture que realizó una investigación basada en las competencias del arquitecto definidas en el proyecto Tuning en Europa: *Towards a Competences-Based Architectural Education: Tuning Architectural Education Structures in Europe* (ENHSA-European Network of Heads of Schools of Architecture, 2007), donde además de las *competencias genéricas y competencias específicas sobre la profesión*, detalla las *competencias específicas en materia de investigación arquitectónica*, precisa 20 competencias genéricas, 23 específicas de la profesión y 18 específicas en materia de investigación arquitectónica.

A nivel nacional, la necesidad de evaluar la formación actual de los arquitectos fue tema de discusión en el marco del Encuentro Nacional de Facultades de Arquitectura dentro del cual se desarrolló el Seminario Internacional: *Los Rostros del Arquitecto- Las diversas formas de ejercer la profesión*, del 19 al 21 de marzo de 2014 organizado por la Asociación Colombiana de Facultades de Arquitectura (ACFA); allí se evidenció la necesidad de formarse no solamente para resolver problemas sino además para buscar los problemas que requieren hoy la asistencia del arquitecto, también se discutió sobre las dificultades laborales y las implicaciones que pueden traer los tratados de libre comercio a los arquitectos en Colombia, así como sobre la necesaria condición

de preparar a los profesionales para ejercer muchos otros roles diferentes a la dedicación exclusiva al diseño. (Asociación Colombiana de Facultades de Arquitectura ACFA, 2014)

En la tesis de Maestría enunciada, se inició el estudio del Pensamiento Reflexivo, el Arquitecto reflexivo y la Formación en Investigación, se identificaron competencias investigativas en arquitectura y se abrió el camino para lo que pretende desarrollarse en la tesis doctoral: el estudio de la implementación del BIM articulado con el Pensamiento Reflexivo hacia la Formación Integral del estudiante de Arquitectura.

En el rastreo general desde el Web of Science apoyado en la plataforma digital *Tree of Science* se obtiene que el libro raíz para la búsqueda de documentos relacionados con la enseñanza de la arquitectura es el libro *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones* de Donald Schön (1992) el cual es fruto de una rigurosa investigación de diez años en los talleres de arquitectura del Massachusetts Institute of Technology-MIT. El autor lleva a observar la enseñanza de la arquitectura en los talleres como espacios de reflexión en la acción y donde se puede abordar el diseño arquitectónico desde la investigación en un continuo hacer-conocer-conocer-hacer, experimentar-pensar-pensar-experimentar, ciclos cortos de interacción entre producción y análisis, entonces, se puede ver la formación de arquitectos bajo una mirada optimista de aspectos positivos, y la Arquitectura como una disciplina de inmensos aportes a rescatar y reconquistar que nos llevarán a pensar en el perfil del arquitecto como un profesional reflexivo fundamentado en el desarrollo de la inteligencia como ese “saber leer” o “saber decidir” -del latín *Intelligentia* derivado de *intelligere*- como cualidad antes que como habilidad que le permita recuperar su papel como actor valioso en la

transformación y desarrollo de la Sociedad. Por su importancia en el tema de la enseñanza de la arquitectura, este libro de Donald Schön, será parte fundamental del marco teórico de esta tesis doctoral.

Sobre la relación del aprendizaje basado en proyectos y la mejora de competencias transversales se referencia la *Conference proceedings* titulada: *La investigación formativa como metodología de aprendizaje en la mejora de competencias transversales* (Rubio Hurtado et al., 2015), la cual describe cómo en una asignatura del grado de Pedagogía de la Universidad de Barcelona se aplicó una metodología de Aprendizaje Orientada a Proyectos (AOP) y un portafolio digital, como estrategias pedagógicas: “Los resultados, desde la perspectiva del alumnado participante, destacan especialmente el desarrollo de dos competencias básicas como son el trabajo colaborativo y la capacidad de reflexión.” (2015, p. 177). Es interesante también revisar en este artículo el instrumento diseñado para dar cumplimiento a los objetivos planteados: “un instrumento de medida basado en ítems escalares con cinco dimensiones”.

Sobre la enseñanza de la Arquitectura en el contexto nacional se referencia la investigación de ACFA y el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares (CPNAA) *Enseñanza de la Arquitectura en Colombia: Estado actual* (Saldarriaga Roa, 2011), que delimita perfiles y competencias del arquitecto y da recomendaciones sobre las mismas. ACFA también aporta otro libro resultado de sus investigaciones que se titula: *Estudio internacional de programas de arquitectura. Conclusiones y Recomendaciones* (Martinez et al., 2012), que se enfocó en la revisión e inventario de programas

académicos que ofrecen las distintas universidades a nivel internacional para luego presentar las conclusiones y recomendaciones de este estudio.

En la línea del desarrollo de pensamiento reflexivo como desarrollo de pensamiento científico se referencia el libro Introducción a la Investigación Formativa en Diseño. Antecedentes conceptos y diferentes enfoques desde la visión del diseño industrial (Patiño Mazo, 2015) del Diseñador Industrial Ever Patiño Mazo quien basándose en la experiencia y el caso de la Universidad Pontificia Bolivariana en Medellín (UPB), construye una base teórica sobre la investigación en diseño (se incluye el diseño arquitectónico pues muchos de los antecedentes son similares y compartidos). Adicionalmente en el libro se plantea la estructura del programa de investigación formativa en el pregrado de Diseño de la UPB, se generan preguntas y reflexiones sobre la naturaleza, métodos, productos, metodologías de la investigación en Diseño, se describen los tipos de investigación “en”, “para” y “sobre” el diseño y afirma que “La lógica del proyecto de diseño y la del proyecto de investigación guardan muchas similitudes y analogías procedimentales” (2015, p. 63))

También en el contexto nacional, la tesis de maestría en arquitectura del arquitecto Manuel Felipe Woodcock (2013) *“El juego como estrategia didáctica: Enseñanza de la estructuración de proyectos en arquitectura”* es un referente importante sobre temas como la crisis de la arquitectura, la formación de arquitectos, la definición de proyecto y su complejidad, además de ser un preciso modelo de desarrollo investigativo disciplinar y pedagógico.

Otra tesis relacionada con el problema, es la tesis doctoral del arquitecto colombiano Rafael Enrique Villazón Godoy (2011) realizada en la Universidad Politécnica de Cataluña y desarrollada en el programa de arquitectura de la Universidad de los Andes. La tesis doctoral se titula *Aprender de lo elemental: Modelo didáctico para la enseñanza de la arquitectura*. “propone un modelo didáctico alternativo centrado en un espacio vertebrador: el taller de enseñanza y aprendizaje de la arquitectura” (p.9). Ese modelo se basa en tres técnicas didácticas el aprendizaje basado en problemas, el estudio de casos y el aprendizaje basado en proyectos, “fundamentados en una aproximación heurística”. La tesis jerarquiza la formación intelectual sobre la formación operativa ya que la intelectual enfatiza en la transmisión de valores y principios de la disciplina.

La tesis doctoral de Oscar E. Guevara Álvarez (2013) titulada *Análisis del proceso de enseñanza aprendizaje de la Disciplina Proyecto Arquitectónico, en la carrera de Arquitectura, en el contexto del aula* para obtener el Doctorado en Calidad y Procesos de Innovación Educativa de la Universidad Autónoma de Barcelona-Facultad de Ciencias de la Educación, presenta una investigación sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de Proyecto Arquitectónico, donde estudia además conceptos claves como proyecto, competencias, perfil.

También la tesis de maestría del Arq. David Cárdenas Lorenzo (2013) denominada *Espacios de aprendizaje experimental en escuelas de arquitectura. Una lectura a través de conceptos propios de ciencias del aprendizaje. Seis casos de estudio*, encuentra la relación entre el “aprendizaje experimental” y el “aprendizaje de proyectos”, su enfoque identifica próximas las bases del “aprendizaje experimental” con la forma de pensar al “proyectar”, reconoce la arquitectura como una disciplina “intensamente ligada con la realidad” y además incluye una

nueva variable para ese aprendizaje: la caracterización del espacio que permite ese aprendizaje experimental.

Para estudiar los procesos educativos del taller de proyectos arquitectónicos en 2015 Aikaterini Evangelia Psegiannaki presenta la tesis doctoral *Contextualización teórica del acto pedagógico en la enseñanza y el aprendizaje del proyecto arquitectónico: el caso de la E.T.S.A.M.* Esta tesis también entiende “el taller de proyectos” como núcleo de la enseñanza arquitectónica y útil para la presente investigación pues a través de un caso de estudio en la Escuela de Arquitectura de Madrid caracteriza esta enseñanza y aprendizaje que concuerda con que se constituye en un paradigma no solamente para la enseñanza y aprendizaje del diseño arquitectónico, además “Las partes primera y segunda de la presente tesis doctoral formulan prácticamente el estado del arte en relación a los conceptos, las estructuras educativas y el desarrollo de ellas a lo largo de la historia”(Psegiannaki, 2015, p. 35) . Así, con un estudio riguroso de antecedentes es un punto de partida para los conceptos generales de la enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura y específicamente el proyecto arquitectónico.

Estas tesis relacionadas anteriormente permiten observar una tendencia a enfocar las investigaciones de educación disciplinar al desarrollo del proyecto arquitectónico, a una búsqueda de métodos, modelos o experiencias específicas a través del proyecto pues es el centro de la formación en arquitectura en los planes de estudio a nivel nacional e internacional. También coinciden que la forma como se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje es lo “suficientemente similar” (Psegiannaki, 2015) en las diferentes escuelas de arquitectura lo que permite confirmar que el alcance que pretende ésta tesis doctoral se puede ampliar a contextos más

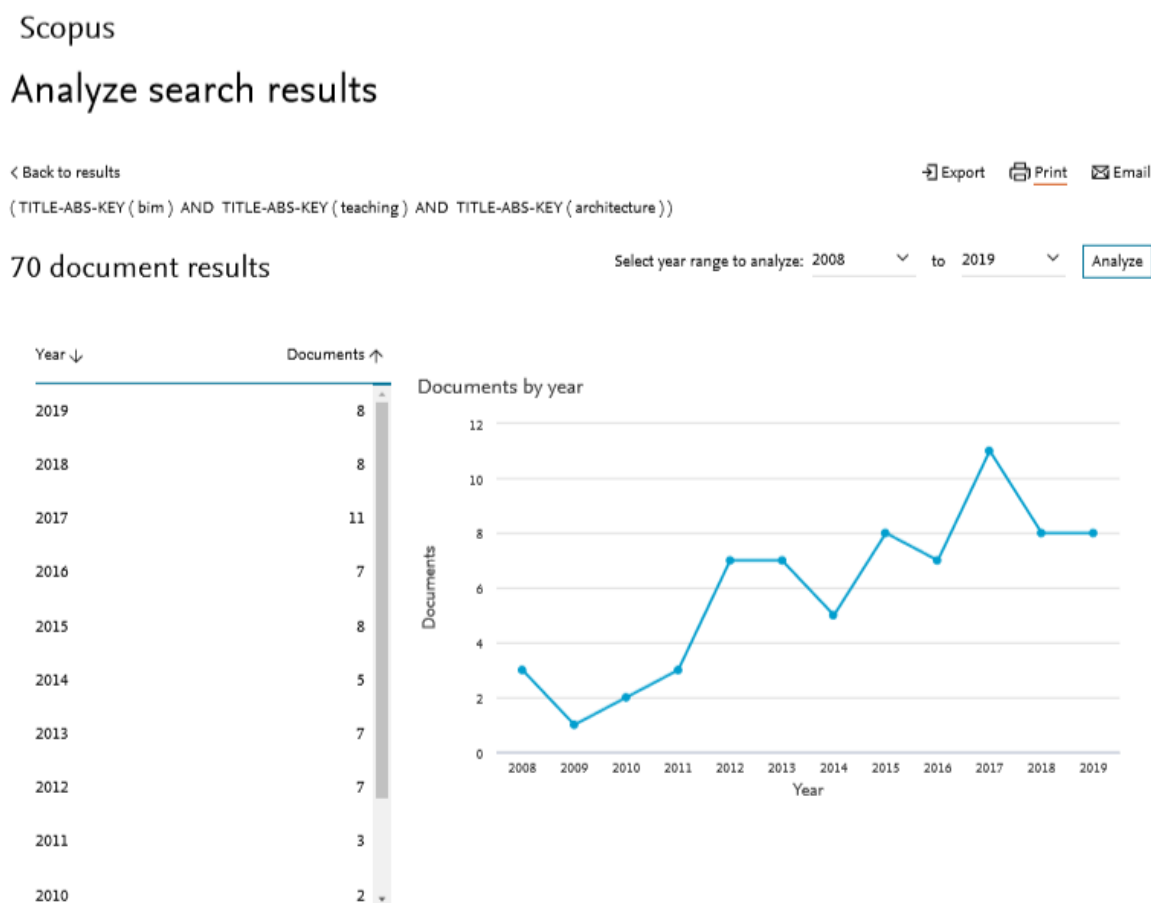
allá de la Universidad Católica de Colombia contexto particular donde se planea aplicar los instrumentos de investigación, pero con el ánimo de que trascienda a otros programas de arquitectura del país y especialmente del contexto Latinoamericano o países en desarrollo donde la situación es más crítica.

Para los constructos principales del proyecto: el BIM, el Pensamiento Reflexivo y la Formación Integral en relación con la enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura, se realizó una búsqueda en bases de datos científicas donde se destaca la revisión de *Scopus*:

Para la revisión sobre BIM, al buscar únicamente como palabra clave BIM –Building Information Modeling limitándose al área de Ingeniería y computación, se encuentran a agosto de 2019: 7.279 documentos científicos y llega a sobrepasar los 1500 anuales durante el 2017 y el 2018 y en lo que va corrido del 2019 más de 1200 documentos científicos lo que muestra que es un tema de importante investigación en la actualidad, la revisión bibliográfica también permite observar que los primeros documentos catalogados como *científicos* sobre el tema inician con el siglo XXI. Al delimitar la búsqueda al problema específico de ésta investigación se utilizan las palabras claves en este orden: 1. BIM 2. TEACHING 3. ARCHITECTURE, y se encuentran 70 documentos que relacionan el BIM con la enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura. Los documentos se han publicado a partir del 2008 a la fecha, teniendo su punto más alto en el año 2017, la curva refleja una tendencia de crecimiento de la investigación en el tema, esto se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.:**

Figura 15

Resultados de La Búsqueda en la Base de Datos Scopus con el Algoritmo: BIM-TEACHING-ARCHITECTURE- Gráfica Documentos por Año.



Fuente: <https://www-scopus-com.ez.unisabana.edu.co/> 11-08-2019

La búsqueda también permitió observar que es un tema que se está investigando en varios países del mundo, se relacionan en orden de producción, los diez primeros países: Estados Unidos, China, Brasil, Reino Unido, Australia, España, Chile, Alemania, Polonia y Taiwán. Estados Unidos lidera el número de producción de documentos científicos con 30, seguido de China con 6, luego sigue Brasil que junto con Chile y Puerto Rico son los tres países latinoamericanos con

productos del tema en Scopus, Colombia aún no tiene producción científica sobre el BIM y la pedagogía en Arquitectura en esta base de datos.

Dentro de los artículos revisados se presentan algunas contribuciones y conclusiones científicas importantes relacionadas con el objeto de estudio de este trabajo doctoral:

El artículo Trends and Research Issues of Augmented Reality Studies in Architectural and Civil Engineering Education—A Review of Academic Journal Publications. [Tendencias y cuestiones de investigación de los estudios de realidad aumentada en la educación arquitectónica y de ingeniería civil: una revisión de publicaciones de revistas académicas] (Pei-Huang & Naai-Jung, 2019), es una importante contribución para el estado de la cuestión pues parte de la premisa de que la educación en Arquitectura e Ingeniería Civil está indisolublemente conectada con la práctica del mundo real y desde la hipótesis de que la aplicación de la tecnología de realidad aumentada (AR)⁵ puede ayudar a establecer un vínculo entre la información virtual y la del mundo real para los estudiantes, los autores del artículo realizaron una revisión sistemática de la literatura sobre la realidad aumentada (AR) en la educación arquitectónica y de ingeniería civil, exploraron los estudios realizados en la base Scopus y encuentran que los estudios sobre la aplicación de Realidad Aumentada en la educación ACE se han incrementado anualmente, y que numerosas investigaciones han indicado que posee un inmenso potencial de aplicación. “Studies of applying

⁵ La tecnología BIM permite la aplicación de la realidad aumentada y la realidad virtual

AR in ACE education have increased annually, and numerous research have indicated that AR possesses immense application potential” (2019, p. 1) también el estudio revela que los problemas persisten y merecen atención y se reconoce que se debe investigar en campos como la selección de tipos de sistemas y dispositivos, la aplicación de métodos de investigación y estrategias de aprendizaje y enseñanza apropiadas. “The combination of AR and building information modeling (BIM) in architectural and civil practice, which has immense application potential, has become an emerging research trend”. [La combinación de AR y modelado de información de construcción (BIM) en la práctica arquitectónica y civil, que tiene un inmenso potencial de aplicación, se ha convertido en una tendencia de investigación emergente]. (2019, p. 1) Se hicieron discusiones y sugerencias sobre las ventajas de implementar AR en educación y pedagogía, sobre los desafíos de integración de las nuevas tecnologías a los sistemas y planes de estudio, la selección de sistemas adecuados y las tendencias emergentes de combinar AR con el modelado de información de edificios (BIM).

Como memorias de Congreso en la *Conference proceedings* titulada *BIM teaching strategies: An overview of the current approaches* [Estrategias de enseñanza BIM: una visión general de los enfoques actuales] (Barison & Santos, 2019), los autores indican que se espera que el modelado de información de construcción (BIM) conduzca a cambios en el desempeño de los profesionales en el sector AEC particularmente con respecto a arquitectos e ingenieros civiles y que es esencial que el diseñador conozca y comprenda los conceptos de BIM desde sus estudios en la Educación Superior. Los autores hallan que, aunque la literatura ha registrado varias experiencias con respecto al uso de BIM en la enseñanza de la arquitectura y la ingeniería civil y ha habido algunos enfoques diferentes para introducir BIM en los planes de estudio, todavía no

está claro cómo se debe enseñar BIM, ya que la mayoría de las experiencias son muy recientes. Este estudio proporciona una breve revisión de cómo se está introduciendo la enseñanza BIM en universidades de todo el mundo.

A virtual reality tool for training in global engineering collaboration [Una herramienta de realidad virtual para la formación en colaboración de ingeniería global].(Tzong_Hann et al., 2019) es un artículo científico que identifica que la colaboración global es la principal tendencia en la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción y por tal razón, la capacitación en trabajo colaborativo es muy necesaria para esas disciplinas y plantea que un enfoque para esta capacitación es exponer a los estudiantes a experiencias suficientes, como hacer que participen en un curso global basado en proyectos. Para hacer esto, los autores participaron y co-diseñaron un curso global basado en proyectos, llamado Sky Classroom, de 2014 a 2016. Durante el curso, se identificaron tres problemas de los estudiantes: baja comunicabilidad, búsqueda pasiva de problemas y cognición espacial deficiente, lo que los llevó a diseñar e implementar una plataforma apropiada, el revisor de modelado virtual de información de edificios (VBR) es una plataforma de comunicación basada en avatar que permite a los usuarios ingresar al modelo BIM y encontrar problemas desde sus perspectivas individuales. Fue desarrollado y mejorado continuamente en base a las observaciones de los comportamientos de colaboración global de los estudiantes y los comentarios en Sky Classroom y permitió que los estudiantes mejoraran en los problemas antes mencionados.

BIM-Enabled Pedagogy Approach: Using BIM as an Instructional Tool in Technology Courses. [Enfoque de pedagogía habilitado para BIM: uso de BIM como herramienta de

instrucción en cursos de tecnología] (Hu, 2019). El artículo ratifica que los educadores y profesionales han llegado al consenso de que el BIM ha transformado radicalmente la forma en que la industria de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) practica y opera, pero se reconoce que hay un problema en cómo implementar su enseñanza en la Educación Superior: “But there is limited number of publications that address how this critical development can be used effectively in higher education”. [Pero hay un número limitado de publicaciones que abordan cómo este desarrollo crítico se puede utilizar de manera efectiva en la educación superior]. (2019, p. 1)

En la misma línea del artículo anterior se publica *Application of BIM technology and artificial intelligence big data technology in architecture teaching*. [Aplicación de la tecnología BIM y la tecnología de big data de inteligencia artificial en la enseñanza de la arquitectura] (Tan & Yuan, 2018). Este artículo reconoce que, en los últimos años, BIM se utiliza ampliamente en todos los campos relacionados con la construcción en China. En este documento, basado en la tecnología BIM y la tecnología de big data de inteligencia artificial, se investigó la aplicación de la enseñanza en arquitectura a través de la práctica docente de un curso donde se aplicó la tecnología BIM y concluye que la implementación de la tecnología juega un papel importante en la mejora de la calidad de la enseñanza.

Sobre BIM y el aprendizaje basado en proyectos, en el artículo *Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM* [Pedagogía basada en proyectos en diseño de edificios interdisciplinarios adoptando BIM] (Jin et al., 2018) (Jin et al., 2018), se hace una revisión exhaustiva de las prácticas pedagógicas anteriores de la aplicación de BIM en múltiples disciplinas de la Arquitectura, la Ingeniería y la Construcción (AEC) y se muestra un estudio de

caso donde se adopta el BIM como la plataforma digital para la comunicación, la coordinación y la colaboración interdisciplinaria, en la participación de estudiantes de la Universidad de Nottingham Ningbo China, en el concurso de Diseño y construcción originado en El Departamento de Energía de los Estados Unidos *Solar Decathlon®*. el estudio de caso mostró la capacidad de BIM para permitir la colaboración interdisciplinaria a través del intercambio de información y para mejorar la comunicación entre las disciplinas. Las reflexiones de los estudiantes indicaron tanto los efectos positivos de BIM (por ejemplo, facilitar el intercambio de información) como los desafíos para una mayor implementación de BIM, por ejemplo, la resistencia de algunos estudiantes de arquitectura a BIM y la falta de tipos de familias existentes en la biblioteca de BIM). El fin de la investigación fue la contribución en el vacío que se ha encontrado en la enseñanza y el aprendizaje interdisciplinario entre las profesiones AEC.

También relacionando BIM y el Aprendizaje Basado en Proyectos está el artículo: *BIM implications in the design process and Project-Based learning: Comprehensive integration of BIM in architecture*. [Implicaciones de BIM en el proceso de diseño y el aprendizaje basado en proyectos: Implementación integral de BIM en arquitectura] (Marcos, 2017), Este artículo surge de la reflexión sobre las ventajas y desventajas del paradigma BIM en el contexto de la educación universitaria, y por la forma en que sus potencialidades podrían beneficiar a la enseñanza de arquitectura. La hipótesis es que una implementación integral de la herramienta dentro del plan de estudios de grado de arquitectura puede mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, aprovechando la interdisciplinariedad inherente a BIM y confiando en el modelo de aprendizaje basado en proyectos, especialmente adecuado en la enseñanza de arquitectura. El artículo concluye que la integración de BIM en los planes de estudio arquitectónicos se ve como una gran

oportunidad para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, que es consistente con las tendencias profesionales y tiene un enorme potencial para favorecer el desarrollo de las habilidades cognitivas. Sugiere que los planes de estudio de arquitectura podrían mejorarse significativamente a través de la integración consistente e integral de BIM a lo largo de los diferentes cursos de la titulación siempre que se base en estrategias pedagógicas de "know how", "PBL" y "trabajo colaborativo". El artículo da una visión general de las potencialidades y propone algunas alternativas de implementación, en el artículo se plantea la hipótesis pero se abre el espacio para su comprobación con nuevas investigaciones.

Finalmente, para complementar el interés específico en esta categoría, se referencia la revisión sobre el diseño curricular y BIM en el artículo *BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: A systematic review*. [BIM en el diseño curricular de la educación en arquitectura, ingeniería y construcción: una revisión sistemática]. (Abdirad & Dossick, 2016). Así como en los artículos anteriores se reconoce la tendencia del BIM en el sector AEC y la necesaria respuesta de la academia a su implementación en los planes de estudio. Los autores hallan investigaciones sobre ejercicios puntuales de implementación del BIM en los currículos pero no encontraron ningún estudio que hubiese revisado y sintetizado exhaustivamente la investigación sobre estrategias adoptadas por los educadores. Así, este artículo presenta una revisión sistemática de la investigación sobre el diseño curricular BIM en la educación AEC, la revisión muestra que el diseño de estrategias pedagógicas para la educación BIM es complejo y desafiante, en las conclusiones también resaltan la necesidad de diseños y entornos de investigación más diversos para cerrar las brechas identificadas en la investigación curricular BIM hasta la fecha.

Para la revisión en la base de datos *Scopus* sobre la categoría Pensamiento Reflexivo, al buscar como palabra clave solamente *Reflective Thinking* se encuentran a agosto de 2019: 4006 documentos científicos se reportan 290 en 2017, 313 en 2018 y 197 en lo que va corrido del 2019 se observa que es un tema de investigación que no ha perdido vigencia desde que inician en el siglo XX las primeras publicaciones científicas referentes a él. Ver la Figura 16.

Figura 16

Resultados de la Búsqueda en la Base de Datos Scopus con el Algoritmo: Reflective Thinking - Gráfica Documentos por Año.

Scopus

Analyze search results

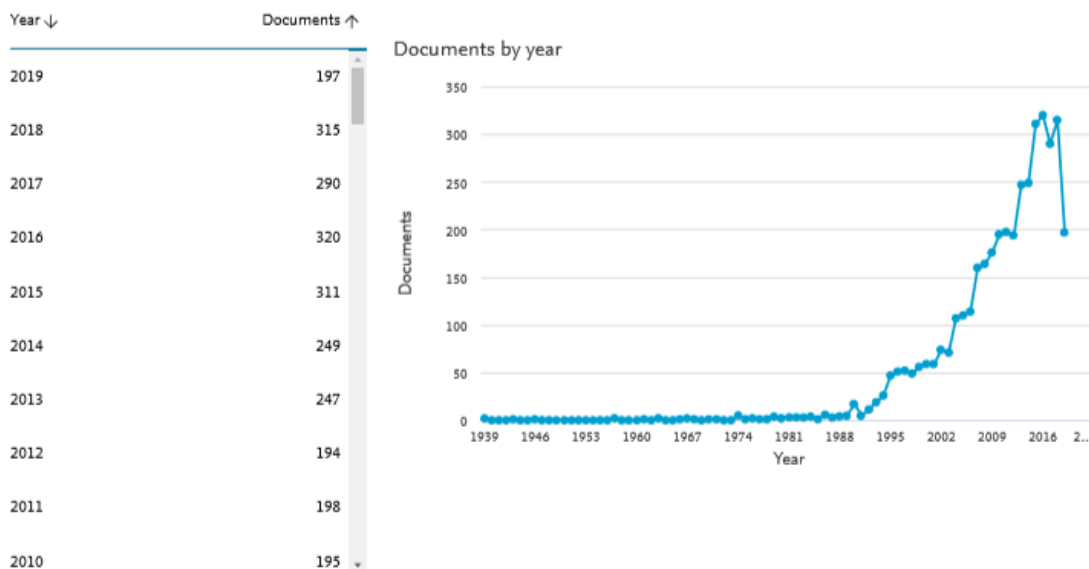
< Back to results

Export Print Email

TITLE-ABS-KEY (reflective AND thinking)

4006 document results

Select year range to analyze: 1939 to 2019 Analyze

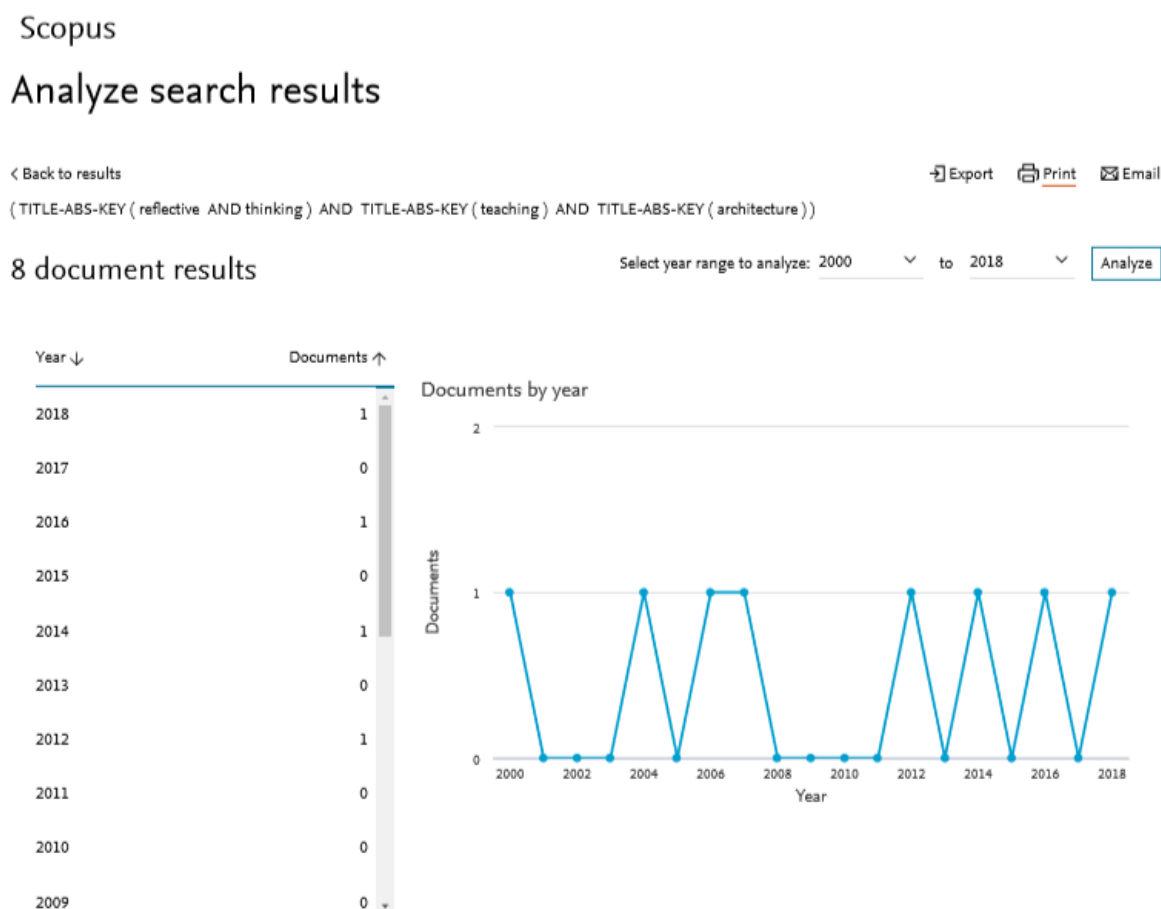


Fuente: <https://www-scopus-com.ez.unisabana.edu.co/> 16-08-2019

Al delimitar la búsqueda al Pensamiento Reflexivo relacionado específicamente con la enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura se utilizan las palabras claves en este orden: 1. REFLECTIVE THINKING 2. TEACHING 3. ARCHITECTURE, y se encuentran ocho (8) documentos. Los documentos se han publicado a partir del año 2000. Hay años sin publicaciones del tema y con un sólo documento por año en los años 2000, 2004,2006,2007,2012,2014, 2016,2018, esto se puede observar en la Figura 17.

Figura 17

Resultados de la Búsqueda en la Base de Datos Scopus con el Algoritmo: Reflective Thinking-Teaching-Architecture - Gráfica Documentos por Año.



Fuente: <https://www-scopus-com.ez.unisabana.edu.co/> 16-08-2019

Estos ocho (8) documentos relacionados, se han escrito en Taiwán, Australia, Japón, Reino Unido y Estados Unidos, ningún país latinoamericano tiene producción científica sobre este tema específico en esta base de datos, de los ocho artículos se relacionan a continuación cuatro (4) pues son los que tienen relación directa con el objeto de estudio de ésta tesis doctoral.

De estos artículos el titulado *Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM* [Pedagogía basada en proyectos en diseño de edificios interdisciplinarios adoptando BIM] (Jin et al., 2018) y el titulado *BIM implications in the design process and Project-Based learning: Comprehensive integration of BIM in architecture*. [Implicaciones de BIM en el proceso de diseño y el aprendizaje basado en proyectos: Implementación integral de BIM en arquitectura] (Marcos, 2017) ya fueron expuestos en la categoría del BIM pues tratan el aprendizaje basado en proyectos y el BIM.

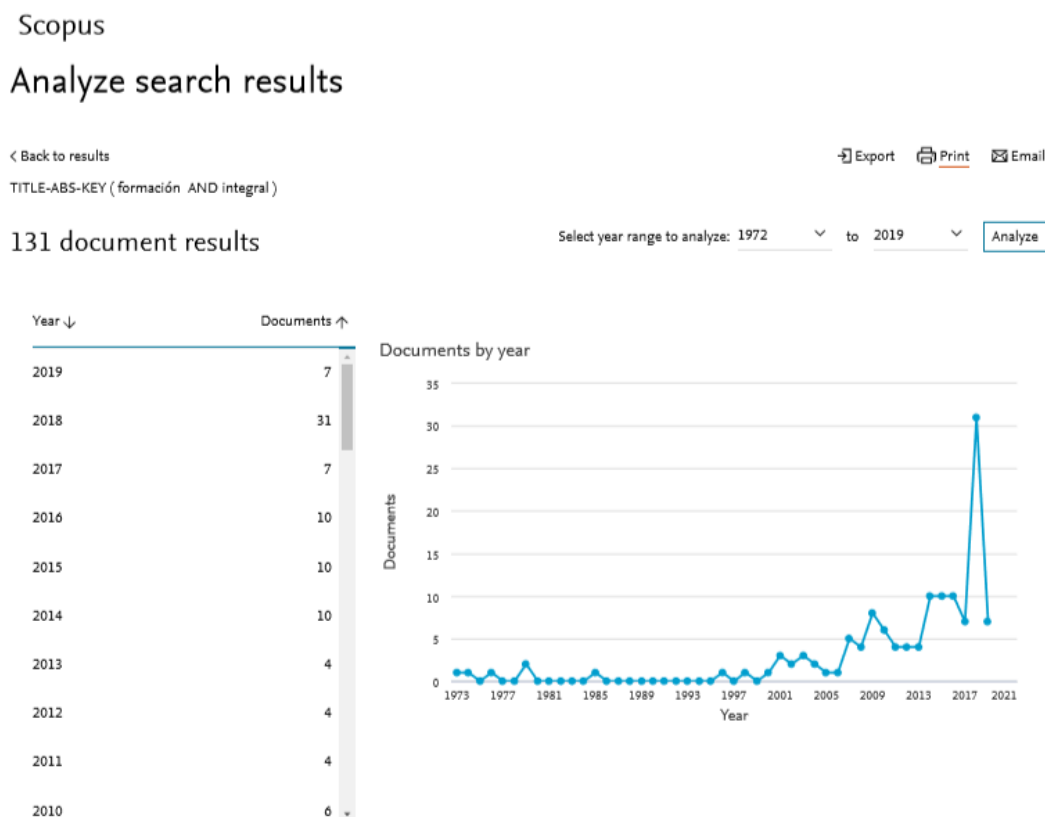
El artículo *Write Now! Using reflective writing beyond the humanities and social sciences* [¡Escribe ahora! Usar la escritura reflexiva más allá de las humanidades y las ciencias sociales] (Cannady & Gallo, 2016), hace referencia a la importancia de la escritura para fomentar el desarrollo de pensamiento activo y crítico también en disciplinas con enfoque práctico como la Arquitectura. El estudio se realiza en un curso de planificación urbana donde se introduce la escritura reflexiva y se recalca el valor de no enfocarse solamente en las competencias específicas de estas disciplinas sino también en las competencias genéricas. Se observó un aumento de la habilidad de escritura reflexiva y pensamiento crítico en los estudiantes.

A partir del “practicum reflexivo” de Donald Schön se escribe el artículo *Lost in translation: Reconsidering reflective practice and design studio pedagogy*. [Perdido en la traducción: Reconsiderando la práctica reflexiva y la pedagogía del taller de diseño] (Mewburn, 2012). Es un artículo interesante para ésta investigación porque al contrario de las investigaciones sobre enseñanza de la Arquitectura que toman como ejemplo el trabajo de Schön, el autor de éste artículo lo ve con una mirada opuesta y crítica: “The theory of reflective practice is too simple, and design studios as learning environments are too complex” [La teoría de la práctica reflexiva es demasiado simple y los talleres de diseño como entornos de aprendizaje son demasiado complejos] (2012, p. 377), cita a otros autores como Helena Webster, quien también hace una crítica a las teorías de Schön, porque por ejemplo considera que la defendida pedagogía tutor-aprendiz le da un papel activo al profesor y un papel pasivo al estudiante, muestra su oposición a muchas ideas de Schön en *Architectural education after Schön: Cracks, blurs, boundaries and beyond* [Educación arquitectónica después de Schön: grietas, desenfoques, límites y más allá]. (Webster, 2008).

Sobre la categoría Formación Integral se inicia la búsqueda en la base de datos Scopus con la palabra clave *Formación Integral* se encuentran a agosto de 2019: 131 documentos científicos se reportan 7 en 2017, 31 en 2018 y 7 en lo que va corrido del 2019 se observa que es un tema de investigación que inicia las publicaciones científicas en los años 70 del siglo XX pero que ha incrementado sus publicaciones e interés en los últimos 10 años. Ver la Figura 18.

Figura 18

Resultados de la Búsqueda en la Base de Datos Scopus con el Algoritmo: Formación - Integral - Gráfica Documentos por Año.



Fuente: <https://www-scopus-com.ez.unisabana.edu.co/> 16-08-2019

Al contrario de las categorías anteriores la Formación Integral es un tema de interés predominante en Latinoamérica, la mayor producción la tiene Cuba con 41 documentos relacionados, seguida por España con 22 y en tercer lugar Colombia con 15 documentos, continúan en orden de producción: Rusia, Brasil, México, Venezuela, Chile, Kasajistán, Argentina, Estados Unidos, Canadá, Ecuador, Italia y Reino Unido.

Al delimitar la búsqueda de la Formación Integral relacionada específicamente con estudiantes de Arquitectura se utilizan las palabras claves en este orden: 1. Formación Integral 2. Arquitectura y se encuentra un (1) documento titulado *Praxis de formación para arquitectos en La Cujae* (Portero-Ricol et al., 2018), publicado en la revista de la Universidad Nacional de Colombia: *Bitácora Urbano Territorial*. La pregunta que dirige el artículo es “¿Qué es y cómo realizar la praxis de Formación Integral en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría?” (2018, p. 91), los autores ven la respuesta a la cuestión en “la praxis de formación integral, asumida como la Unidad Compleja de Análisis (UCA), la cual se sustenta en la teoría histórica cultural de L. S. Vygotski.” Y para esto proponen un estudio de caso en el Taller de proyecto de la Facultad de Arquitectura El proyecto activó la responsabilidad social de los estudiantes y propone conclusiones como: “Se debe promover el fortalecimiento de los Procesos Sustantivos Universitarios (PSU) en la universidad del siglo XXI mediante nuevas líneas de investigación sobre la integralidad en la investigación, formación universitaria y el desarrollo local”.(2018, p. 98), lo cual muestra un campo de conocimiento abierto a la investigación en temas de Formación Integral en la Educación Superior, objeto de esta tesis doctoral.

Al encontrar en la búsqueda de *Scopus* solamente un artículo con relación a la Formación Integral en Arquitectura se filtró en la misma base de datos por artículos relacionados con la Formación Integral en las áreas de Artes y Humanidades e Ingeniería, se encontró sólo una *Conference proceedings* en el área de Ingeniería relacionada con el tema: *Modelo de formación integral orientado a incentivar la investigación y gestión en pregrado de ingeniería biomédica. Experiencias de guía biomédica.* (Hurtado et al., 2008). En este artículo los autores destacan la

exigencia de una Formación Integral en los profesionales del Siglo XXI, exponen un modelo implementado con estudiantes en la Universidad Autónoma de Occidente en Cali, donde a través de la autogestión los estudiantes fortalecen estas competencias muy necesarias pero no explícitas en los planes de estudio, “competencias como la formulación y evaluación de proyectos, la planeación estratégica, la gestión de recursos, el trabajo en equipo, manejo de relaciones interpersonales, toma de decisiones, dirección de grupos de trabajo, entre otras”, (2008, p. 1092), la implementación del modelo puede darse en cualquier disciplina de pregrado y se basa en “la gestión, la investigación y el liderazgo” para el desarrollo de competencias requeridas por el contexto actual

Luego de realizar la revisión del estado de la cuestión se llega a concluir que el problema está planteado pero aún no resuelto, se reafirma que la formación de estudiantes de arquitectura a nivel global no está a la par con lo exigido por el sector externo a la academia, se reconoce que es necesario formar nuevas competencias y que la Educación Superior debe investigar sobre estos temas. Se empieza a vincular el BIM con la enseñanza-aprendizaje de las disciplinas relacionadas con la Arquitectura, la Ingeniería y la Construcción. La pedagogía de la Arquitectura se ha enfocado en estudiar el Proyecto Arquitectónico y su entorno ya que se reconoce como el eje de formación en los currículos, por esa razón esta tesis propone fomentar la Formación Integral desde el Proyecto pero no como un fin enmarcado únicamente en la lógica de los resultados sino enmarcado en la lógica de la reflexión, no como un proceso lineal y secuencial sino integrativo y sistémico, no únicamente para generar objetos sino como un proceso desde la idea hasta la conclusión, desde la comprensión hasta la toma de decisiones éticas. No hay investigaciones que vinculen directamente el BIM con el Pensamiento Reflexivo a excepción de los artículos que

vinculan el Aprendizaje basado en Proyectos y el BIM lo cual ha acercado el BIM a la pedagogía, pero no se ha explorado sobre la vinculación BIM-Pensamiento Reflexivo hacia la Formación Integral. La revisión actualizada evidencia la pertinencia y el espacio para este proyecto de tesis doctoral.

En el artículo *Changing architectural education for reaching sustainable future: a contribution to the discussion*, [Cambiar la educación arquitectónica para alcanzar un futuro sostenible: una contribución a la discusión]. (Milovanović Rodić et al., 2013), se encuentran fundamentos para las conclusiones del estado de la cuestión que se han descrito en este capítulo, en el artículo se refuerza que el tema de la Responsabilidad Social todavía no se ha tomado de manera adecuada por la Educación Superior y que las instituciones deben revisar sus currículos porque actualmente proveen arquitectos pero no los habilita para ser *Arquitectos reflexivos* que cuenten con las herramientas para aportar significativamente a su contexto:

However, the issue of social sensibility is still not adequately taken into consideration by professionals. We argue that it is a consequence of archaic academic curricula which must be changed in order to support a paradigm shift. This change would be from the” architect provider” to the” architect enabler” (Milovanović Rodić et al., 2013, p. 75)

[Sin embargo, el tema de la sensibilidad social todavía no se toma adecuadamente en cuenta por profesionales. Argumentamos que es una consecuencia de los currículos académicos arcaicos que deben ser modificados para apoyar un cambio de paradigma. Este cambio sería del "proveedor de arquitectos" al "habilitador de arquitectos".] (Milovanović Rodić et al., 2013, p. 75)

En el artículo mencionado también se enuncia un camino en una nueva metodología educativa que se debe apoyar “(1) building student's capacity for being engaged in collaborative design process, and (2) building bridges between the different disciplines in order to reach integral education” [Desarrollar la capacidad de los estudiantes para participar en el diseño colaborativo y construir puentes entre las diferentes disciplinas para alcanzar la educación integral],(Milovanović Rodić et al., 2013, p. 75) lo cual también respalda el interés de esta tesis pues el trabajo colaborativo y la interrelación de disciplinas están en la esencia de la Formación integral, del BIM y del Pensamiento Reflexivo.

Capítulo 3

Abordaje teórico de la Implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo Hacia la Formación Integral del Estudiante de Arquitectura

El marco Referencial de este trabajo de investigación se fundamentará en las tres categorías a estudiar: La Formación Integral, el Pensamiento Reflexivo y el BIM, se presentarán por títulos solamente por organización y comprensión, sin embargo, se tocan entre sí, una categoría no se separa totalmente de otra, pues la investigación adquiere el sentido es precisamente en su relación.

El Marco Referencial no está subdividido de manera literal por enunciados como: Teórico, Legal, Histórico, Conceptual o Categorical pues cada categoría se enmarca en lo que es importante para el cumplimiento del objetivo de la tesis y se describe de manera continua, en una redacción de unidad que entrelaza los aspectos que contribuyen a responder la pregunta formulada y los ejes de indagación, enfatiza en los atributos que favorecen el desvelar la esencia de cada categoría. Las tres categorías presentan autores que son el fundamento teórico, pero no todas tienen marco legal o marco histórico porque depende de la categoría, por ejemplo, en la Formación Integral se abordan los lineamientos legales que no existe en las categorías del BIM o del Pensamiento Reflexivo.

Cada categoría es entendida como una unidad que concluye con la posición teórico-conceptual que se asume o se construye en la tesis sobre el término, la forma como se aborda cada categoría también se relaciona con el método que guía la investigación: La Teoría Fundamentada. El valor de la literatura en la Teoría Fundamentada es equivalente a cualquier otro instrumento para la obtención de datos “La literatura específica no tiene un lugar destacado, se le da el mismo estatus que a otra fuente de datos”(Soneira, 2006, p. 159) El lugar de la literatura en la Teoría

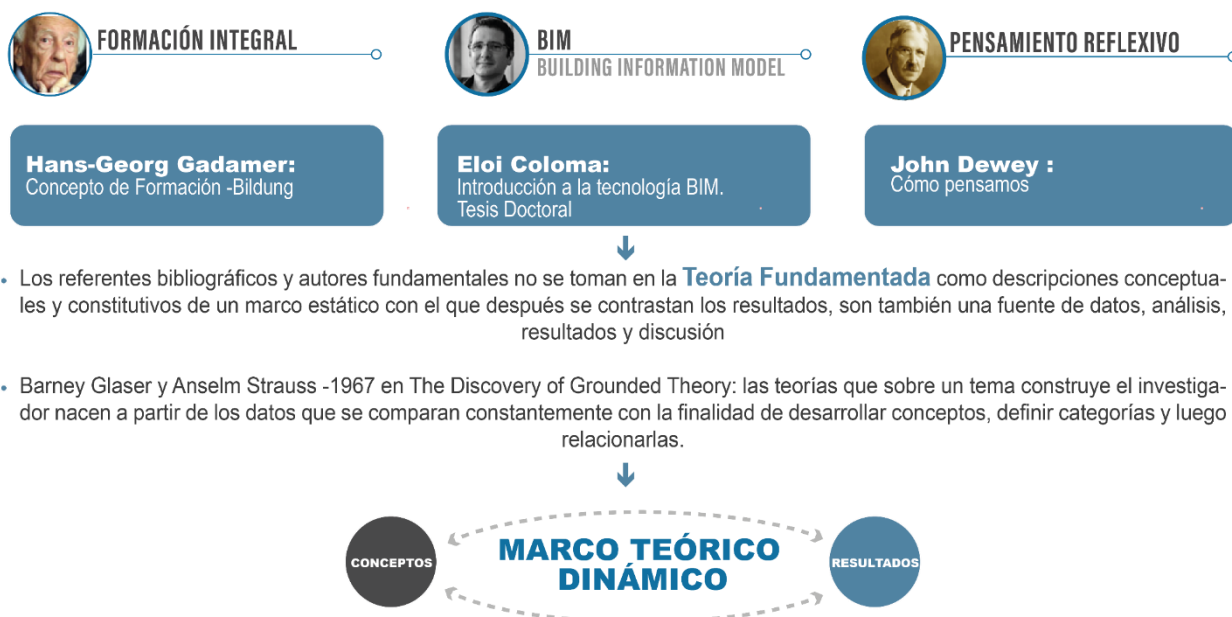
Fundamentada es como *emergente* y como *información* “la lectura de esta literatura es un procedimiento más que se integra a los procedimientos de la recolección de datos, codificación, redacción de memos.” (Soneira, 2006, p. 160). En la Figura 19 se mencionan los autores que son el fundamento de cada categoría:

Figura 19

Autores Principales de Cada Categoría

MARCO TEÓRICO

**IMPLEMENTACIÓN DEL BIM DESDE EL PENSAMIENTO REFLEXIVO
HACIA LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL ESTUDIANTE DE ARQUITECTURA**



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo enunciado, los referentes bibliográficos y autores fundamentales no se toman en la Teoría Fundamentada como descripciones conceptuales y constitutivos de un marco

estático con el que después se contrastan los resultados, son también una fuente de datos, análisis, resultados y discusión; por tanto, el Marco Referencial de esta tesis no expone únicamente las teorías de cada autor sino que se utiliza como lo expone Charmaz (2006) como conceptos desde el *Interaccionismo simbólico* que informan la visión del objeto de estudio a partir del punto de vista del investigador pero en relación con los otros, así se construyen significados producto de la interacción social y la comunicación consciente por lo tanto dialogan e influyen en qué y cómo se observa, entonces los conceptos rígidos están en un segundo plano hasta que entran como información relevante para analizar, relacionar y finalmente proponer.

Así la bibliografía y autores principales son otra fuente de datos y de información con quienes el investigador interactúa y por eso difiere de los Marcos Teóricos de la investigación cuantitativa o con otros métodos de diseño: “Theoretical frameworks differ in grounded theory from traditional quantitative research. We do not use theories for deducing specific hypotheses before data-gathering.” [“Los marcos teóricos difieren en la teoría fundamentada de la investigación cuantitativa tradicional. No utilizamos teorías para deducir hipótesis específicas antes de la recopilación de datos ”.] (Charmaz, 2006, p. 169)

En la TF los significados contruidos intersubjetivamente entre investigadores y participantes son fundamentales para teorizar respecto de la realidad investigada. Precisamente, el propósito de la TF es descubrir y desarrollar la teoría que se desprende del contexto investigado, y no solamente a un razonamiento deductivo apoyado en un marco teórico previo. (San Martín Cantero, 2014, p. 107).

Se construye la estructura del Marco Referencial en correspondencia a las categorías de la investigación: Categoría 1 Formación Integral, Categoría 2 BIM y Categoría 3 Pensamiento Reflexivo, desde donde se responde de manera teórica la configuración epistémica de la tesis que de acuerdo a la TF puede desarrollarse al tiempo con la configuración metodológica y de resultados. Así, el método está articulado con el hilo conductor, se superpone a la manera de configurar el conocimiento, rescata el dato, interpreta a los autores, obtiene resultados como fundamento de la teoría que se genera.

Categoría 1

Formación Integral

¿Qué significa formar integralmente un arquitecto?, cuestión derivada desde la responsabilidad de la Educación Superior en la pérdida de valor y dificultades que atraviesa la Arquitectura, y en el problema planteado en los primeros capítulos de esta tesis. Este apartado se acerca a esta cuestión a partir de otra pregunta fundamental: *¿Qué es Formación?*, se analiza el concepto de Formación desde Hans-Georg Gadamer quien en su texto *Verdad y Método* (1993) busca entender qué comprende y dónde está la esencia de la formación humana. Así, las respuestas surgen de la revisión, análisis e interpretación del texto de Gadamer, relacionado con diferentes miradas con quienes se compara su esclarecimiento para aproximarse al significado de la Formación integral en Arquitectura.

La Formación Integral como Fin de la Educación

“El objetivo de la educación es la virtud y el deseo de convertirse en un buen ciudadano” (Platón)

“Educar la mente sin educar el corazón no es educar en absoluto” (Aristóteles)

Las posibles aproximaciones a la pregunta *¿Qué significa formar integralmente un arquitecto?* se acercan desde la noción de Formación Integral ligada al desarrollo humano que tiene en cuenta las dimensiones de la persona humana y su relación con el otro, fundamentada en el respeto por los valores, deberes y derechos humanos, como lo expresa el *Informe nacional de desarrollo humano-Guatemala* -PNUD, 2015/2016:

Como dijo Aristóteles en la Grecia Antigua: “La riqueza no es, desde luego, el bien que

buscamos, pues no es más que un instrumento para conseguir algún otro fin”. La búsqueda de ese otro fin es el punto de encuentro entre el desarrollo humano y los derechos humanos. El objetivo es la libertad del ser humano. Una libertad que es fundamental para desarrollar las capacidades y ejercer los derechos. Las personas deben ser libres para hacer uso de sus alternativas y participar en la toma de decisiones que afectan sus vidas. El desarrollo humano y los derechos humanos se reafirman mutuamente y ayudan a garantizar el bienestar y la dignidad de todas las personas, forjar el respeto propio y el respeto por los demás. (PNUD, s. f.)

Entonces, se reafirma el interés por considerar el concepto de Formación dentro de una tesis dirigida a la enseñanza de la Arquitectura, hacia ese “otro fin” misión de la Educación Superior. Así, la Formación Integral es el para qué de la investigación, y se constituye en su objetivo primordial. El proyecto va tras la búsqueda del saber que permita la formación de *Arquitectos Reflexivos*⁶ los cuales se asimilan también a ciudadanos éticos, que reconocen y valoran el contexto en el cual se desenvuelven, y el universo en su totalidad, son sensibles a la humanidad, humildes en su individualidad ante la generalidad, expanden su intelecto para dirigir la creatividad e innovación hacia la transformación de sociedad en búsqueda del bien común, la construcción de cultura y la dignificación de la vida.

⁶ Concepto trabajado por la autora en la tesis de Maestría en Pedagogía en la Universidad de La Sabana, bajo el título “La investigación formativa en el desarrollo de pensamiento hacia la educación del arquitecto reflexivo” (Rodríguez-Ibarra, 2016)

De los Lineamientos Legales que abordan la Formación Integral a la Misión de la Universidad

Este propósito de la tesis de dirigirse a la Formación Integral del arquitecto, se enmarca también en los Lineamientos internacionales y nacionales de la Educación. La Unesco dentro de su misión entiende la formación como integral: “la UNESCO mantiene su compromiso con una visión holística y humanista de la educación de calidad en el mundo entero (...) sostiene el principio de que la educación desempeña una función esencial en el desarrollo humano, social y económico” (2011, p. 7) Esto se reitera en la *Declaración de Incheon y marco de la educación para 2030* aprobado en el Foro Mundial sobre la Educación 2015 organizado por La Unesco, el Unicef, el Banco Mundial, el UNFPA, el PNUD, ONU Mujeres y el ACNUR, en Incheon (República de Corea)

El renovado interés por el propósito y la pertinencia de la educación en favor del desarrollo humano y la sostenibilidad económica, social y ambiental es uno de los rasgos que definen la agenda Educación 2030. Esto forma parte integral de su visión holística y humanista, que contribuye a un nuevo modelo de desarrollo. Esta visión va más allá de un enfoque utilitarista de la educación e integra las múltiples dimensiones de la existencia humana. (UNESCO et al., 2016, p. 6)

En el contexto colombiano, como se describe en el documento *Lineamientos de política de Bienestar para Instituciones de Educación Superior* (LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE BIENESTAR PARA INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR, 2016), “Durante la década de los años setenta y ochenta comenzaron a aparecer en el mundo y en el país los conceptos de formación integral y desarrollo integral asociados al bienestar”(p.21) así, en la década de los noventa “se comenzaron a difundir los avances teóricos y las propuestas de organizaciones

extranjerías que asociaban la educación y el bienestar con otros tres conceptos: calidad de vida, formación integral y comunidad educativa.” (p.21), lo que se hizo evidente en la normatividad generada por el Ministerio de Educación Nacional desde la Ley 30 de 1992 y en la Ley general de educación, *Ley 115 de febrero 8 de 1994*, que *inicia* el texto con la meta y sentido fundamental de la educación nacional:

Artículo 1o. Objeto de la ley. La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes. (Por la cual se expide la ley general de educación. Congreso de La República de Colombia, 1994, p. 1)

Lo anterior se reitera en los *Fines de la educación* expresados en la misma ley en el Artículo 5°. Y que se aclara, están conformes con el artículo 67 de la Constitución Política de Colombia (1991); son 13 fines dirigidos a la formación integral como se enuncia desde el fin No. 1. “El pleno desarrollo de la personalidad sin más limitaciones que las que le imponen los derechos de los demás y el orden jurídico, dentro de un proceso de formación integral, física, psíquica, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica y demás valores humanos.” (Por la cual se expide la ley general de educación. Congreso de La República de Colombia, 1994, p. 2).

También, la Ley 30 de 1992 que regula el servicio público de la Educación Superior en Colombia, indica en sus principios que se dirige a una formación integral; así, el compromiso de la formación integral no termina con la educación media y secundaria porque la responsabilidad de las Instituciones de Educación Superior y de las Universidades va más allá de egresar meritorios profesionales en su campo, debe contribuir en la formación de personas íntegras:

Artículo 1° La Educación Superior es un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral (...) y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional.” (p. 1). Esto se reafirma en los objetivos donde el primero comienza con: “Profundizar en la formación integral de los colombianos (Por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior, 1992, p. 1).

El documento *Lineamientos para la Acreditación Institucional* generado por el MEN desde el Consejo Nacional de Acreditación CNA (2006), enuncia que mediante la Ley 30 de 1992 se especifica el papel primordial de la Educación Superior en la Formación Integral de los colombianos, lo que incluye capacitarlos profesionalmente, en habilidades investigativas y en responsabilidad social, con competencias tanto científicas como éticas y pone el conocimiento como propósito para contribuir en el desarrollo y respuesta a las necesidades humanas :

Las instituciones de educación superior, según esta Ley, deben profundizar en la formación integral de los colombianos, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio social que requiere el país; deben trabajar por la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento en todas sus formas y expresiones y promover su utilización en todos los campos para contribuir a señalar y solucionar las necesidades del país; deben prestar a la comunidad un servicio con calidad; deben ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético en el ámbito nacional y regional.. (LINEAMIENTOS PARA LA ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL, 2006, p. 14).

En el Acuerdo 2 de 2020 (Acuerdo 02 de 2020 Por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad, 2020), se menciona que la alta calidad de un programa académico implica reconocer varios referentes enumerados en 14 consideraciones dentro de los que se encuentra la Formación Integral: “e) Un compromiso declarado con la formación integral de las personas para afrontar, con responsabilidad ética, social y ambiental, los retos de desarrollo endógeno y para participar en la construcción de una sociedad más justa e incluyente” (p.23), también se menciona dentro de lo que supone la alta calidad de las instituciones, entonces se reitera que sin considerar la Formación Integral, un programa o institución no puede calificarse como de alta calidad, es así como en los factores y características para la evaluación de las instituciones dentro del factor 1: *Identidad Institucional* , se evalúa la característica 3: *Formación integral y construcción de identidad*. Y en los factores y característica para la evaluación de los programas académicos se incluye la característica 3 del factor 2: *Estudiantes* que evalúa la *Participación en actividades de formación integral*, y se recalca nuevamente en la característica 18: *Integralidad de los aspectos curriculares*:

El programa académico deberá demostrar que los aspectos curriculares contribuyen a la formación en valores, actitudes, aptitudes, conocimientos, métodos, capacidades y habilidades, (...) que busca la formación integral del estudiante en coherencia con la misión institucional y los objetivos propios del programa académico. (Acuerdo 02 de 2020 Por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad, 2020, p. 27)

Pero más allá de ver las directrices y normativas exclusivamente como marcos legales, esta reflexión sobre la Formación Integral va tras encontrar sentido y significado a la formación en la Educación Superior, comprender su misión; así, se inicia por descubrir lo integral desde la raíz

etimológica de la palabra *Universidad*: “cualidad de girar hacia uno” de “unus”: uno “un integral que no admite división” y “vertus”: girado o convertido. Esta raíz es compartida con Universo y Universal *convertido en uno o girado hacia uno* lo que expresa una integralidad “una multitud de cosas diferentes, pero en sentido de unidad” (DEEL, s. f.) es una visión holística, como lo describe Josef Pieper en su texto *Apertura hacia la totalidad. Misión de la Universidad* (1964), la universidad debe enseñar el “saber superior universal” para una misión centrada en la unidad y esa unidad es la persona, el ser humano pero multidimensional e integral en sí mismo e integrado con el “totum” o “universum”:

La verdadera cultura del hombre se sucede sólo en tanto que se haya producido esa confrontación con el totum de lo existente. Un hombre verdaderamente culto es aquel, que sabe lo que sucede con el universo en su totalidad, aunque ese saber sea imperfecto. (...) Así pues mientras a una comunidad humana le parezca conveniente y necesario que al lado de las instituciones destinadas a asegurar la existencia y la consecución de la subsistencia (en el sentido más amplio), que sin duda son completamente indispensables, tales como las de orientación profesional, entrenamiento, enseñanza, instrucción -exista una "alta escuela" en todo el sentido de la palabra, que verdaderamente se entregue a la exigencia más alta, es decir, un lugar de cultura que tenga como fin especialmente la exaltación de lo realmente humano- mientras esto se crea indispensable, se considerará necesaria una Institución que expresa y metódicamente se ha propuesto enfrentar al hombre con el totum del ser. (Pieper, 1964, p. 124).

En concordancia, Ortega y Gasset (1987) armoniza con Pieper y describe como principio para lograr un saber superior universal la educación de un hombre culto que reconozca y se

confronte con el universo que conozca el espíritu de su tiempo: “‘Cultura’, referida al espíritu humano –y no al ganado o a los cereales-, no puede ser sino general. No se es ‘culto’ en física o en matemática. Eso es ser sabio en una materia. (...) ‘Cultura es el sistema vital de las ideas de cada tiempo’”. (1987, p. 4). Entonces, la formación en la Universidad encierra la persona en su integralidad y complejidad, aunque las personas acudan a la universidad principalmente a estudiar una profesión, no pueden adquirir un real “saber superior universal” si solamente se les brinda un estudio de conocimientos específicos de dicha disciplina.

Así, tras ese sentido y significado de la formación universitaria, la investigación se dirigió específicamente a la formación de arquitectos, pues se evidencia una crisis actual de la Arquitectura como disciplina y la educación tendría compromiso y un importante papel en la transformación de la problemática. Hoy se sufren consecuencias de esta crisis como la pérdida de valor de la profesión ante la sociedad, el arquitecto ya no es reconocido por ese carácter competente, culto, inteligente, creativo, transformador, basado en una responsabilidad y ética del cuidado propio y de los demás que lo identificaba desde el surgimiento de la arquitectura aún desde la perspectiva limitada de oficio y profesión.

De tal manera, para entrever respuestas a la pregunta inicial de esta categoría *¿Qué significa formar integralmente un arquitecto?* se guía a la búsqueda de revelaciones desde la pregunta *¿qué es Formación?*, entender qué comprende y dónde está su esencia para vislumbrar la responsabilidad en la formación de arquitectos; para ello se analizó el concepto de *Formación* desde Hans-Georg Gadamer quien en el texto *Verdad y Método* explica esta esencia del concepto de formación y fundamenta epistemológicamente su definición. A partir del propósito de la

reflexión se realizó la revisión documental que permitió indagar, interpretar y presentar información para comprender, acoger y/o construir los significados del concepto de formación

Se apoyó entonces la revisión principalmente en el libro de Hans-Georg Gadamer *Verdad y Método* y específicamente en el punto 2. Conceptos básicos del humanismo. a) Formación (Gadamer, 1993, pp. 14-18). Se realizaron ejercicios hermenéuticos sobre el texto a través de los cuales se identificaron las concepciones o categorías fundamentales, así como las definiciones que permiten su articulación y síntesis para reflexionar por cuenta propia acerca de lo expresado por este autor y tratar de establecer una relación entre su teoría y la formación integral actual del arquitecto.

La lectura e interpretación sobre lo expuesto por Gadamer se complementó y relacionó con el punto de vista de otros autores. De esta forma, se seleccionaron los autores transversales que hacen parte de la fundamentación epistemológica de la investigación desde el desarrollo de pensamiento, la búsqueda de profesionales reflexivos y la expansión del intelecto, con John Dewey (1989), Donald Schön (1992) y John H. Newman (Newman, 1996) así como otros referentes clásicos y actuales importantes en el desarrollo del concepto de formación como Werner Jaeger (2001) y Martha Nussbaum (2016).

El Concepto de Formación en Gadamer

En su obra, Gadamer (Gadamer, 1993, p. 14) distingue el concepto y el contenido de la *formación*. Desde el concepto muestra la historia de la palabra con su origen en la mística medieval hasta Herder para quien la formación es ascenso a la humanidad, reconoce que nuestro concepto de formación viene determinado por la religión. En relación al contenido se supera la noción de

formación solamente ligada a la producida por la naturaleza y se reconoce que la formación está muy ligada a la cultura.

En esa línea, la de reconocer que la formación supera la formación natural, así como los factores constitucionales, filogenéticos y ontogenéticos porque adicionalmente tiene en cuenta los factores contextuales como el ambiente, la sociedad y la cultura -hacia donde puede dirigirse- Gadamer presenta a Kant y a Hegel quienes además entienden la formación y el formarse como una “obligación consigo mismo” de dar forma a los talentos, capacidades, habilidades, destrezas: “dar forma a las disposiciones y capacidades del hombre” (Gadamer, 1993, p. 14).

Pero Gadamer va un poco más allá de la posición de Kant y Hegel, excede el “dar forma a las disposiciones y capacidades del hombre”, ese “dar forma” exclusivo de la naturaleza y la cultura, para describir una formación que llega hasta la “sensibilidad y el carácter” cita entonces a W. Von Humboldt:

Pero cuando en nuestra lengua decimos “formación” –Bildung- nos referimos a algo más elevado y más interior, al modo de percibir que procede del conocimiento y del sentimiento de toda la vida espiritual y ética y se derrama armoniosamente sobre la sensibilidad y el carácter. (Von Humboldt citado por Gadamer, 1993, p. 14).

Así, se observa el concepto de formación, en Gadamer dirigido más hacia las *cualidades* que hacia las *competencias*, hacia la *qualitas* que alude a la esencia, que se refleja en el carácter y la sensibilidad de la persona humana más que en los contenidos adquiridos, habilidades o destrezas que se reflejan en su capacidad de “hacer”. Es algo “más elevado”, emerge de conocimiento y

sentimiento, no es tener información ni tomar o dar forma, es convicción espiritual y ética que se refleja en la integridad de la persona humana.

Se comprende así el concepto de formación presentado por Gadamer ligado al concepto de perfectibilidad del ser, no somos perfectos, pero si perfectibles, podemos crecer, desarrollarnos, superarnos, mejorar, ascender, trascender... el reconocer esa perfectibilidad sustenta también la necesidad de formación porque como lo expresa Alejandro Llano Cifuentes: “somos ya pero todavía no” (2003, p. 118)

En concordancia, Gadamer, desde la interpretación y discusión de sus referentes, habla de ese resurgimiento de la palabra *formación*: “despierta más bien la vieja tradición mística según la cual el hombre lleva en su alma la imagen de Dios conforme la cual fue creado, y debe reconstruirla en sí”. (1993, p. 14). Entonces no es perfecto, pero si perfectible en el retorno a sí mismo en el ser del otro para su propia reconstrucción.

Gadamer aclara que el producto de la formación no es cumplir con objetivos técnicos, y que la formación no es estática, se encuentra “en un constante desarrollo y progresión” (p. 15), y ligado a esto también la ve como un concepto “genuinamente histórico”: “En la formación alcanzada nada desaparece, sino que todo se guarda”. (p. 15). Desde esta concepción histórica de la formación, Gadamer cita a Hegel quien ve en la formación la condición de la existencia de la filosofía y adicionalmente aclara que la formación también es la condición de las ciencias del espíritu “pues el ser del espíritu está esencialmente unido a la idea de formación.” (1993, p. 15).

Siguiendo esta perspectiva, Gadamer expresa que lo que Hegel llama “la esencia formal de la formación” (p. 15) está en la generalidad y esta generalidad es entendida como un ascenso de la individualidad, un dejar de mirarse únicamente a sí mismo, entender el significado del bien común para establecer su particularidad y entonces concluye que: “La esencia general de la formación humana es convertirse en un ser espiritual general”. (p. 15) así, la formación es física, cultural, histórica, pero realmente no llegará a la generalidad o ascenso de la particularidad si no llega a lo esencial, si no encierra también una dimensión espiritual que es la que realmente mostrará la autoconciencia, un desarrollo de la inteligencia con una conquista de la libertad y de juicio ético: “el retorno a sí que implica por supuesto enajenación, lo que constituye la esencia de la formación.” (1993, p. 16).

Desde ese punto de vista cada aprendizaje que el hombre adquiera, cada conocimiento causado, así sea a nivel de contenidos, habilidades o destrezas no se hará sin sentido sino al contrario irá ganando un sentido de sí mismo: “es completamente correcto afirmar que el trabajo forma” (p. 15) y así describe Gadamer la formación práctica como una búsqueda de la generalidad sobre el interés propio y el deseo o necesidad personal.

Aunque el concepto hasta aquí tratado tiene todo que ver con la formación de profesionales arquitectos, se enuncia como aclaración su relación con la última característica mencionada: la formación práctica, pues en Arquitectura la enseñanza y oficio tienen una gran fuerza en esta dimensión, pero solamente será formación si es general, si tiene en cuenta todas las dimensiones: “La formación práctica se demuestra entonces en el hecho de que se desempeña la profesión en todas sus direcciones” (p. 16) y explica Gadamer que el escoger una profesión es una decisión que

implica un sacrificio de lo propio para trascender a lo universal. “el reconocimiento de sí mismo en el ser del otro” (1993, p. 16).

En Arquitectura, una disciplina ante todo humana es realmente importante la superación del ego estético muchas veces fomentado por las revistas y concursos que presentan el ideal del arquitecto como una estrella que crea objetos solamente desde el *hacer*, como “obras de arte”, sin una reflexión profunda de la esencia de su formación hacia la creación de saberes que permitan ver que la razón de su quehacer es el *ser* y no el objeto.

Esta formación práctica se puede relacionar con la propuesta de Donald Schön del *practicum reflexivo* (1992), este *practicum* reflexivo no es la formación práctica como enseñanza técnica exclusivamente instrumental es reflexión en la acción, reflexión mientras se trabaja para después volver a pensar sobre lo reflexionado en la acción, es la práctica unida a la teoría, es el *hacer* unido al *saber* con un fin hacia el *ser* para la generación de conocimiento y pensamiento reflexivo, consecuencial y responsable.

Gadamer también describe la importancia de la formación teórica y se deduce que, aunque son medios diferentes la práctica y la teoría, su fin es el mismo: el reencuentro con uno mismo en el otro y la búsqueda de la generalidad. “La formación teórica consiste en aprender a aceptar la validez de otras cosas también, y en encontrar puntos de vista generales para aprehender la cosa, “lo objetivo en su libertad”, sin interés ni provecho propio-.” (Gadamer, 1993, p. 16), entonces se reconoce que cualquier ganancia de formación pasa por la apropiación y configuración de conceptos teóricos que se constituyen en puntos de partida para el retorno a sí mismo, se interpreta

que es necesario seguir la frase de Bernardo de Chartres que rescató Newton y hacerse “como enanos a los hombros de gigantes”:

Reconocer en lo extraño lo propio, y hacerlo familiar, es el movimiento fundamental del espíritu, cuyo ser no es sino retorno a si mismo desde el ser del otro. (..) Cada individuo que asciende desde su ser natural hacia lo espiritual encuentra en el idioma, costumbres e instituciones de su pueblo, una sustancia dada que debe hacer suya de un modo análogo a como adquiere el lenguaje. (Gadamer, 1993, p. 16).

Entonces, desde la perfectibilidad del ser, aunque se alcance una formación teórica, práctica, y que incluya el ascenso del ser en todas sus dimensiones; no se podrá hablar de una formación terminada, aunque sí de una fase de madurez que permita la autoconciencia y formación del juicio para dirigir la libertad conquistada. Gadamer da el ejemplo de la *formación completa* en el ámbito físico del cuerpo como un estado de madurez “que hace posible el armonioso movimiento de todos los miembros.” (p. 17) y lo compara con la conciencia científica ya formada “posee por lo tanto ese tacto verdaderamente inaprensible e inimitable que sustenta como un elemento la formación del juicio y el modo de conocer de las ciencias del espíritu”. (p. 17). y esto le puede dar libertad de movimiento al intelecto para emitir juicios con ese tacto que da sutileza para interpretar y sensibilidad para evitar lo que puede incomodar al otro. Como menciona Helmholtz citado por Gadamer el tacto también involucra haber formado la conciencia histórica y estética.

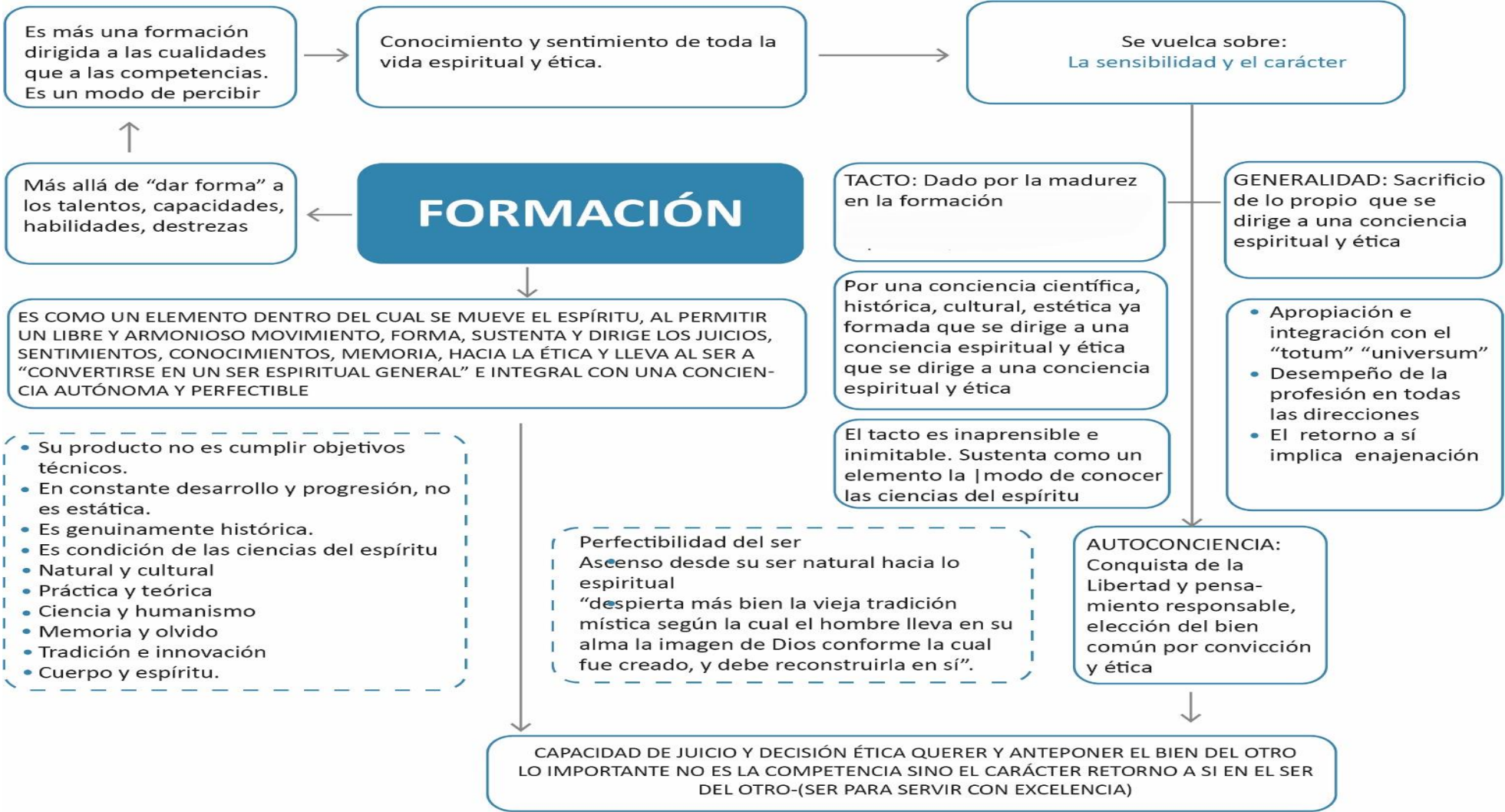
También se puede deducir de lo descrito por Gadamer que es formación la capacidad de desaprender y reaprender, pues, así como le da un puesto importante a la memoria como “un rasgo

esencial del ser histórico” (p. 17) también le da importancia al olvido: “Sólo por el olvido obtiene el espíritu la posibilidad de su total renovación, la capacidad de verlo todo con ojos nuevos, de manera que lo que es de antiguo familiar se funda con lo recién percibido”. (p. 17) así la formación también involucra la tradición y la innovación. La tradición debe ser permanentemente contextualizada para que no desaparezca y la innovación debe reconocer sus raíces para llevar a cambios positivos, En este punto se aclara que la Formación, así como *genuinamente histórica* al incluir innovación también implica las nuevas tecnologías, no puede desconocer los avances científicos y tecnológicos ni el desarrollo de competencias que permitan acceder a ellos, pero esa misma visión integral le permitirá evaluarlos de manera crítica y pasarlos por ese tamiz de juicio ético, adaptarse y optar por los que contribuyen al perfeccionamiento del ser humano.

A manera de síntesis de este apartado, se presentan los aspectos principales del concepto de formación desde el texto de Gadamer en la

Figura 20

Cuadro Síntesis de la Definición de Formación



Fuente: Elaboración propia, (2018) a partir de la interpretación de Gadamer (1993, pp. 14-19)

Relación y Visión de Otros Autores con el Concepto de Formación

Werner Jaeger (2001) en el texto *Paideia: los ideales de la cultura griega*, dedica dos tomos a explicar lo que significa la formación del hombre griego, la cual se resume en la palabra *paideia*, esta palabra encierra la integralidad del hombre griego su corporalidad y espiritualidad; se entiende que es tan amplio el concepto que una sola palabra en español no lo lograría traducir:

Es imposible rehuir el empleo de expresiones modernas tales como civilización, cultura, tradición, literatura o educación. Pero ninguna de ellas coincide realmente con lo que los griegos entendían por *paideia*. Cada uno de estos términos se reduce a expresar un aspecto de aquel concepto general, y para abarcar el campo de conjunto del concepto griego sería necesario emplearlos todos a la vez. Sin embargo, la verdadera esencia del estudio y de las actividades del estudioso se basa en la unidad originaria de todos estos aspectos —unidad expresada por la palabra griega— y no en la diversidad subrayada y completada por los giros modernos. Los antiguos tenían la convicción de que la educación y la cultura no constituyen un arte formal o una teoría abstracta, distintos de la estructura histórica objetiva de la vida espiritual de una nación (Jaeger, 2001, p. 2).

En el texto explica Jaeger que la educación no es de carácter individual, es de la comunidad y está encaminada a la transformación de la sociedad, en concordancia con la generalidad sobre la individualidad que menciona Gadamer, también Jaeger cita la palabra alemana *Bildung* traducida como formación o configuración y expresa que “designa del modo más intuitivo la esencia de la educación en el sentido griego y platónico”, confirma que va más allá de la instrucción o el adiestramiento, “Dondequiera que en la historia reaparece esta idea, es una herencia de los griegos,

y reaparece dondequiera que el espíritu humano abandona la idea de un adiestramiento según fines exteriores y reflexiona sobre la esencia propia de la educación.” (2001, p. 17).

También articulado con el concepto, contenido, características y fin de la formación en Gadamer, explica Jaeger que cuando en Grecia se hablaba de algo todo lo que lo rodeaba era coherente al concepto, por ejemplo, si se hablaba de *belleza* se estaba en un espacio *bello* se transmitía con un lenguaje *bello*, se buscaba la integralidad y todo sustentado en que su principio espiritual no estaba en el individualismo sino en el humanismo. Entonces la formación en Grecia crea un ideal del hombre, pero no independiente del espacio y el tiempo, “Es una forma viviente que se desarrolla en el suelo de un pueblo y persiste a través de los cambios históricos. Recoge y acepta todos los cambios de su destino y todas las etapas de su desarrollo histórico.” (2001, p. 18) y también tiene un fin: alcanzar la virtud y el honor, la educación en los valores que distinguirán a su pueblo. Entonces la *paideia* se podría asimilar al concepto de formación en Gadamer y a la explicación de formación integral que se busca.

Además, como autor transversal de la investigación y fundamento del desarrollo de pensamiento reflexivo, se expone el punto de vista de John Dewey, quien dirige también ese desarrollo de pensamiento hacia la educación para la democracia y la ética, Dewey reconoce igualmente que la formación no es solamente intelectual:

Es evidente que la educación no se agota en su aspecto intelectual, que hay actitudes prácticas de eficiencia que formar, disposiciones morales que fortalecer y desarrollar, apreciaciones estéticas que cultivar. Pero en todo ello hay al menos un elemento de significado consciente y, por ende, de pensamiento. De lo contrario, la actividad práctica es

mecánica y rutinaria; la moral, ciega y arbitraria; y la apreciación estética, pura efusión sentimental. (Dewey, 1989, p. 91)

Dewey liga el desarrollo de pensamiento reflexivo con llegar a conclusiones éticas y responsables, al *tacto* mencionado por Gadamer, así caracteriza el pensamiento reflexivo como un pensamiento consecuencial y no solamente secuencial: “Ser intelectualmente responsable quiere decir considerar las consecuencias de un paso proyectado (...) La responsabilidad intelectual asegura la integridad, esto es, la coherencia y la armonía en las creencias. (1989, p. 47) aspecto relacionado también con la coherencia característica de la *paideia*.

Así expresa John Dewey que hay una relación entre el aprendizaje intelectual y la formación del carácter y que la educación por tanto es una y cumple su objetivo cuando es integral “en lo que se refiere a los objetivos de la educación, entre los principios morales de la lógica y las cualidades morales del carácter no puede abrirse abismo alguno. Por el contrario, es necesario fundirlos en una unidad.” (1989, p. 49).

Esta relación entre expansión intelectual y formación de conciencia ética es reforzada por otro autor importante para la construcción del concepto de formación integral: John H. Newman quien en el libro *Discursos sobre el fin y la naturaleza de la educación universitaria* (1996), y específicamente en el discurso sexto “*El saber considerado en relación a la cultura*”, define el concepto de “expansión intelectual” o “excelencia intelectual” que se asimila al concepto de formación integral y permite deducir características de la formación integral del arquitecto que se entiende reflejada en un *Arquitecto Reflexivo* ya que ésta “expansión intelectual” va más allá de competencia, habilidad, capacidad, genio, talento, juicio, gusto, sabiduría, conocimiento, saber,

ciencia pues supone una ampliación, expansión o iluminación; “Se trata de la acción de un poder formativo que produce orden y da sentido a la materia de nuestras adquisiciones intelectuales.” (1996, p. 151).

Newman llama entonces a esta expansión intelectual *filosofía* y muestra la misión de la Universidad tras la búsqueda de esta excelencia como un fin en sí misma: “pienso que el asunto de una universidad es hacer de la cultura intelectual su objeto más directo, o aplicarse a la educación del intelecto” (1996, p. 144) pero en concordancia con lo explicado por Jaeger, Dewey y Gadamer sobre la madurez en la formación que lleva a esa “conciencia científica formada”, para poder tender a decisiones éticas, Newman muestra el propósito de ese *aplicarse a la educación del intelecto*: “La universidad educa el intelecto para que razone bien en todos los temas, para que tienda hacia la verdad y la asimile”. (Newman, 1996, p. 114).

Entonces de acuerdo a la conceptualización del Arquitecto Reflexivo, en Rodríguez-Ibarra (2016), y relacionado con lo expuesto por Gadamer, Newman muestra un conocimiento, una concepción de *Formación* equiparada como *Expansión intelectual* que:

más allá de un saber una gran cantidad de cosas, es una luz que puede alumbrar el camino de las decisiones, es un conocimiento que favorece la conquista de la libertad, que forma criterio, que amplía los puntos de vista para comprender los objetos de estudio, una reflexión para actuar con “razón” ante todos los temas de la vida, para mantener la estabilidad ante las dificultades, una herramienta para solucionar problemas con creatividad. Un saber que es capaz de pensar sobre ese saber. Como un fin en sí mismo pero que tiene un lugar, un lugar

donde el hombre es superior a él: el conocimiento al servicio del hombre y no el hombre al servicio del conocimiento. (Rodríguez-Ibarra, 2016, p. 41).

Esa responsabilidad de la Educación-Formación- con una visión trascendente hacia la búsqueda del bien de todos, hacia una democracia dirigida a sostener los ciudadanos del mundo con el rescate de los valores y derechos humanos, se retoma con propuestas concretas en el libro *Sin fines de lucro* (2016) donde Martha Nussbaum, describe la importancia del pensamiento crítico y la capacidad de autocrítica o autoexamen, el valor de la enseñanza de las humanidades en el desarrollo de esta capacidad Socrática, así como la capacidad de verse como “ciudadano del mundo” de un mundo heterogéneo, esto sugiere que la formación integral no puede dejar de lado las humanidades, en concordancia con la búsqueda del hombre culto y del concepto de formación como *genuinamente histórico*. Así por ejemplo se propone rescatar o enriquecer en los programas de arquitectura: la historia de la humanidad y la historia de la arquitectura enmarcados en la lógica de la reflexión que facilite la expansión del intelecto: “La educación no consiste en la asimilación pasiva de datos y contenidos culturales, sino en el planteo de desafíos para que el intelecto se torne activo y competente, dotado de pensamiento crítico para un mundo complejo” (Nussbaum, 2016, p. 39).

En concordancia con los conceptos de formación de los otros autores, y sobre todo con el concepto de *generalidad* explicado en Gadamer, donde se indica que es necesario superar la individualidad e ir tras lo general que llegue hasta la sensibilidad y el carácter que guíen las decisiones, para un *Arquitecto Reflexivo* es indispensable reconocer el contexto y “ponerse en los zapatos del otro”, entonces, por qué no aprovechar la riqueza y valor del arte, de la enseñanza del diseño arquitectónico y hacer ejercicios de lo que Martha Nussbaum denomina “imaginación

narrativa” por ejemplo, si su proyecto es un hospital debe tener capacidad de ponerse en el lugar del médico, del enfermo... “Las personas que estudian arte y literatura aprenden a imaginar la situación de otros seres humanos, capacidad esta que resulta fundamental para una democracia próspera y supone el cultivo de nuestros “ojos interiores”. (Nussbaum, 2016, p. 12) 12). Por lo tanto, un Arquitecto Reflexivo es entonces sensible a la humanidad.

Así, se relaciona esta sensibilidad a la humanidad con la explicación que proporciona Martha Nussbaum sobre dónde debe enfocarse la educación:

A mi entender, este relato del narcisismo, la indefensión, la impotencia, la vergüenza, la repugnancia y la comprensión constituye el núcleo de aquello en lo que debe enfocarse la educación para la democracia ... La educación emocional de Emilio debe extenderse en el tiempo mediante una gran variedad de relatos, debe aprender a identificarse con los demás, a ver el mundo a través de los ojos ajenos y a sentir mediante la imaginación el sufrimiento de las otras personas. Solo de ese modo será posible que éstas, a la distancia, le parezcan reales e iguales a él. (Nussbaum, 2016, p. 68)

Lo anterior se reafirma con la opinión sobre la enseñanza actual de la Arquitectura escrita en un artículo del periódico EL PAÍS (Silió, 2015) donde se destaca un escrito por Martha Thorne directora ejecutiva del Premio Pritzker - Premio de arquitectura de mayor prestigio en el mundo- y vicedecana del IE School of Architecture & Design

En mi opinión, la clave está en la relevancia. Las escuelas de Arquitectura combinan asignaturas rigurosamente científicas y técnicas, pero a ellas hay que añadirles otras de

pensamiento crítico, creativo y estratégico que vienen dadas por las humanidades y otras disciplinas. Las escuelas necesitan inspirar en sus estudiantes la necesidad de crear lugares y ciudades en las que todos podamos vivir, no sólo edificios como objetos, o arquitectura para una élite.

Debemos hacer ver a los sectores público y privado que la arquitectura y el diseño dan una multitud de soluciones creativas para muchos problemas; que la arquitectura debe tener un papel más amplio al servicio de la sociedad. Este es el mayor reto de la educación de arquitectura en el futuro. Martha Thorne directora ejecutiva del Premio Pritzker. EL PAÍS (Silió, 2015)

En conclusión para esta categoría, la formación es un concepto que en sí mismo es integral y multidimensional porque involucra naturaleza, cultura, teoría, práctica, tradición, innovación, memoria, olvido...las dimensiones físicas, psíquicas, intelectuales, morales, emocionales, sociales, afectivas, cívicas... una conciencia socio cultural, política, histórica, ambiental, estética, pero no existe sin lo esencial: la dimensión y conciencia espiritual y ética, no existe si no llega a la formación del carácter, a la conquista de la libertad y a la sensibilidad a la humanidad, que se refleja en esa humildad ante la generalidad.

Entonces es integral la formación porque *mira* en todas las direcciones, porque su fin es *convertirse en un ser espiritual general* y esa generalidad incluye no mirarse únicamente a sí mismo sino superar la particularidad y reconocerse en el ser del otro, tener en cuenta el punto de vista del otro y los conocimientos teóricos fundamentales, entonces incluye una formación teórica y adicionalmente formación práctica donde el trabajo recobra sentido porque en la práctica se adquiere formación: “En la formación uno se apropia por entero aquello en lo cual y a través de lo

cual uno se forma. En esta medida todo lo que ella incorpora se integra en ella.” (Gadamer, 1993, p. 15).

Así, si la formación no es integral, entonces no es *Formación* – con *F* mayúscula–el transmitir solamente contenidos, procedimientos o comportamientos no la define. La Formación va al proceso completo de configurar el ser en todas sus dimensiones. La formación no es estática, es flexible en constante desarrollo y progresión porque su esencia está en la ascensión para llegar a una autoconciencia que dirija la autogestión hacia decisiones responsables consigo mismo y con los demás, se forman biografías, historias, se forma la vida y la vida es integral...

La Formación vista como expansión de la mente “es un proceso analítico, distributivo y armonizador” (Newman, 1996), así, la Formación integral del arquitecto puede ser vista como el desarrollo de un pensamiento reflexivo que lleva a la comprensión, implica parte activa de la mente, compara, ordena, sistematiza, relaciona, observa, sabe particularizar y generalizar, genera hipótesis, adopta una visión “conexa y armónica” de los opuestos, compone intersticios que dan sentido al saber. Puede reinventar procedimientos, priorizar, captar los principios fundamentales y reconocer su centro y todos sus aprendizajes pasan por este “tamiz” de juicio que llevará a la decantación y decisión por juicios que antepongan la ética. (Rodríguez-Ibarra, 2016, p. 42).

La *Formación* incluso *integra* opuestos, contrarios que en ocasiones se perciben como incompatibles, pero que en ese enfrentamiento llegan a complementarse, llegan a ser aún necesarios entre sí y necesarios para ampliar la reflexión y la comprensión del “*totum*”: cuerpo y espíritu, naturaleza y cultura, teoría y práctica, ciencia y humanismo, tradición e innovación,

memoria y olvido; Esta integración de opuestos permite también comprender el enunciado de Aristóteles en su *Ética a Nicómaco*: “en el punto medio está la virtud”(Aristóteles, s. f.).

La integridad en la formación, es una educación que reconoce que en cualquier actividad educativa está implicada la persona como un todo: atiende tanto la inteligencia y la voluntad como la afectividad, la imaginación como la acción, el desarrollo individual como el social; que permite a cada persona perfeccionarse en el contexto de la totalidad de su ser” (Universidad Católica de Colombia, 2005, p. 14).

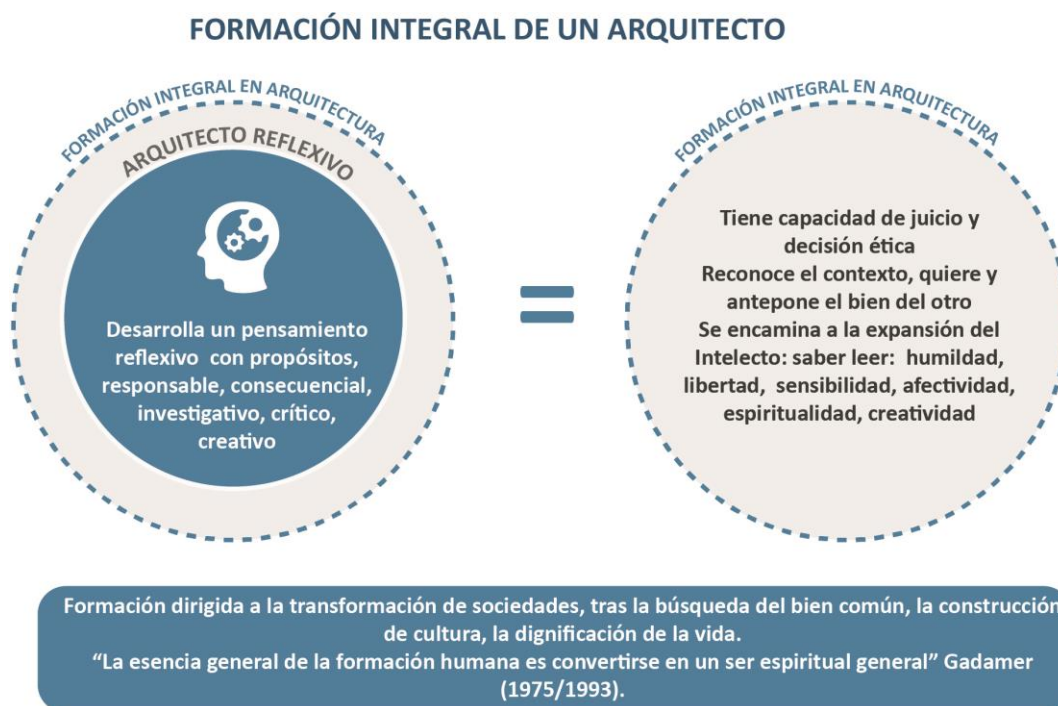
Entonces, formar integralmente a un arquitecto además de lo expuesto, también significa ir al desarrollo de su inteligencia como ese saber leer del latín *intellegere*, que se traduce como saber elegir o saber decidir, pues su formación debe capacitarlo para anteponer la ética ante cada juicio u opción que tome, para tener un pensamiento más allá de secuencial que logre un pensamiento consecuencial: capaz de reconocer las consecuencias de sus actos, entonces se liga la inteligencia con la conquista de la libertad basadas en la responsabilidad y generalidad, pues ese saber leer también implica leer al otro, mirar sus necesidades, sus deseos y anteponer el bien común ante su ego estético: “aprender a proyectar o a componer, supone aprender a mirar” (Correal Pachón et al., 2015, p. 20).

Así, la Formación o es integral o no sería formación porque la Formación es general, multidimensional, reconoce el contexto, relaciona opuestos, va tras el “totum”, más allá de “dar forma” a talentos y capacidades, supera las competencias desde el hacer, se dirige hacia las cualidades, al ser, y a la generalidad, el servir; se refleja en el carácter y la sensibilidad de la persona para conquistar la humildad, la inteligencia: ese “saber leer” que lleva a la libertad de la

capacidad de discernimiento por el bien del otro y el bien propio, a ese tacto que se dirigirá a la ética, fruto del desarrollo del pensamiento con propósitos, responsable, consecuencial, investigativo, que se proyectará en un Arquitecto Reflexivo.

Figura 21

La Formación Integral en Arquitectura se Dirige a la Formación del Arquitecto Reflexivo



Fuente: Elaboración propia. 2018

“Resulta ineludible mantener que la educación posee una decisiva dimensión moral. La ética no nos la podemos quitar de encima, por más permisivos que pretendamos ser.” (Llano Cifuentes, 2003, p. 103)

Categoría 2

BIM-Building Information Modeling

¿Qué papel puede desempeñar la implementación del BIM en la enseñanza- aprendizaje de la Arquitectura?, cuestión derivada desde el problema formulado en esta tesis y la necesidad de los currículos de Arquitectura de renovar y alinear sus propósitos con las demandas actuales, así como con el requerimiento de inclusión de la innovación tecnológica en los planes de estudio.

En esta categoría se acerca a la cuestión enunciada desde la pregunta base: *¿Qué es el BIM?*, se analiza el concepto BIM, principalmente a partir de la bibliografía y trabajo desarrollado por Eloi Coloma Picò investigador experto en el tema quien dirigió la pasantía internacional realizada en el marco del Máster en BIM Management Steering en la UPC School (Fundación de la Universidad Politécnica de Cataluña) a través de la empresa COLOMA ARMENGOL SCP de la ciudad de Barcelona (España), empresa consultora especializada en procesos de innovación tecnológica en el sector de la construcción. Así en el acercamiento al constructo desde la conceptualización de expertos surge la reflexión y conjeturas que permiten generar luces en la búsqueda de lo esencial del BIM para contribuir en el camino de su implementación en la formación de arquitectos.

De esta manera, se optimiza el espacio ofrecido por la pasantía para adquirir información y construir el concepto desde fuentes directas y en coherencia con el Diseño Metodológico de la tesis que tiene un enfoque Pragmatista apoyado en un método de Teoría Fundamentada, el cual permite esa simultaneidad y flexibilidad en la búsqueda, análisis, emergencia y levantamiento de

datos: “En este método, el investigador se encuentra inmerso en el campo de estudio” (Bonilla-García & López-Suárez, 2016, p. 305).

Entonces, desde el Pragmatismo, el investigador está en todo momento como dice Dewey (1989) dándole vueltas a su cuestión en la cabeza, y sus observaciones están dirigidas a ese objeto de estudio de manera permanente no con un orden lineal estricto sino más bien como un ir y venir aunque organizado y con todos los elementos estructurantes de una investigación rigurosa, además en la Teoría Fundamentada las observaciones consideran tanto la propia interpretación del investigador “como la de los otros sujetos implicados” (Bonilla-García & López-Suárez, 2016, p. 305). Entonces, la pasantía internacional fue base para la obtención del dato y la construcción del Marco Referencial en lo relacionado con la categoría BIM.

El interés en la definición del concepto BIM en esta tesis se centra en encontrar su esencia antes que definirlo como tecnología, metodología, modelo de negocio, términos que aclaran ampliamente expertos en el tema y que se encuentran suficientes en fuentes de acceso expedito. El interés de la conceptualización en esta tesis está más en vislumbrar su papel, su finalidad, acercarse a los procesos cognitivos y habilidades necesarios para comprenderlo e implementarlo de la mejor manera en la Educación Superior aun cuando esta implementación sea sólo el sustrato para que los futuros arquitectos puedan de manera permanente como estudiantes e incluso durante el ejercicio de su profesión adaptarse con flexibilidad a los nuevos conocimientos y tecnologías en un mundo cambiante a grandes velocidades.

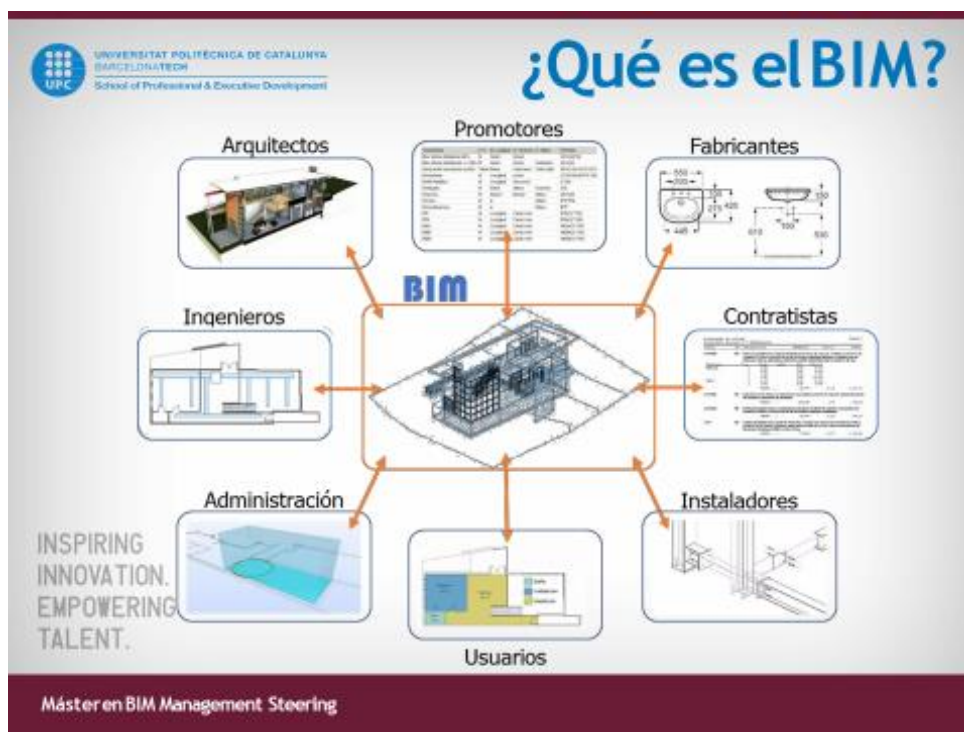
En el subtítulo siguiente denominado *Definiciones del BIM y desarrollo de la construcción teórica del concepto*, de manera general se hace un recorrido por definiciones que califican el BIM desde diversos términos y por algunas que muestran los orígenes para vislumbrar en su expresión y relación lo fundamental. Como introducción a estas definiciones y para entender de manera preliminar qué es el BIM, en la

Figura 22, Figura 23 y

Figura 24, se pueden observar algunas diapositivas presentadas por el Arq. Coloma durante la pasantía internacional y que introducen una síntesis del concepto BIM. Así desde el recurso gráfico se pueden extraer conclusiones e ideas básicas para comprender las definiciones de los siguientes apartados.

Figura 22

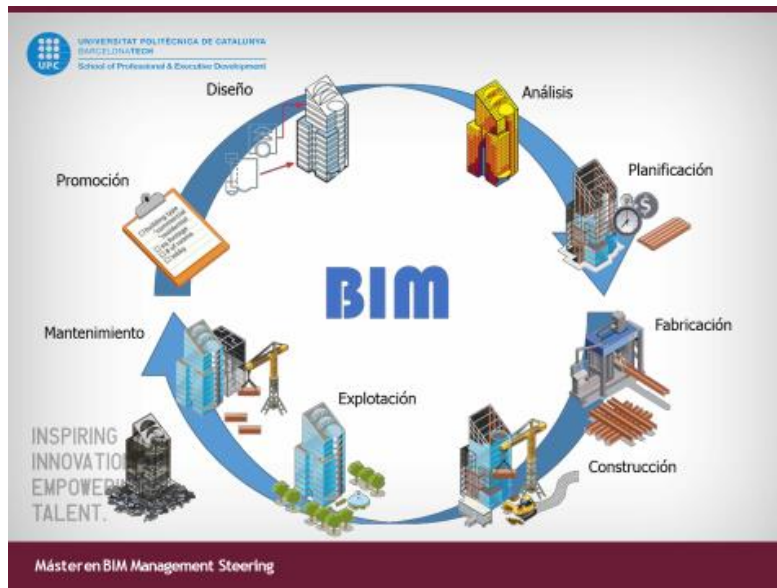
Presentación Máster en BIM Management Steering - ¿Qué es el BIM?



Fuente: Presentación en la UPC School (Coloma Picò, 2018)

Figura 23

Presentación Máster en BIM Management Steering - Ciclo de Vida Proyecto



Fuente: Presentación en la UPC School (Coloma Picò, 2018)

Figura 24

Presentación Máster en BIM Management Steering: Entrada Inteligente-salida coordinada en las diferentes dimensiones que abarca el BIM



Fuente: Presentación en la UPC School (Coloma Picò, 2018)
En la

Figura 22, Figura 23 y Figura 24, se puede ver el Proyecto Arquitectónico en el centro, expresado y derivado como un modelo tridimensional, una simulación digital que focaliza muchas variables, dimensiones, etapas, procesos, actores, especificaciones, involucradas en su diseño, desarrollo, operación y que necesitan de un instrumento administrador e integrador, así se puede observar el BIM como ese instrumento que favorece y organiza el proceso coordinado y simultáneo de gran cantidad de información que llega de diferentes fuentes para generar valor adicional al hecho proyectual y constructivo, que permite ventajas y logro de propósitos que sin la ayuda de la tecnología serían muy difíciles o hasta imposibles de alcanzar en un tiempo determinado.

Entonces si se busca la importancia del BIM para la formación de los arquitectos del Siglo XXI, como bases preliminares se podría interpretar que el que está en el centro de las figuras es un proyecto, es un objeto de estudio, es un interés común y para el bien común, es la idea, la formulación del problema al inicio del proceso y la conclusión, la solución concertada al final. Ya en el centro no está un profesional que quiere figurar, o una inversión con fines sólo económicos, o el diseño de una obra cuyo propósito sea únicamente artístico sin pensar siquiera para quien va dirigido, en el centro está la investigación de muchos tras la respuesta idónea a una necesidad, está la Arquitectura basada en decisiones responsables, analíticas, validadas en evidencias e información cabal.

Así en los siguientes apartados se tratará de vislumbrar esta esencia del concepto BIM, para esto se parte de definiciones que le dan diferentes nominaciones para observar diversos puntos de vista que permitan comprender esta categoría bajo el propósito de este trabajo. También se revisará

el origen del término para ir en búsqueda de lo inherente y pertinente hacia la formación de arquitectos.

Definiciones del BIM y Desarrollo de la Construcción Teórica del Concepto:

La observación, presentación y discusión desde la pasantía doctoral se centra en entender ¿Qué es el BIM?, surge como reflexión comprender que el BIM va más allá de su reconocimiento actual como una tecnología, un sistema, una metodología de trabajo colaborativo, un modelo de gestión, un modelo de negocio, un proceso... como lo expresan diferentes definiciones: “El BIM es un sistema de colaboración en el cual se pretende que todos los agentes que participan en el proceso constructivo compartan una misma información.” (García, 2018). “BIM (Building Information Modeling) es una metodología que permite crear simulaciones digitales de diseño, manejando coordinadamente toda la información que conlleva un proyecto de arquitectura.” (Franco, 2018). “El Building Information Modeling es un sistema de gestión de las obras de construcción que está basado en el uso de un modelo tridimensional virtual relacionado con bases de datos”. “BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.”(ITeC Instituto Tecnológico de la Construcción de Catalunya, s. f.), en la página del ITeC también se describen las dimensiones que comprende el BIM: “BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costos (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D)” y al considerarlo sistema de gestión, definen los modelos BIM, la tecnología BIM y las metodologías BIM:

La **tecnología BIM** es cualquier solución tecnológica que participa en la **creación y gestión**

de los modelos BIM a lo largo del ciclo de vida de las construcciones – planificación, diseño, construcción, uso, mantenimiento y deconstrucción-. La tecnología BIM pueden ser **bases de datos, aplicaciones de software y herramientas de hardware**.

En relación con los procesos, las **metodologías BIM** permiten que los agentes del proceso constructivo generen conocimiento y lo compartan en un **entorno plenamente colaborativo** para hacer más eficientes todos los aspectos de los edificios o las infraestructuras. (ITeC Instituto Tecnológico de la Construcción de Catalunya, s. f.)

Según Alan Fernando Lerma Córdova, el BIM “es un modelado a través de la información” y menciona que la letra clave de la sigla es la *I* de Información, porque se avanza del “diseño asistido por computador” (Computer Assisted Design) conocido por la sigla CAD a un encuentro de información de todas las disciplinas que se involucran en un proyecto, se agrupa en un solo modelo tridimensional toda la información para que los diferentes actores puedan acceder a los datos: “La Tecnología BIM (Building Information Modeling) logra una colaboración y flujo de información en la construcción haciendo construible lo imposible” (2018). En el marco de la cumbre: *World of Concrete* en México, Lerma Córdova expone que “Aunque algunos lo catalogan como un software para el sector de la construcción, el Building Information Modeling es una metodología de trabajo” (2020, p. 20), y hace una crítica a que en México (también replicable a Latinoamérica) se construye con procesos ineficientes y obsoletos, iguales que 20 años atrás, pero se destaca que se empieza a introducir la tecnología BIM a los procesos lo que “asegura el control de calidad, los tiempos y costos de una edificación” y añadió ventajas como mejorar la logística de fabricación, construcción, embarques, entre otras. Lerma Córdova, presenta un

contraargumento a la crítica generalizada de que la implementación del BIM exige mucha inversión de dinero:

Hay un mito con esta metodología de trabajo, ya que las empresas consideran que la licencia de las herramientas y el software son muy caros, pero no es así. Pueden perder más dinero con los errores que se cometen sin su uso. (2020, p. 20).

Héctor Miller (2017) explica en un video formativo que el BIM se conoce como el acrónimo de Building Information Modeling y que ha evolucionado al Business Information Managment pero más allá de metodología su definición lo lleva a *concepto* al hacerse la pregunta ¿Qué significa realmente el BIM? Responde que no es un software, no es una herramienta: “BIM es un concepto que define un nuevo paradigma, no es un archivo, no es un objeto no es un programa, conceptualmente hablando BIM es un intangible, es un concepto que ordena a personas, a procesos y a herramientas.”, definición que se corrobora en la página web de MillerCo: “Entendemos BIM como un concepto que ordena personas, procesos y herramientas, en un entorno simultáneo, sinérgico y colaborativo, que debe asegurar la integración entre actores técnicos y no técnicos, durante el ciclo de vida del proyecto” (MILLERCO, s. f.)

. Sobre este concepto de BIM, describe Héctor Miller una diferencia entre el CAD y el BIM pues el CAD como Diseño asistido por computador impacta sólo los departamentos técnicos y el concepto BIM impacta en la cadena completa de valor en la cual menciona 4 eslabones:

1. Los impulsores del proyecto (sector público y/o privado)
2. Los diseñadores-proyectistas (arquitectos, ingenieros, asesores)

3. Los productores (asociados a procesos de fabricación, logística y construcción) Se señala que es donde hay mayor cantidad de conflicto “generalmente derivadas de falta de documentación, rigor, concertación y precisión”.
4. Los usuarios finales (Uso, operación, mantenimiento)

Muestra Miller un cambio de paradigma del CAD al BIM y explica este cambio sustancial entre uno y otro:

El paradigma CAD se explica sólo desde el uso de las herramientas, BIM en cambio, se explica desde la construcción de una única base de datos conceptual, las herramientas hicieron posible la construcción de BIM como concepto, pero la utilización de las herramientas nativas o no nativas BIM no garantizan que estemos construyendo conceptualmente un modelo BIM, (...) sólo la buena praxis en la ejecución de los procesos, garantizan que el concepto sea aplicado. El modelo 3D es en realidad una representación arquitectónica de la única base de datos conceptual que existe.(Miller, 2017)

Hasta este punto se han presentado definiciones que surgen sobre todo desde el ámbito e investigación en la práctica empresarial o de instituciones y agremiaciones dedicadas a la implementación del BIM, desde lo concreto y aplicado pues es desde donde nace la necesidad de su uso, a pesar de contar con numerosos artículos de investigación, no es fácil encontrar desde la academia trabajos extensos o libros que profundicen en el concepto y sobre todo que lo relacionen con la enseñanza del diseño arquitectónico y con la Formación integral del arquitecto, es por esta razón que se tomarán como referentes base para la definición del concepto de BIM la desarrollada

en la Tesis Doctoral de Eloi Coloma: *Tecnología BIM para el Diseño Arquitectónico* y las inferencias de las observaciones y conclusiones de la estancia doctoral y su relación con el desarrollo del pensamiento, las habilidades y requerimientos del contexto actual.

Sobre los orígenes e historia del concepto BIM, la idea de emplear modelos de información data de más de 40 años, Charles M. Eastman es llamado el “padre del BIM”, fue el primero en escribir en 1969 un artículo desde la Universidad Carnegie-Mellon sobre Procesos cognitivos y diseño: “Cognitive processes and ill-defined problems: a case study from design” (Eastman, 1969) allí describe los esfuerzos para extender el modelo de procesamiento de información para la resolución de problemas en áreas mal definidas “ill- defined” donde clasifica al área del diseño, pues argumenta Eastman que en dicha área no es fácil formular un problema porque carece de un lenguaje preciso para la representación de sus problemas y además se desconocen las transformaciones disponibles para manipular un diseño, también carece de enunciación exacta de un estado objetivo aceptable. Por lo tanto, al igual que para otros problemas mal definidos, las técnicas para tratar los problemas de diseño son intuitivos y lo que presenta en el artículo son resultados de estudios que aplican la teoría y las técnicas analíticas del procesamiento de información compleja a problemas mal definidos dentro del campo del diseño.

Los objetivos de estos primeros estudios de Eastman incluyen una mejor comprensión de los procesos creativos y la exploración de medios para su mecanización, usar conceptos desde la psicología sobre procesamiento de información para estudiar la formación de conceptos y problemas. Eastman entiende pensar como procesar información y por lo tanto la cognición o el pensamiento es el resultado de reunir información en una secuencia combinatoria única. En este

sentido, una situación problemática es única porque una respuesta específica a un conjunto de entradas no está disponible directamente. Lo que está en juego es la selección de entradas apropiadas de la memoria o del entorno. También está en juego la búsqueda de su secuencia combinatoria posiblemente única. El procesamiento que implica la cognición y la resolución de problemas puede modelarse como una serie de transformaciones que generan una secuencia de estados de información.

Eastman concluye en este artículo que se ha demostrado que las teorías del procesamiento complejo de la información son aplicables a problemas mal definidos (como categoriza a los problemas de diseño). Entonces relaciona los procesos cognitivos con los procesos de información y vislumbra el potencial de futuros programas de computador que permitan este procesamiento complejo de información. “By further delineating the specification of problem solving greater intelligence and creativity maybe allowed to be built in to future computer programs”. [Al delinear aún más la especificación de la resolución de problemas, se puede permitir que una mayor inteligencia y creatividad se vierta en futuros programas informáticos.] Así se ve la importancia del procesamiento y combinación o relación de información para solucionar los problemas de diseño y abre el camino para lo que será el BIM.

En 1975 Eastman escribe el artículo *The use of computers instead of drawings in building design*, allí se refiere el desarrollo de un prototipo funcional, un sistema de descripción de un edificio con la sigla BDS, (Building Description System), se describe un modelo de edificio en 3D de donde pueden derivarse las plantas y alzados gracias al uso de los computadores. Se incluye la idea de una “base de datos única e integrada para un análisis visual y cuantitativo” (Eastman,

1975). Se anticipa la oferta de las empresas de software de programas y herramientas para lograr lo descrito y lo más importante, se percibe cómo el uso de este BDS (luego BIM) cambiaría la manera de pensar y entender los procesos de diseño y de la industria de la construcción.

En su tesis doctoral el Arq. Eloi Coloma Picò en el apartado de historia del término BIM cita a Eastman y detalla que el enfoque BDS empezó a trabajarse en Estados Unidos como *Building Products Models* y en Europa como *Product Information Models* y que la fusión de los dos términos es lo que da origen a la sigla actual BIM *Building Information Models*, donde se le dio prioridad a *Information* sobre *Products* porque “reflectia la seva forta relació amb la tecnologia de la informació computacionala” [reflejaba su fuerte relación con las tecnologías de la información computacionales] (Coloma Picò, 2012b, p. 76).

En 1992 por primera vez el término BIM fue documentado por G.A. van Nederveen y F.Tolman (Departamento de Ingeniería Civil de la Delft University of Technology) y en 2002 Jerry Laiserin publica su artículo *Comparing Pomes and Naranjas* donde explica la dificultad en implementar nuevas herramientas y procesos para la industria de la construcción sin primero sustituir el término CAD por otro, pues CAD se queda corto y compararlo con el BIM sería como comparar “pommes and Naranjas”, así defendió la adopción universal del término utilizado ya por la empresa de software para la industria Autodesk en aplicaciones destinadas no solamente para el diseño y dibujo por computador sino para la creación de modelos de información de construcción. De allí lo adoptaron los demás fabricantes de software y relacionados con la tecnología BIM.

Sigui com sigui, el terme BIM és producte d'una llarga història que s'ha mantingut a l'ombra

durant quasi vint anys fins, començant a aflorar en l'última dècada i especialment, en l'últim lustre. No es pot atribuir la seva autoria a cap desenvolupador de software ni per cap entitat individual, sinó per una comunitat de professionals i acadèmics. [En cualquier caso, el término BIM es el producto de una larga historia que ha permanecido a la sombra durante casi veinte años hasta que, empezando a surgir en la última década y especialmente, en el último lustre. No se puede atribuir su autoría a ningún desarrollador de software o por ninguna entidad individual, sino por una comunidad de profesionales y académicos.] (Coloma Picò, 2012b, p. 76)

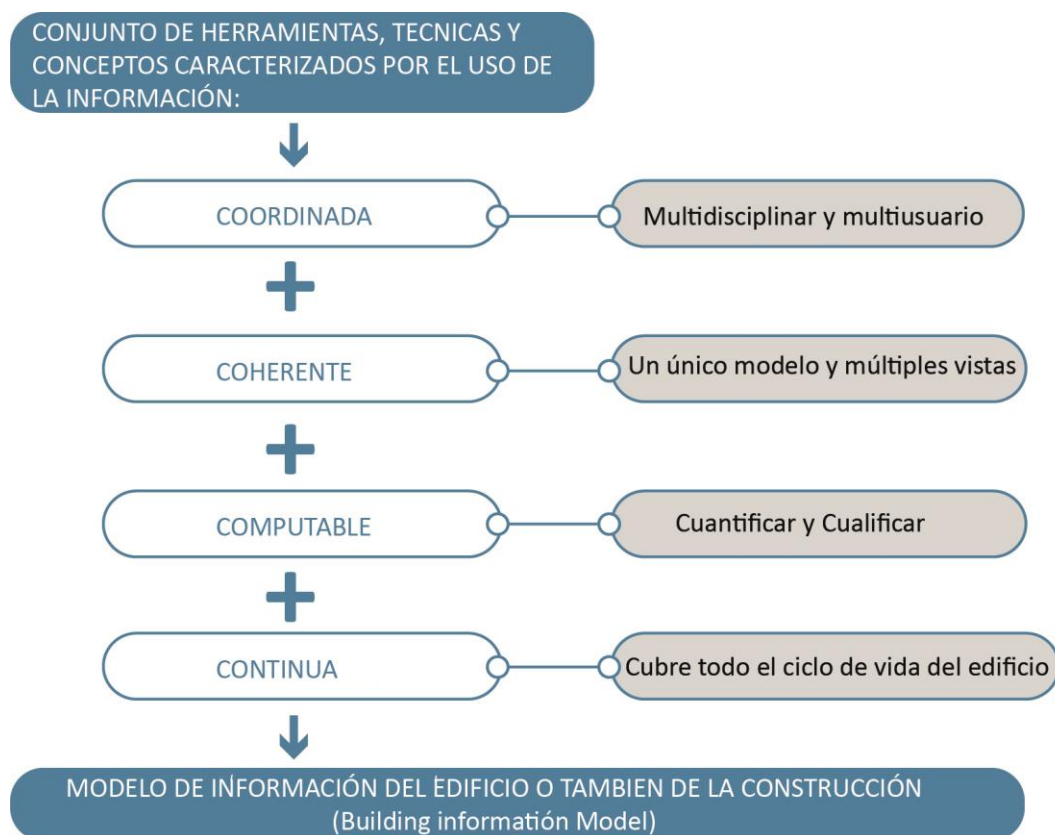
El Arq. Coloma sintetiza su definición de BIM en su tesis doctoral con una descripción y un esquema de lo que comprende el término BIM y sus características:

BIM es l'acrònim de **Building Information Modeling** (Modelat de la Informació de l'Edifici) i es refereix al conjunt d'eines, tècniques i conceptes basades en l'ús d'informació coordinada, coherent, computable i contínua; emprant una o més bases de dades compatibles que continguin tota la informació referent a l'edifici que es pretén promocionar, dissenyar, construir o explotar. Aquesta informació pot ser de tipus formal, però també pot referir-se a aspectes com ara els materials emprats i les seves qualitats físiques, els usos de cada espai, l'eficiència energètica dels tancaments, etc. [BIM es el acrónimo de Building Information Modeling y se refiere al conjunto de herramientas, técnicas y conceptos basados en el uso de información coordinada, coherente, computable y continua; utilizando una o más bases de datos compatibles que contienen toda la información relativa al edificio que se pretende promover, diseñar, construir o usar. Esta información puede ser sobre la forma del

edificio, pero también puede referirse a aspectos como los materiales empleados y sus cualidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de los recintos, etc.]. (Coloma Picò, 2012b, p. 77)

Figura 25

“L’ús d’informació coordinada, coherent, computable i continuada és la base per al BIM” [El Uso de Información Coordinada, Coherente, Computable y Continua es la Base para el BIM.]



Fuente: Figura 2.25 de la Tesis doctoral del Arq Eloi Coloma Picò. (Coloma Picò, 2012b, p. 77). [Redibujo y traducción del original en catalán]

Entonces se observa la evolución del término BIM, que conservando su principio ha logrado adaptarse al contexto flexible y cambiante que sigue en desarrollo ya que es un concepto que se alimenta y crece con las innovaciones, admite otras concepciones, metodologías, tecnologías, y está abierto a aportar aún más allá del hecho proyectual y constructivo. Lo vemos desde su origen en el enfoque del BDS *Building Description System* que se trabajó como *Building Products Models* y como *Product Information Models*, que fusionados dieron origen a la sigla BIM *Building Information Models*, o *Building Information Modeling*, y que algunos usan también hoy como *Business Information Management*, pero que en esencia continúa siendo lo que percibió Eastman en su artículo de 1969 cuando manifestó la necesidad de procesar información compleja en una forma organizada que hiciera las mejores relaciones posibles para ayudar en la búsqueda de la óptima o única secuencia combinatoria para la toma de decisiones acertadas e idóneas en problemas muy difíciles de definir como son los del diseño arquitectónico.

Así, equipara Eastman pensar con procesar y relacionar información y a través de la tecnología busca optimizar la aplicación de la teoría y las técnicas analíticas de este manejo de información compleja a la formulación y solución de los problemas, lo que permite crear un modelo de procesamiento de información que como lo reitera en su artículo de 1975 se trata del modelado y gestión de una “base de datos única e integrada para un análisis visual y cuantitativo”, bajo este fundamento el término podrá continuar evolucionando incluso hoy en la sociedad del dato, del *Big-Data* ya podría pasar de *Building information modeling* y *Business Information Management* a *Big-Data Information Management*, o *Big-Data Information Modeling* porque además ya ha superado el *Building*, ya no incluye únicamente el “edificio”.

Esto muestra que el BIM ya no es la sigla sino su fundamento, el *Big-Data Information Modeling* continuaría con la función fundamental del proceso de información y si se compara *pensar* con *procesar información* como afirma Eastman, el BIM sería un instrumento útil para la visibilización del pensamiento organizado y reflexivo. Así, el BIM más allá de sus diferentes nominaciones como tecnología, metodología, sistema, modelo, proceso, concepto se podría mirar como *saber* que admite investigación y apertura a nuevos conocimientos y que incluso puede traspasar su fin dirigido a las disciplinas relacionadas con el hecho proyectual y constructivo como la Ingeniería y la Arquitectura y aportar en otras disciplinas o campos donde podría contribuir con modelado, simulación, procesamiento, y gestión de gran cantidad de datos, para apoyar desde un trabajo colaborativo la comprensión e investigación de diversos objetos de estudio y hasta en la toma de decisiones éticas.

El BIM como Saber:

El concepto o definición del BIM se construye sobre las definiciones básicas expuestas en el apartado anterior, que recorren camino desde, tecnología, metodología, modelo, proceso hasta concepto, pero a partir de la experiencia en la pasantía internacional surge una hipótesis de trabajo que cree que ese concepto BIM desde su origen se ha enriquecido y ha evolucionado con gran flexibilidad, adaptándose a nuevas necesidades y avances, lo que hace que más que sistema, metodología, tecnología, modelado, entorno de trabajo, se está generando como campo de conocimiento y nueva área de investigación.

Así, de las explicaciones y conversaciones con el Arq. Eloi Coloma se extracta que el BIM se construye desde un pensamiento holístico que continuamente se transforma e involucra a

diferentes corrientes y actores que hacen parte del ciclo de vida de la construcción y que van configurando el concepto del BIM con nuevos puntos de vista: “La Tecnología BIM és un objecte en continu moviment que no es pot descriure des d’un únic punt de vista i de la qual no se’n pot fer una fotografia fixa que no aparegui borrosa en algunes zones” [La Tecnología BIM es un objeto en continuo movimiento que no se puede describir desde un único punto de vista y del cual no se puede tomar una fotografía fija que no aparezca borrosa en algunas áreas]. (Coloma Picò, 2012b, p. 29)

El BIM da cabida y se relaciona con innovaciones y metodologías como el *Diseño Colaborativo*, el *Diseño Participativo*, el *Diseño Paramétrico*, el *Diseño Integrativo*, el *Diseño basado en evidencias*, el *Design Thinking*, el *Lean Startup*, por ejemplo, el peso de lo que es el diseño basado en la experiencia del usuario o “centrado en la persona” toma actualmente fuerza en el BIM, y se recupera la importancia del usuario final en la Arquitectura, con el diseño basado en evidencias, la importancia del papel del método científico en la innovación y creatividad, con el diseño integrativo, la interacción de disciplinas, la sostenibilidad (ciclo de vida), el trabajo colaborativo, la no linealidad, alcances que en otras disciplinas como el Diseño industrial ya tenían un puesto importante.

Cada una de estas metodologías de diseño se relacionan con el concepto BIM, el cual se convierte en un instrumento para la aplicación y viabilidad de las mismas. Lo expresado se observa como ejemplo desde la definición y esquema representativo del *Design Thinking* -Ver

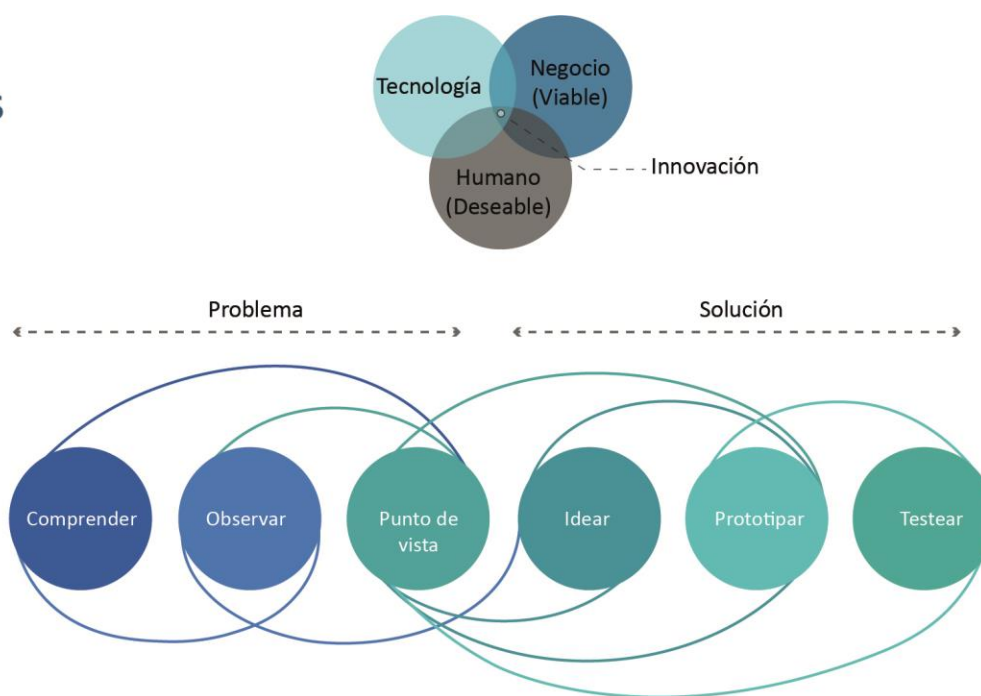
Figura 26- y del *Proceso de Diseño Integrativo (PDI)* -Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**- donde se puede visualizar la integración con el concepto BIM:

Design Thinking es una metodología que permite diseñar una solución a un problema determinado de forma colaborativa (...) Es una manera de ofrecer una solución a un problema. Descomponemos un problema, lo dividimos en partes más pequeñas, las analizamos, pensamos mucho, sin límites, todo lo que podamos y todo lo que se nos ocurra, de manera empática y junto a otros miembros del equipo, entonces estaremos mucho más cerca de encontrar la solución que buscamos. (Zamora, 2020)

Figura 26

Recorte de la Plantilla: Primeros Pasos del Design Thinking -

FACTORES



PRINCIPIOS



Fuente: <https://lafabrica.umayor.cl/archivos/Plantilla-Design-Thinking-101.pdf> [Redibujo autor]

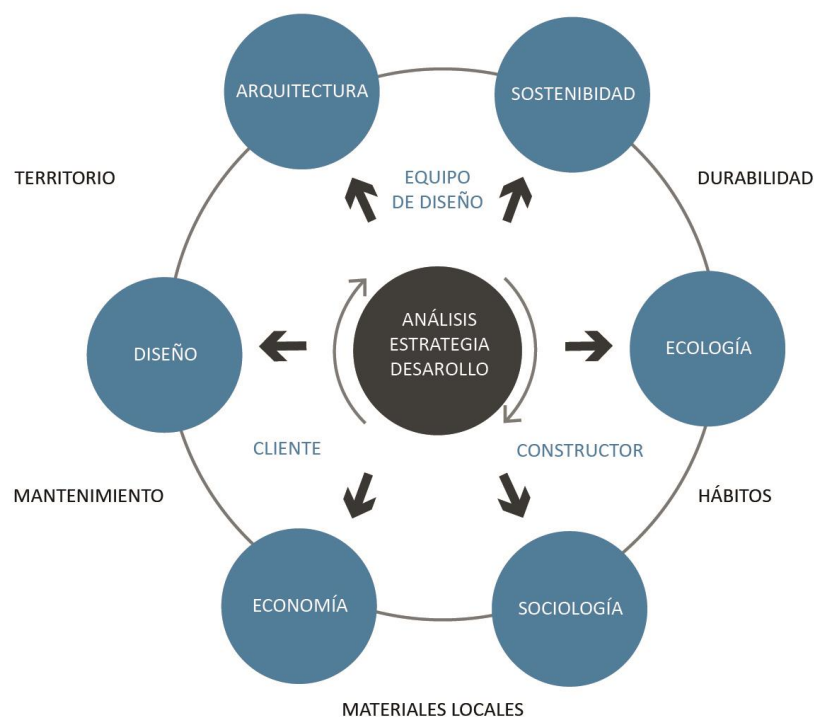
A continuación, otro ejemplo, el *Proceso de Diseño Integrativo* (PDI) el cual se relaciona en su propósito y metodología con el BIM “El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costes de operación.”(Asociación BuildingSMART Spanish Chapter, s. f.). El PDI es indispensable para lograr proyectos de Arquitectura sostenible ya que comprende el ciclo de vida de un proyecto desde la concepción inicial con las primeras ideas para continuar con el diseño, construcción, uso, hasta la demolición o reutilización. El PDI integra desde las primeras fases los diferentes actores, exige colaboración, cambia el proceso lineal y de ruta crítica de los proyectos:

El espíritu del PDI se basa en un trabajo de equipo multidisciplinar y colaborativo, donde todos los miembros toman decisiones basándose en una visión compartida y en una comprensión integral del proyecto en sus aspectos técnicos, medioambientales, sociales y culturales. En otras palabras: El proyecto es concebido como un sistema, donde cada una de sus partes interactúan entre sí creándose relaciones que afectan al conjunto del mismo tal como si fuera un organismo vivo. El PDI es un proceso iterativo, no lineal, flexible y holístico, en contraposición al proceso de diseño tradicional, donde más decisiones son tomadas por menos integrantes de un equipo, muy a menudo de manera aislada. (Bermejo, 2015)

Figura 27

El Proceso de Diseño Integrativo en Arquitectura

DISEÑO INTEGRATIVO



Fuente: Julio Bermejo arq.
Arquitectura ambiental

Fuente: Arq. Julio Bermejo-Arquitectura Ambiental (Bermejo, 2015) [Redibujo autor]

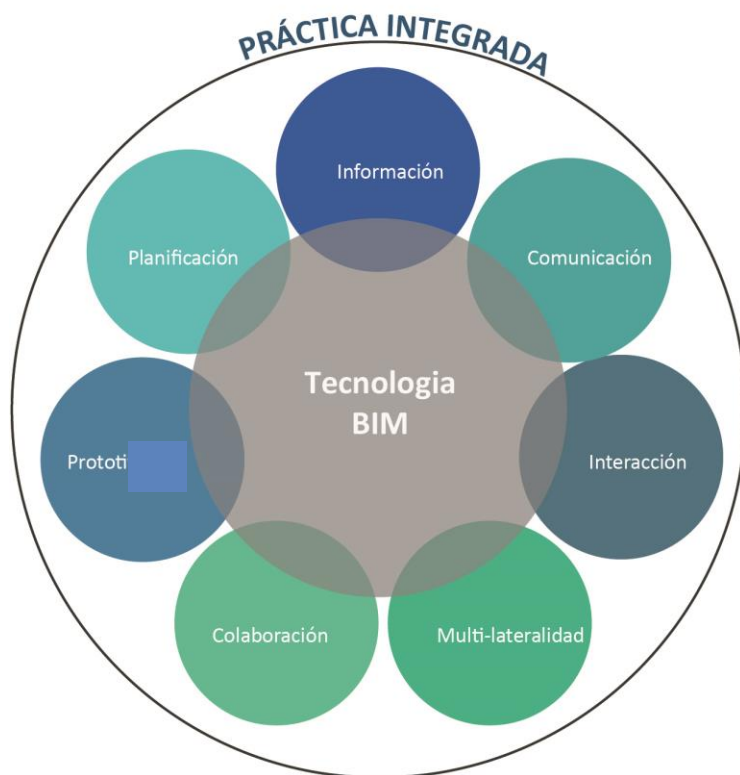
Entonces el BIM se convierte en el instrumento sin el cual será muy difícil concretar estos nuevos conceptos de diseño, como lo expresa y diagrama (Coloma Picò, 2012b) (Ver Figura 28 y Figura 29):

La Tecnologia BIM és el conjunt d'eines, tècniques i conceptes que permeten desenvolupar la Pràctica Integrada en un context tecnològic adequat que pugui donar resposta a les seves necessitats. Si bé no n'és l'únic recurs necessari, sí que és un dels pilars centrals, fins al punt que resulta impensable assolir la majoria dels seus objectius sense comptar amb ella.

[La Tecnología BIM es el conjunto de herramientas, técnicas y conceptos que permiten el desarrollo de la Práctica Integrada en un contexto tecnológico adecuado que puede responder a sus necesidades. Aunque no es el único recurso necesario, es uno de los pilares centrales, hasta el punto de que es impensable alcanzar la mayoría de sus objetivos sin contar con él.] (Coloma Picò, 2012b, p. 75) (Coloma Picò, 2012b)

Figura 28

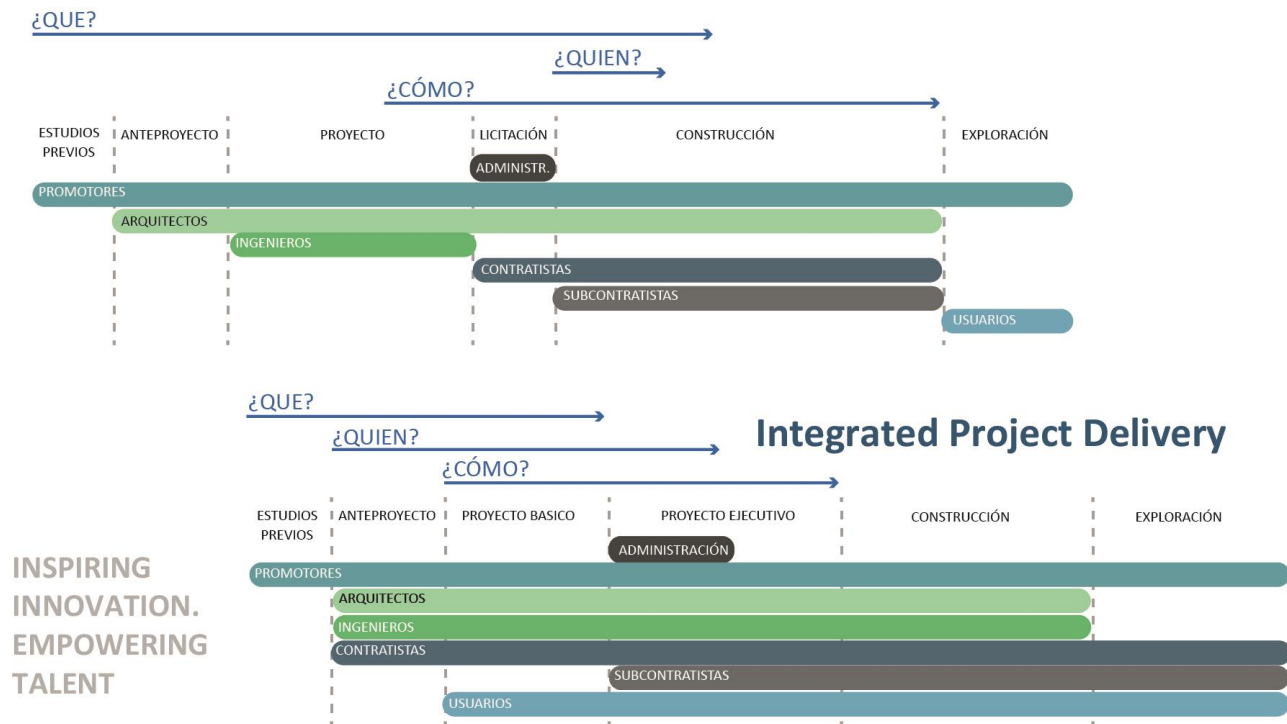
Figura 2.24 de la Tesis doctoral del Arq. Eloi Coloma: [Todas las Estrategias de la Práctica Integrada se Admiten en Mayor o Menor Grado en la Tecnología BIM]



Fuente: Eloi Coloma Picò. (Coloma Picò, 2012b, p. 75) (Coloma Picò, 2012b). [Redibujo y traducción del original en catalán]

Figura 29

Presentación Máster en BIM Management Steering – Cambio de Pensamiento Lineal a Integrado



Fuente: Coloma-Picò, Eloi (2018). Presentación en la UPC School [Redibujo autor]

En la actualidad el BIM está enfocado en el sector de la Construcción y el sector de la Construcción es muy amplio, cada vez que entran nuevos agentes, nuevos procesos, nuevas metodologías, el concepto se enriquece y evoluciona; el BIM aporta un ahorro de recursos en etapas posteriores al Diseño, y numerosas ventajas en coordinación e integración de actores, herramientas, disciplinas y procesos lo que ha despertado el interés de diversas entidades como por ejemplo empresas privadas e instituciones estatales que se esfuerzan por entenderlo e implementarlo aún antes de que las Instituciones educativas lo asimilen, por eso muchas veces se

observa que los currículos de los programas de Arquitectura están rezagados porque el sector al que se dirige es complejo y exige nuevas habilidades y competencias, esto pide currículos muy flexibles y en continuo desarrollo.

Entonces se comprende el BIM como un concepto que ha evolucionado, que cambia continuamente. El BIM empezó por algo muy sencillo que era generar modelos de información, pero ahora ha ido mucho más allá, se empieza a ver el requerimiento de articular muchas disciplinas, procesos, metodologías, hoy se puede ver que con el BIM se amplía la mirada del hecho proyectual y constructivo a quienes relaciona constantemente, por ejemplo, actualmente el BIM favorece la necesaria comunicación entre las *ciencias de la naturaleza* con las *ciencias sociales*, se puede involucrar con el *pensamiento Crítico, Complejo, Creativo: Reflexivo* y la generación de *Inteligencias colectivas*, implementa tecnologías y metodologías como *Lean, práctica integrada, diseño integrativo*, trasciende a constructos como la *Sostenibilidad*, la *Calidad de vida* y aún a dimensiones del ser humano como la colaboración y la ética.

Así, es tanto lo que está detrás del BIM que se podría reconocer como un campo de estudio emergente que se involucra en otros campos y se alimenta de otros continuamente; precisamente, al digitalizar, modelar, simular... todo lo que puede abarcar un complejo sector más que una disciplina, puede ser una transdisciplina, o un componente de una transdisciplina como lo es la *Sociedad de la Información*:

La Sociedad de la Información puede definirse como un "nuevo sistema tecnológico, económico y social. Una economía en la que el incremento de la productividad no depende

del incremento cuantitativo de los factores de producción (capital, trabajo, recursos naturales), sino de la aplicación de conocimientos e información a la gestión, producción y distribución, tanto en los procesos como en los productos" (Finkelievich, 2010) ⁷.

También puede definirse como un "estadio económico social cuyas acciones de supervivencia y desarrollo están caracterizadas por la capacidad potencial de sus miembros (personas y organizaciones) de hacer un uso evolutivo (extensivo, intensivo y estratégico) de las TIC para interconectarse en red entre ellas de modo convergente, ubicuo, instantáneo y multimedial" (Finkelievich, 2010)⁸

Entonces puede el BIM ser un campo de investigación transdisciplinar, pues se ha convertido en un área de conocimiento generado por el encuentro y articulación de muchas disciplinas, metodologías, tecnologías, actores, dimensiones, procesos, porque es un sistema holístico y complejo que encuentra su sentido en el trabajo colaborativo de muchas ciencias, profesiones, oficios, que aún antes eran consideradas opuestas como las ingenierías y las ciencias sociales, una transdisciplina que a su vez se genera e implementa en otras disciplinas.

7 Comillas de Susana Finkelievich quien traduce la definición de The Information Age. Economy, Society and Culture. Oxford; Malden, MA: Blackwell, primera edición 1996-1998, segunda edición 2000-2004

8 Definición de: Susana Finkelievich y Alejandro Prince: "Propuestas de indicadores para la evaluación de la implementación del gobierno electrónico", IV Seminario Iberoamericano de Indicadores sobre la Sociedad del Conocimiento, Lisboa, 11 y 12 de septiembre, 2008.

Así, la sigla BIM derivada de *Buiding information modeling* hoy se queda corta para su definición, inició como una acción dirigida exclusivamente al edificio, pero hoy ha ampliado su objeto de estudio a todo el hecho proyectual y constructivo, y no se podría hablar de certezas sobre su futuro porque estamos inmersos en lo actual, pero se vislumbra que el BIM podría aun evolucionar hasta llegar a trabajar con objetos de estudio no relacionados sólo con el hecho constructivo. En lo relativo al sector de la construcción lo que ha pasado es que se aplica la digitalización al sector, con todo lo que implican la digitalización y la industrialización: gestión de información, gestión de conocimiento, gestión de talento humano, interdisciplina, multidisciplina, transdisciplina... Cuando se digitaliza un sector, cosas que estaban muy separadas empiezan a conectarse porque involucran muchos temas y llegan hasta detalles como cambios generacionales, incluso cambios de escalas de valores, que antes no salían a la luz o por lo menos no con tanta evidencia. El sector de la construcción, a pesar de necesitar de mucha coordinación y colaboración, es uno de los más retrasados en la implementación de esta digitalización, el resto de sectores industriales han sido mucho más transversales que el de la construcción.

De esta manera, BIM inicialmente como acrónimo de *Building information modeling*, como la acción de generar modelos de información que al principio se refería únicamente a la edificación y ahora comprende todo el hecho constructivo y proyectual, ya no se entiende solamente como una acción para modelar, tiene inherente una dimensión de reflexión y conocimiento. Para el BIM uno de los objetivos primarios es generar una base de datos y un modelo tridimensional (acción), pero a medida que se implementa se observa que generar estas bases y ese modelo implica muchas cosas (reflexión), no se trata de introducir información sin intención ni utilidad, no solamente se genera un soporte tangible que son los modelos, se necesita

modelar y simular para reflexionar sobre ello, para que todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de la entidad puedan interactuar para tomar decisiones y pensar ya no como individuos sino como un conjunto pluridisciplinar y transversal de intereses que pueden hablar de lo mismo desde sus diferentes puntos de vista para coordinar, comprender, controlar y construir juntos el objeto de estudio.

Toda esta información multidisciplinar está orientada a objetos, esa es la otra clave del BIM, ese objeto tiene diferentes puntos de vista de acuerdo a los actores involucrados, también tiene varias representaciones desde diferentes dimensiones, una de ellas es tridimensional y esto es muy útil porque hace que cualquier persona independiente de su formación pueda saber de qué se trata, pero como se ha dicho no es solamente generar dibujos o modelos, se pasa a la *simulación* no sólo para observar el objeto sino para comprenderlo e interactuar con él para que pase a convertirse de un objeto que se *mira* a un objeto que se *estudia*. La simulación tridimensional es comprensible tanto para un niño como para un arquitecto y además mucho más sencilla y económica de realizar para reconocer un objeto antes de la construcción real del mismo. Es algo tangible sobre lo cual se puede tomar decisiones y ver aciertos y errores con un alcance determinado.

Otra de las cosas importantes que pasa actualmente con la introducción del BIM es que se piensa en el ciclo de vida de lo construido: desde la idea, el diseño de cada objeto, pasa a su fabricación, instalación, mantenimiento hasta su reciclaje o disposición final, esto ha hecho que los arquitectos miren la construcción con mayor responsabilidad, que se piense desde la

extracción, explotación de los materiales, hasta a dónde va a ir cuando se termine su vida útil para minimizar el impacto sobre el medio ambiente, protegerlo y velar por la sostenibilidad del planeta.

Se concluye que el BIM no es solamente generar modelos y simularlos sino pensar en ellos y trabajarlos de manera colectiva y no exclusivamente individual, así se intenta que el arquitecto piense con una actitud más reflexiva, responsable y consecuencial sobre sus decisiones, con una visión completa del ciclo de vida, de las demás variables que integran el proyecto y sobre todo de los usuarios. El hecho proyectual con el BIM migra a la idea de que el arquitecto sea un director de orquesta –o que recupere ese papel hoy desdibujado-con peso en la toma de decisiones pero que comprenda que para dar mejores soluciones y respuestas a las necesidades humanas debe trabajar cada vez con más consultores desde la fase de diseño, que necesita aprender a trabajar con otros, que para afrontar las problemáticas actuales ya no es suficiente pensar y decidir solo.

De esta manera se busca un cambio de enfoque donde la fase de diseño a pesar de ser “indeterminada” se pueda formular y dirigir más claramente, problematizar, experimentar, organizar, debe ser tan cuidadosa que permita optimizar el proceso constructivo, el operativo o de mantenimiento, con el propósito dirigido a la satisfacción de quienes estarán en los espacios diseñados y construidos, porque en la fase de diseño es donde se pueden tomar la mayoría de decisiones, dónde con eficiencia de recursos se pueden prevenir problemas posteriores y encontrar el valor añadido que se dará a cada proyecto construido; esto lo entienden muy bien otras industrias donde se invierte bastante en la fase de diseño para ahorrar mucho más en la fase de producción, estas industrias han comprendido que se invierte por una solución tangible en las dimensiones estéticas, funcionales, estructurales, no por un proyecto ideal imposible de concretar.

Entonces la implementación del BIM en los currículos de las Instituciones de Educación Superior exigiría pensar sobre la formación de arquitectos responsables de sus decisiones y que sepan trabajar y reflexionar con otros, interactuar sobre una misma realidad que propicie la generación de inteligencias colectivas, para encontrar ese valor añadido a los proyectos que no se refiere solamente a reducir costos y tiempos para dar mayor rentabilidad a las inversiones sino principalmente a la recuperación del valor de la Arquitectura como constructora de cultura, de bienestar, de dignidad humana, de cobijo, de comunicación, de espacios, de lugares, de calidad de vida.

La implementación del BIM con este enfoque puede revalorizar la fase de diseño y en consecuencia a la disciplina de la Arquitectura; volver a pensar en quién va a ser el usuario del hecho diseñado y construido, no solamente pensar en *cómo* se va a hacer sino en *para quién* se hace, qué tan sostenible es, implica el reconocimiento del contexto y la recuperación de la esencia sensible y humana de la arquitectura, pensar con otros y para otros.

Al implementar el BIM en los proyectos de arquitectura se busca que exista un cambio en el tradicional pensamiento lineal y secuencial por un pensamiento integral, sistémico, complejo, reflexivo... que derive en un mayor control del proyecto en todas sus fases, que se pregunte por su intención, por cuál es el aporte real, el valor añadido que también contribuirá a recuperar el valor de la disciplina de la arquitectura dirigida a dar respuestas tangibles a problemáticas reales, pues desde las fases iniciales de un proyecto se puede dirigir a que lo que se construye funcione y esté bien hecho, a disminuir los riesgos y manejar la incertidumbre, puede así re-enfocarse aún

desde las componentes vitruvianas: *fírmitas, útilitas y venustas* (*firmeza, utilidad y belleza*) y hacia una Arquitectura responsable.

Entonces, se concluye también que el BIM y más desde el punto de vista de su implementación en la Educación Superior, puede ser un campo de conocimiento, un constructo representado por un *instrumento* que permite procesar, gestionar, coordinar, organizar, relacionar información amplia y compleja para visibilizar el pensamiento, formular con mayor precisión problemas de áreas de definición indeterminada y generar inteligencia colectiva tras la toma de decisiones analíticas y éticas, es un *instrumento* capaz de colaborar en la síntesis de datos, conceptos y procesos de diversas fuentes para facilitar la elección de la mejor respuesta al problema formulado y afrontado, para pasar de la idea a la conclusión

En el estado de suspenso determinado por la incertidumbre, metafóricamente nos subimos siempre a un árbol, nos esforzamos por encontrar un punto de vista desde el que examinar nuevos factores y desde el cual, una vez alcanzada una vista que nos permita dominar mejor la situación, decidir cuál es la relación recíproca entre los hechos. (Dewey citado por Parravicini, 2016, p. 72)

Cabe aclarar que cuando se habla de *instrumento* no se refiere a una herramienta aislada, ni a una tecnología independiente, sino a un instrumento que para su correcto funcionamiento y para prestar su máxima utilidad debe ser dirigido por quien conoce el fin, efectos y consecuencias del problema; un instrumento que como un martillo no puede clavar una puntilla sin quien lo dirija pero que es indispensable porque sin él tampoco quien lo dirige podría clavar la puntilla. Se refiere

a la concepción de instrumento que deriva el Pragmatismo, fundamento epistemológico de esta tesis:

Pero ¿Por qué nadie se ha planteado nunca, por ejemplo, la pregunta de cuál es la relación entre la mano y el mundo? La mano es un instrumento fundamental que ayuda al organismo a afrontar el mundo, y cuando no empleamos la mano utilizamos otros órganos u otros objetos, un pie, un, martillo, una pluma y tinta. (Parravicini, 2016, pp. 67-68).

Así, el individuo requiere de instrumentos para adaptarse al mundo, para llevar a cabo fines prácticos, para su evolución, entonces el BIM, o cualquier tecnología necesaria para completar un proceso, como instrumentos pueden considerarse como la mano, como una extensión del cuerpo humano, no como partes separadas del proceso sino como un *circuito orgánico*⁹: “Por eso tampoco existe ninguna laguna que deba colmarse entre la mente y la realidad, como tampoco la hay entre un anzuelo y un pez que pica.” (Parravicini, 2016, p. 69)

Por tanto, el BIM como instrumento debe hacer parte de un riguroso proceso reflexivo, que como se ha mencionado debe ser consecuencial, con propósito definido, responsable; de inicio y fin, de qué y para qué, lo que también significa que la tecnología implicada debe ser alimentada

9 Concepto primordial en el pragmatismo deweyano: “La experiencia humana tiene la forma de un circuito orgánico. En este cada nodo de la relación no existe nunca por sí mismo, sino sólo en función de los demás, debido a la primacía de la relación sobre los elementos”(Parravicini, 2016, p. 45)

con información confiable, necesaria, priorizada, y la metodología debe ser guiada por la reflexión, porque el BIM por sí solo no puede dar como resultado el mejor proyecto, la mejor decisión y podría suceder lo de la conocida frase “si entra basura, sale basura”, nombrada como GIGO:

El término GIGO es famoso como abreviatura por el dicho *inglés* ‘*Garbage In Garbage Out*’ (Entra Basura, Sale Basura). Usado primero en la industria de la informática, describió el hecho de que el rendimiento de una computadora sólo era tan bueno como su entrada. Hasta el mejor programa no puede coger datos sin sentido y producir resultados coherentes. Desde luego, GIGO se aplica mucho más ampliamente que al campo de computadoras. La integridad del rendimiento de casi todo sistema o proceso depende de la integridad de su entrada – excepto posiblemente el cerebro humano que parece ser capaz de crear el orden del caos por la aplicación del razonamiento e inteligencia (Hillson, 2004)

Entonces la implementación del BIM en los currículos de los programas de Arquitectura debe fundamentarse en el desarrollo de pensamiento que permita obtener el máximo valor del instrumento, que adicional a todas las ventajas de eficiencia, gestión, control, colaboración, comunicación, permita poder dirigirlo hacia una Arquitectura más responsable, más participativa, más ética, más humana, que así también favorezca la Formación Integral del estudiante de arquitectura.

El BIM y la Enseñanza-Aprendizaje de la Arquitectura

Así, se ha dejado entrever en lo descrito alguna respuesta a la cuestión inicial de éste apartado sobre el papel que puede desempeñar la implementación del BIM en la enseñanza-

aprendizaje de la Arquitectura. Además de lo expuesto, la implementación del BIM en la formación de los estudiantes de Arquitectura podría desempeñar un importante rol, pues como se ve desde sus orígenes puede aportar como instrumento que permite el procesamiento complejo de información y su combinación o relación para la toma de decisiones analíticas y éticas, lo cual es fundamental en la formación de estudiantes de arquitectura que se enfrentan a problemas indeterminados, los cuales se deben resolver de la mejor manera con la dificultad de no contar con un enunciado preciso de ese estado ideal a alcanzar. Al inicio de un proyecto, el arquitecto sólo tiene al “papel en blanco” y debe aprender a buscar, generar, correlacionar, analizar, sintetizar, procesar, datos e información que le ayuden a tener herramientas para optar por la solución idónea.

Entonces el BIM puede ser una respuesta a la resolución de problemas en áreas “mal definidas” como clasifica Charles Eastman al Diseño, porque puede aportar un lenguaje y datos precisos para la representación del problema, puede convertir el modelo en un objeto de estudio, en algo que se puede manipular hasta llegar a una conclusión verificable. La simulación del objeto de estudio permite de una manera virtual acercarse a la realidad, permite también acercarse a la fase de experimentación que realizan los científicos en un laboratorio físico.

La formulación y delimitación clara de un problema, la construcción de hipótesis de solución, el “darle vueltas” al objeto de estudio, la experimentación de las conjeturas e hipótesis, la discusión con otros hasta llegar a “certezas” que permitan conclusiones y toma de decisiones analizadas, argumentadas, concertadas, favorecen el alcance de habilidades y competencias científicas tan necesarias para los profesionales del siglo XXI pues en la enseñanza de la Arquitectura y en los procesos de diseño arquitectónico no ha sido fácil visibilizar el desarrollo de

éste pensamiento científico que puede contribuir mucho en la revalorización, rigurosidad y confianza de la sociedad en la disciplina.

El BIM puede ofrecer a la enseñanza de la Arquitectura el uso de la información de manera “coordinada, coherente, computable y continua” (Coloma Picò, 2012b, p. 77), lo cual además puede lograr hacer posibles cosas que se habían buscado siempre, pero parecían imposibles de alcanzar, como por ejemplo la coordinación con los profesionales involucrados en el proyecto desde las primeras etapas de diseño, coordinación que antes sólo era posible entre pocos actores y no desde el principio del proyecto sino cuando se terminaban de dibujar los planos por cada especialidad lo que generaba un proceso lineal, lento, con mucho re-trabajo y con una mayor probabilidad de errores y menor calidad. El manejo de información coherente entre todos los actores permite encontrar interferencias y errores además se favorece la relación de muchos modelos al tiempo.

El BIM puede mostrar desde la información computable la posibilidad de cuantificar los parámetros no formales del edificio lo cual puede aportar en el desarrollo de capacidades para ver más allá de los aspectos formales y/o estéticos de un proyecto arquitectónico, puede abrir la perspectiva de los estudiantes frente a lo que significa diseñar, saber que para la toma de decisiones de diseño existen otros factores como el confort ambiental, el consumo de energía, costos de mantenimiento, características de contaminación de materiales, el bienestar y la salud de los usuarios. También la información continuada a lo largo del ciclo de vida del proyecto permite pensar a los estudiantes en la responsabilidad de sus decisiones por las consecuencias que en

cualquier momento de la vida útil del proyecto se puedan dar, permite así reflexionar en conceptos como la sostenibilidad, la resiliencia, la calidad.

Un papel muy importante de la implementación del BIM en los currículos de Arquitectura es el aporte en el fomento del trabajo colaborativo, éste es un requisito indispensable para su implementación, el trabajo con otros está en la esencia del BIM y de la formación del arquitecto del presente y del futuro, la complejidad de los proyectos actuales implica integración de disciplinas, de conocimiento, de habilidades, de experticias, ahora es muy complicado trabajar de manera individual, es necesario trabajar en equipo porque los problemas desbordan una única persona, una única disciplina.

Hoy en día hay tanta información y los retos son tan grandes que no caben en el cerebro de una sola persona por eso se habla de términos como el de la *persona más* descrito por David Perkins del proyecto Zero, que expresa que el conocimiento se puede construir gracias a otro (personas, instrumentos,) pero además el conocimiento permanece en eso otro por ejemplo en el computador, en el equipo de trabajo, en los escritos, entonces el conocimiento no está solo en el cerebro de la persona sino en todo lo que lo puede extender. También se relacionan otros conceptos como el de *Inteligencia colectiva* que describe Pierre Lévy: “Más allá de una indispensable instrumentación técnica, el proyecto del espacio del conocimiento incita a inventar de nuevo el vínculo social alrededor del aprendizaje recíproco, de la sinergia de las competencias, de la imaginación y de la inteligencia colectiva.” (2004, p. 17) o de la necesidad de *conectivismo*, como lo describe Siemens, G. (2004):

El conectivismo presenta un modelo de aprendizaje que reconoce los movimientos tectónicos en una sociedad en donde el aprendizaje ha dejado de ser una actividad interna e individual. La forma en la cual trabajan y funcionan las personas se altera cuando se usan nuevas herramientas. El área de la educación ha sido lenta para reconocer el impacto de nuevas herramientas de aprendizaje y los cambios ambientales, en la concepción misma de lo que significa aprender. El conectivismo provee una mirada a las habilidades de aprendizaje y las tareas necesarias para que los aprendices florezcan en una era digital. (Siemens & Leal Fonseca, 2004, p. 9)

Surge también la cuestión sobre la importancia de la formación de los estudiantes para que puedan desarrollar la forma de pensar necesaria para la óptima implementación del BIM, pues tal vez sobre los programas, protocolos, y demás se tendrán que formar y adaptar aún después de terminar su pregrado pero el paso por la Universidad debe desarrollar un pensamiento que les permita aprender a aprender, autorregularse, comprender que su trabajo y decisiones no sólo impactan en sí mismo sino en un equipo, si se sigue enseñando a los estudiantes a pensar de forma aislada no van a lograr trabajar en la generación de inteligencia colectiva que les permita implementar el BIM de manera que cumpla con las expectativas de idear y desarrollar proyectos coordinados, funcionales, estables, con valor añadido, sostenibles, rentables, controlados...pero sobre todo con una alta conciencia y responsabilidad social y cultural, anteponiendo la ética en cada una de las decisiones.

La implementación del BIM durante la formación del estudiante de Arquitectura aunque se enfoque en lo concreto, en el *hacer*, en lo aplicado, en lo eficiente, debe fundamentarse en el *ser*,

en el desarrollo de su pensamiento reflexivo, en ese aprender a pensar para crear posibilidades de formular y solucionar nuevas cuestiones, nuevos proyectos, nuevos conocimientos que favorezcan la mejor manera de abordar los problemas, de anticipar el futuro, de facilitar los procesos optimizando las ventajas del trabajo interdisciplinario, colaborativo, multidimensional, integrador de fases, de ciclo de vida, de componentes sociales, culturales, ambientales, de vivencias, biografías, identidades. En estos momentos de cambios acelerados la introducción de nuevas tecnologías y metodologías debe fundamentarse en la conquista de las habilidades más humanas, en ser flexible y adaptable, no en aprender programas o herramientas técnicas. Al enfocarse en el desarrollo del pensamiento, se busca el desarrollo de la inteligencia ese “saber leer” o “saber decidir” con responsabilidad.

Sobre la importancia de la conquista de estos rasgos humanos y del papel de la tecnología expresa claramente el futurista alemán Gerd Leonhard (2016) en su video “Changue2” [Cambio al cuadrado]:

En un mundo donde todo está conectado, donde todo es igualmente excelente, donde el desempeño está alcanzando la perfección, sólo existe un lugar más en donde innovar: TÚ. En este momento tú eres un punto central en el furioso tornado de cambio alimentado por tecnologías de digitalización, movilización, progreso, desintermediación, automatización (...), la ciencia ficción se está convirtiendo en dato científico, piensen en automóviles que se manejan solos o computadoras que pueden aprender y pensar. La forma en que trabajamos nunca será igual, las habilidades que necesitamos serán dramáticamente diferentes (...) Sin embargo cualquier cosa que no pueda ser digitalizada o automatizada se convertirá en algo

extremadamente valioso. Rasgos exclusivamente humanos como creatividad, imaginación, intuición, emoción y ética serán mucho más importantes en el futuro, porque las máquinas son muy buenas simulando, pero no lo son siendo.

Para imaginar el cambio al cuadrado tienes que empezar relacionándote mucho más con lo que puede ser, no sólo con lo que ya es, sumérgete en el futuro próximo (...) Necesitamos ir más allá de la tecnología y los datos para alcanzar la percepción humana y su sabiduría. La tecnología representa el “cómo” del cambio, pero los humanos representan el “porqué” (...) lo puramente humano es donde se crea el verdadero y duradero valor. (...)

La nueva forma de trabajar es adoptar plenamente la tecnología, pero no convertirse en ella. El futuro está en la tecnología, pero el mejor futuro está en trascenderla.

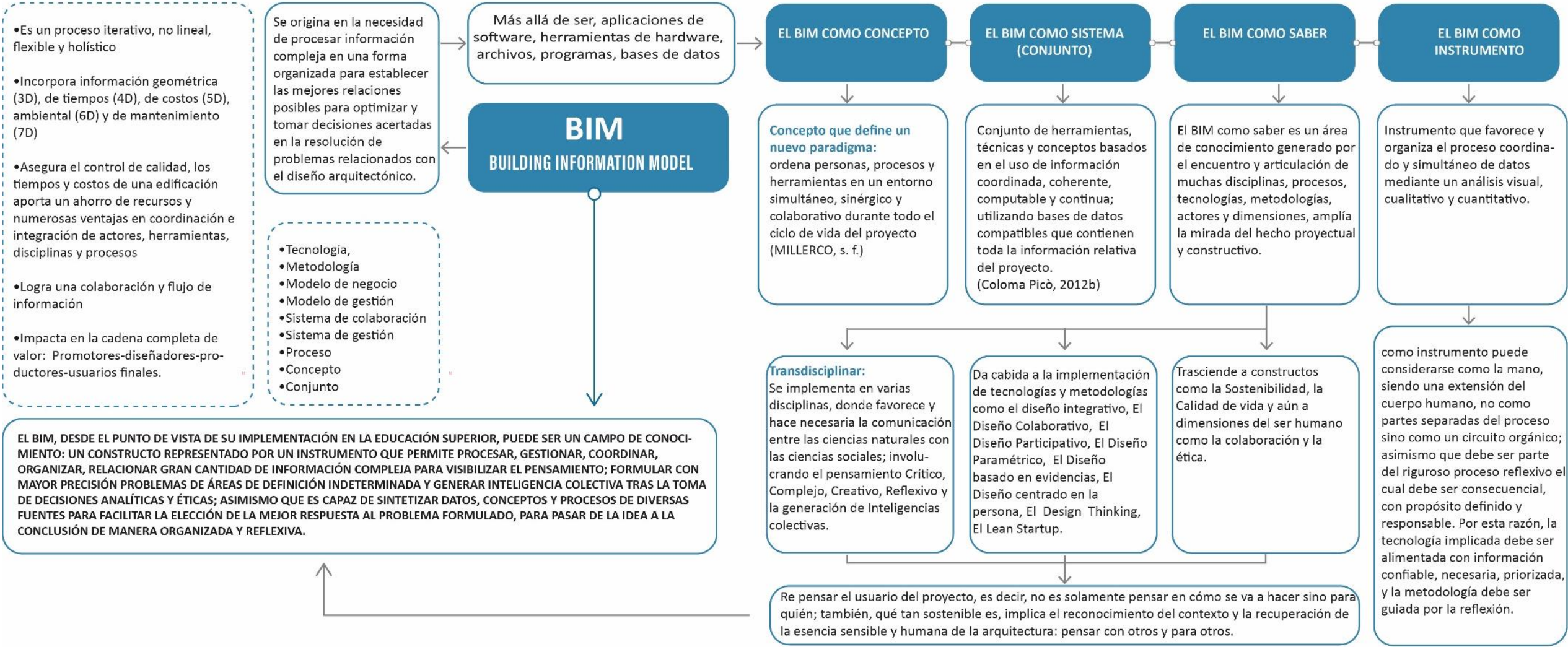
Así, es muy importante el papel que puede desempeñar el BIM en la enseñanza aprendizaje de la Arquitectura, pero no de manera aislada, sino como concepto complementario e integrador, como instrumento para lograr realizar algunos procesos y optimizar otros. Para implementar el BIM en la Educación Superior es importante conocer sus ventajas y aportes, pero también sus límites para poder compensar allí donde se necesita, por ejemplo, el BIM cumple el papel de instrumento, se enfoca en la parte práctica y concreta, pero necesita dejarse guiar por el fundamento teórico y abstracto.

De esa manera, la propuesta de esta tesis es implementarlo desde el Pensamiento Reflexivo porque la base pragmática busca la reflexión en la acción, implementar el *practicum reflexivo* en los currículos como describe Donald Schön “La preparación de los profesionales debería

reconsiderar su diseño desde la perspectiva de una combinación de la enseñanza de la ciencia aplicada con la formación tutorizada en el arte de la reflexión en la acción”. (1992, p. 10), potenciar esta capacidad de reflexión en la acción , y tener en cuenta que una de las habilidades hoy en día más importantes es la habilidad para la evolución permanente, poder problematizar y resolver problemas complejos, esos que están en áreas indeterminadas, que no tienen respuestas correctas y únicas: “considero que la formación para una práctica reflexiva es, sin ninguna duda una condición necesaria(...) ¿de qué otro modo pueden los profesionales aprender a ser inteligentes si no es a través de la reflexión sobre los dilemas de la práctica” (1992, p. 11)

Figura 30

Cuadro Síntesis de la Definición de BIM



Categoría 3

Pensamiento Reflexivo

¿Cómo se puede fundamentar la innovación tecnológica desde la innovación educativa para optimizar su función y trascenderla hacia el incremento de la responsabilidad social del estudiante de Arquitectura? cuestión derivada desde los objetivos en esta tesis y la necesidad de flexibilizar los currículos de Arquitectura ante los actuales contextos de cambios. La innovación tecnológica es un tornado imparable que genera un espacio donde o se sube a él o se es arrastrado con fuerza; para no terminar envueltos inconscientemente o perjudicados por su dimensión, es necesario encontrar algún fundamento que lo dirija e impulse hacia un lugar donde exista una conclusión, donde pueda cumplir un propósito definido de bienestar personal y social. Este trabajo de tesis doctoral argumenta que el desarrollo del pensamiento reflexivo expresión del pensamiento científico puede contribuir a direccionar la innovación tecnológica, a trascenderla hacia la Formación Integral del estudiante de Arquitectura.

Como en las anteriores categorías para encontrar caminos a la pregunta enunciada se pretende partir de la cuestión fundamental *¿Qué es el pensamiento Reflexivo y cuáles son sus características?* Descubrir la esencia del Pensamiento Reflexivo desde el autor que estudió y construyó el concepto a partir de su filosofía pragmática: John Dewey (1859-1952). el estudio de la categoría se basa en el análisis e interpretación de su libro *¿Cómo pensamos? La relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo*, que como describe Antonio Caparros en su prólogo “recoge condensadamente el núcleo del proyecto deweyano del proceso enseñanza/aprendizaje y el análisis psicológico que lo fundamenta” (1989, p. 15),

La pretensión del análisis es comprender el fundamento filosófico y psicológico que Dewey desvelaba en las innovaciones pedagógicas que exponía y que han sido base para modelos, técnicas metodologías educativas como por ejemplo el aprendizaje basado en proyectos APP, el aprendizaje basado en problemas ABP, la enseñanza para la comprensión EPC entre otros; así, se quiere reflexionar sobre el fundamento epistemológico que puede ser la base para la implementación del BIM y de otras nuevas tecnologías-metodologías en la formación de los estudiantes de arquitectura para dirigirlos hacia la expansión del intelecto y no solo de las habilidades técnicas, tecnológicas o informáticas.

Cómo pensamos no se comprende si no es a partir de la fe de Dewey en el “pensamiento reflexivo” como función principal de la inteligencia y en su poder supremo para que la lucha humana por la supervivencia desemboque en el triunfo de la innovación, del cambio y del progreso y en la derrota del *statu quo*. (...) De ahí que la educación, aunque acto complejo en formas y contenidos, haya de ser un proceso que apunte al logro de lo que es condición y al mismo tiempo resultado de todo aprendizaje: pensamiento reflexivo. Antonio Caparrós en (Dewey, 1989, p. 15)

De esta manera a continuación se describirán las conclusiones e interpretaciones principales de *¿Cómo pensamos?* para derivar la respuesta a las principales cuestiones enunciadas.

El Problema de la Formación del Pensamiento

¿Qué es Pensar?

Diferentes Significados del Pensamiento

John Dewey (1989) aclara que pensar como respirar es un acto natural en el ser humano y que “Nadie puede decirle a otra persona cómo debe pensar” (p.19) pero que es posible comprender que hay diferentes maneras de pensar, que se pueden distinguir unas mejores que otras y quien comprende las óptimas puede “modificar su propia manera de pensar para que resulte más eficaz” (p.19) y concluye que la mejor manera de pensar se denomina pensamiento reflexivo: “es decir el tipo de pensamiento que consiste en darle vueltas a un tema en la cabeza y tomárselo en serio con todas sus consecuencias.” (p.19).

Dewey explica la diferencia entre pensar y pensar reflexivamente, aclara que sería mucho más fácil adquirir los hábitos de reflexión si las diferentes modalidades y maneras de pensar tuvieran límites claros, si no estuvieran tan imperceptiblemente relacionadas. Así, se toma como base lo descrito para construir la

Tabla 1, cuadro comparativo que permite aclarar estas diferencias:

Tabla 1

Comparativo Procesos Mentales a los que a Veces se da el Nombre de Pensamiento y Diferencias con el Pensamiento Reflexivo.

PROCESOS A LOS QUE A VECES SE DA EL NOMBRE DE PENSAMIENTO	CARACTERÍSTICAS DEL PENSAMIENTO REFLEXIVO
1. <u>A lo que transita por la mente:</u> Incontrolada corriente de ideas que pasan por nuestra mente de manera automática y no regulada.	<u>Es una cadena:</u> Es consecuencial , un encadenamiento ordenado de ideas en la que cada una de ellas determina la siguiente. Hay unidades definidas ligadas entre sí, de modo que acaba produciéndose un movimiento sostenido y dirigido hacia un fin común.

2. **A lo que no se percibe directamente a través de los sentidos:** cosas que no se ven, ni se oyen, ni se tocan, ni se saborean, ni se huelen. Sucesiones *más* o menos coherentes de incidentes y episodios imaginativos con rupturas de continuidad que no alcanzan a establecer una conclusión.

Apunta a una conclusión: Tiene voluntad de control y una finalidad. Tiene un propósito La cadena debe conducir a algún sitio; ha de tender a una conclusión reflexiva. Hay una meta que se debe conseguir, y esa meta impone una tarea que controle la secuencia de ideas.

3. **A pensar como sinónimo de “creer”**
 “Pienso que mañana hará más frío” como “creo que mañana hará más frío”, se dan inconscientemente, son simplemente acogidos, no sabemos cómo y se convierten en parte de nuestra estructura mental. Prejuicios, ideas preconcebidas, no conclusiones a las que se haya llegado como resultado de la actividad mental personal, como la observación, el recuerdo y el examen de la evidencia.

Impulsa a la investigación: al examen activo, persistente y riguroso de toda creencia. Incluye un esfuerzo voluntario y consciente para establecer la creencia sobre una firme base de evidencia empírica y de racionalidad. Cuando las creencias superan el compromiso emotivo y exigen compromiso intelectual, cuando exigen nuestra investigación para encontrar los fundamentos sobre los que se sostienen.

Fuente: Elaboración propia. Información tomada del Capítulo 1 del libro ¿Cómo pensamos? De John Dewey (1989, pp. 19-25)

A partir de estas diferencias, llega Dewey a describir: “Lo que constituye el pensamiento reflexivo es el examen activo, persistente y cuidadoso de toda creencia o supuesta forma de conocimiento a la luz de los fundamentos que la sostienen y las conclusiones a las que tiende.” (p.24). Se puede comprender entonces que el pensamiento reflexivo impulsa a la investigación o aún se puede enmarcar en su lógica, es un pensamiento hipotético porque surge de una “*posibilidad sugerida*” (p.25) que se convierte o es la idea, el pensamiento. Así, se presentan dos cuadros síntesis con las ideas centrales y los puntos resumen que las apoyan o extienden sobre los temas de: El factor capital del pensamiento Tabla 2 y las fases del pensamiento reflexivo

Tabla 3:

Tabla 2

El Factor Capital del Pensamiento

TEMA	EL FACTOR CAPITAL DEL PENSAMIENTO
------	-----------------------------------

Idea central	La sugerencia de algo no observado: La <i>posibilidad sugerida</i> y su relación con lo observado despliegan el pensamiento reflexivo.
Punto principal	Hay pensamiento reflexivo cuando consideramos la posibilidad y la naturaleza de la conexión entre el objeto percibido y el objeto sugerido. La cosa percibida es considerada como el fundamento o la base de la creencia en la cosa sugerida; posee la cualidad de evidencia. (p.26)
Idea central	La función de significar es el factor capital del pensamiento
Punto principal	El factor capital de todo pensamiento reflexivo o característicamente intelectual es la función por la cual una cosa significa o indica otra y nos conduce así a considerar hasta qué punto puede concebirse como garantía de la creencia en la otra. (p.26) La reflexión comienza cuando comenzamos a preguntarnos por la veracidad, de una indicación cualquiera, cuando tratamos de probar su autenticidad y de ver qué garantías hay de que los datos existentes señalen realmente la idea sugerida, de modo tal que justifique la aceptación de esta última. (p.26 y27)
Idea central	La reflexión implica la creencia en la evidencia
Punto principal	La reflexión implica que se cree en algo (o no se cree en algo), no por ese algo en sí mismo, sino a través de otra cosa que sirve de testigo, evidencia, prueba, aval, garante, esto es, de <i>fundamento de la creencia</i> Es una conexión objetiva, el eslabón entre las cosas reales, lo que hace que una cosa sea el fundamento, la garantía, la evidencia de la creencia en otra cosa. (p.27)
Fuente: Elaboración propia. Información tomada del Capítulo 1 del libro ¿Cómo pensamos? De John Dewey (1989, pp. 25-26-27)	

Tabla 3

Fases del Pensamiento Reflexivo

TEMA	FASES DEL PENSAMIENTO REFLEXIVO
Idea central	El pensamiento reflexivo tiene dos fases: duda y búsqueda
Punto principal	El pensamiento reflexivo implica: 1. Un estado de duda, de vacilación, de perplejidad, de dificultad mental, en la que se origina el pensamiento. 2. Un acto de busca, de caza, de investigación, para encontrar algún material que esclarezca la duda, que disipe la perplejidad. (p.27-28)
Idea central	La importancia de la incertidumbre y la investigación: De una situación problemática surge la investigación.
Punto principal	El pensamiento tiene su arranque en una situación que muy bien podría denominarse <i>bifurcación de caminos</i> , en una situación ambigua, que presenta un dilema, que propone alternativas. En una incertidumbre, una sacudida, una interrupción que requiere explicación, identificación o ubicación. (p.28-29).

	Y de ese problema, surge la necesidad de alcanzar una conclusión basándose en la evidencia, esto es de investigación
Idea central	La regulación del pensamiento por su objetivo: La naturaleza del problema determina la finalidad del pensamiento y la finalidad controla el proceso de pensar.
Punto principal	La exigencia de solución de un estado de perplejidad es el factor orientador y estabilizador de todo proceso de reflexión. (p.29) Un interrogante al que hay que responder, una ambigüedad que debemos despejar, nos imponen una finalidad y conducen la corriente de ideas por un canal definido. Toda conclusión sugerida es puesta a prueba por sus referentes con esta finalidad reguladora (...) Esta necesidad también condiciona el tipo de investigación que se emprenda.(p.30)

Fuente: Elaboración propia. Información tomada del Capítulo 1 del libro ¿Cómo pensamos? De John Dewey

Se comprende que el pensamiento reflexivo no surge por generación espontánea, sino que su origen se encuentra en una “perplejidad, una confusión, una duda”, en un problema que incita a la investigación; a partir de este problema se dirige un objetivo, un propósito que regulará el pensamiento y sugiere algún camino, un plan provisional o proyecto, la adopción de alguna teoría que explique lo que está en cuestión, alguna *posibilidad sugerida* que vislumbre la solución al problema, este paso se podría interpretar como el surgimiento de hipótesis, de conjeturas y afirma Dewey que las fuentes de ésta sugerencia son “la experiencia anterior y un fondo de conocimiento adecuado a disposición del sujeto”, si existen estas fuentes “seguramente surgirán sugerencias más o menos idóneas y útiles” (p.30), pero llegar al punto de emitir sugerencias no es garantía de tener un pensamiento reflexivo, el pensamiento reflexivo incluye un pensamiento crítico, porque como sugerencias se pueden ocurrir ideas sin preguntarse siquiera por los argumentos en que se apoya:

La persona puede no ser lo suficientemente *crítica* acerca de las ideas que se le ocurren. Puede alcanzar una conclusión sin cuestionar los fundamentos sobre los cuales se apoya; puede prolongar o abreviar excesivamente el acto de caza, de indagación; puede aceptar la primera “respuesta” o solución que le venga a la cabeza, sea por pereza e indiferencia mental,

sea por impaciencia. Sólo se puede pensar reflexivamente cuando se está dispuesto a soportar el suspense y proseguir con la fastidiosa búsqueda. (Dewey, 1989, p. 30).

Entonces, también se puede observar que el pensamiento reflexivo se equipara con el pensamiento científico y se acentúa que es consecuencial. Para Dewey el método científico es el método derivado del pensamiento reflexivo, de esta manera el desarrollo del pensamiento reflexivo lleva implícito el desarrollo del pensamiento crítico y del pensamiento científico, es precisamente en la investigación donde se encuentra la esencia del pensamiento reflexivo:

Cuando el examen y la prueba se convierten en investigación, precisamente entonces aparecen las diferencias entre pensamiento reflexivo y pensamiento defectuoso. Para ser auténticos seres pensantes, debemos estar dispuestos a mantener y prolongar ese estado de duda que constituye el estímulo de la investigación rigurosa, así como a no aceptar ninguna idea ni realizar ninguna afirmación positiva de una creencia hasta que no se hayan encontrado razones que la justifiquen.

Así, se podría tener en cuenta todo lo que es y comprende el pensamiento reflexivo para la implementación de las nuevas tecnologías en los currículos de los programas de Arquitectura, partir de un problema, sugerir posibilidades, ir tras la huella de evidencias rigurosas, realizar un examen consciente de las creencias, buscar los fundamentos que las apoyan y dirigir el proceso a una conclusión. Cimentar los conocimientos adecuados y las experiencias previas para poder formular mejores cuestiones y mejores planes y proyectos. Tener en cuenta las fases: duda y

búsqueda, los niveles: percibir-relacionar-proponer y características del pensamiento reflexivo: consecuencial, con propósito, responsable.

Figura 31

Proceso del Pensamiento Reflexivo: De la Duda a la Conclusión



Fuente: Elaboración propia.

Por qué el Pensamiento Reflexivo Tiene que Constituir un Objetivo de la Educación.

Se explican en este apartado, los valores del pensamiento, las tendencias de pensamiento incorrecto y la importancia de las actitudes para el desarrollo de Pensamiento Reflexivo. Se puede deducir que lo más valioso del pensamiento es que se aprende a pensar no para pensar bien en una sola dimensión o tema sino para poder trasladar el pensamiento reflexivo hacia los diferentes “acontecimientos de la vida” lo que llevará a actuar de manera responsable, consecuencial y con propósito: “La gran recompensa por ejercer el poder de pensar está en la ilimitada posibilidad de trasladar a los objetos y acontecimientos de la vida significados originariamente adquiridos mediante análisis intelectual.” (1989, p. 36) y resume Dewey algunos valores del pensamiento al citar el párrafo 5 de la introducción de *System of Logic* de John Stuart Mill del cual se anotan algunas frases:

Se ha dicho que extraer deducciones es la gran tarea de la vida (...) no es otra cosa que juzgar acerca de la evidencia y actuar en consecuencia (...) Es la única ocupación en la que la mente

no deja jamás de estar comprometida. (Dewey, 1989, p. 37)

Aclara Dewey que los valores constituyen la diferencia de cómo viven los animales y una existencia verdaderamente humana; que para que lleguen a realizarse de la mejor manera “el pensamiento requiere una cuidadosa y atenta orientación educativa” (p.37), pues los valores no se desarrollan por sí mismos de manera automática y porque el pensamiento puede desarrollar modos equivocados y este es un peligro más grave que si existiera una ausencia total de desarrollo: “La capacidad de pensar (...) al elevarnos por encima de la bestia abre la posibilidad del fracaso, a la que el animal limitado al instinto no está expuesto” (p.38)

Los valores del pensamiento se resumen en la Tabla 4 donde se observa que los valores 1 y 2 tienen que ver con un aumento en el control de las cosas, objetos y acontecimientos porque se pueden anticipar las consecuencias de lo percibido y el valor 3 tiene que ver con enriquecer su significado.

Tabla 4

Los Valores del Pensamiento

TEMA	LOS VALORES DEL PENSAMIENTO
Idea central	1. El Pensamiento Reflexivo posibilita la acción con un objetivo consciente
Punto principal	• Valores propios del pensamiento reflexivo: (p.33) - Nos libera de la actividad meramente impulsiva y puramente rutinaria. - Nos capacita para dirigir nuestras actividades con previsión y para planificar de acuerdo con fines u objetivos de los que somos conscientes. - Nos capacita para actuar deliberada e intencionalmente para conseguir objetivos futuros o lograr el dominio de lo ausente y alejado del presente. - Al establecer mentalmente las consecuencias, nos capacita para saber qué hay de puramente apetitivo, ciego e impulsivo en la acción inteligente.

Idea central	2. El Pensamiento Reflexivo posibilita las preparaciones sistemáticas y los inventos.
Punto principal	• Mediante el pensamiento desarrolla el hombre signos artificiales y los dispone de tal manera que le indiquen por adelantado determinadas consecuencias, así como la manera de asegurarlas o de evitarlas. (p.34). • La verdadera esencia de la cultura civilizada estriba en que nosotros erigimos deliberadamente monumentos y recordatorios por temor a olvidar; y deliberadamente inventamos, antes de que diversas contingencias y emergencias de la vida sucedan realmente, ingenios (...) para evitar lo que no es favorable, o por lo menos para protegernos y para dar un carácter más seguro y amplio a lo que nos es favorable.
Idea central	3. El Pensamiento Reflexivo enriquece las cosas con los significados.
Punto principal	• El pensamiento confiere a los acontecimientos y objetos físicos una condición muy diferente de la que tienen para un ser no reflexivo. (p.35) • Las cosas están cargadas del significado que tienen debido a que en el pasado las cosas ausentes nos fueron sugeridas mediante las presentes y a que estas sugerencias se han visto confirmadas por la experiencia posterior.(p-35)

Fuente: Elaboración propia. Información tomada del Capítulo 1 del libro ¿Cómo pensamos? De John Dewey

Al conocer los valores propios del Pensamiento Reflexivo se pueden relacionar esas ventajas también con la pregunta que guía este apartado sobre cómo se puede fundamentar la innovación tecnológica desde la innovación educativa para optimizar su función y trascenderla hacia el incremento de la responsabilidad social del estudiante de Arquitectura, y se vislumbra el camino de la implementación de nuevas tecnologías y específicamente del BIM desde el Pensamiento Reflexivo ya que éste último como fundamento teórico se complementa con el BIM como instrumento que proporciona optimización de gestión de la información y en unidad se dirigen hacia un fin común: la búsqueda de la mejor respuesta a las necesidades humanas y al incremento de la calidad de vida y así llevar los proyectos encaminados por este fin a la conclusión idónea.

Pues si el Pensamiento Reflexivo nos capacita para prevenir y planear las actividades con objetivos definidos de los que tenemos consciencia y para “conseguir objetivos futuros o lograr el

dominio de lo ausente y alejado del presente” (p.33), el BIM nos permite precisamente visibilizar, simular ese futuro en un modelo y desde una actitud reflexiva lograr el dominio de lo aún no construido para conseguir los fines propuestos con cada proyecto, entonces el desarrollo de Pensamiento Reflexivo puede guiar el control intencionado de la innovación tecnológica porque este pensamiento se dirige a comprender el significado de las consecuencias de acuerdo a la opción de su uso, como lo expresa Dewey:

Únicamente cuando las cosas que nos rodean tienen sentido para nosotros, únicamente cuando significan consecuencias a las que se puede llegar utilizándolas de tal o cual manera, únicamente entonces se da la posibilidad de control deliberado e intencional de las mismas. (Dewey, 1989, p. 34).

Un valor muy importante del Pensamiento Reflexivo es el establecer mentalmente las consecuencias y no solo a un plazo inmediato sino a mediano y largo plazo esto puede favorecer la educación en la responsabilidad social, la ética, la Formación Integral del estudiante de Arquitectura y se puede apoyar en las ventajas del BIM que permite ver en un modelo muchos aspectos, por ejemplo, todo el ciclo de vida del proyecto y analizar consecuencias futuras, ver las implicaciones de las decisiones en cada uno de los procesos y etapas: “El ser capaz de pensar actúa bajo el efecto de consideraciones lejanas, de resultados que tal vez se puedan alcanzar sólo después de unos años” (Dewey, 1989, p. 33).

Si el hombre puede mediante el pensamiento desarrollar signos e información y relacionarla de tal manera que le muestren determinadas consecuencias y los caminos para

obtenerlas o evitarlas entonces en el Pensamiento Reflexivo se vislumbra una vía para la tan anhelada innovación y creatividad, así se puede prever y anticipar soluciones a las necesidades humanas. “Todas las formas de aparatos artificiales son modificaciones intencionales de cosas naturales diseñadas para que presten un mejor servicio que en su estado natural en lo que se refiere a indicar lo oculto, lo ausente, lo remoto.” (Dewey, 1989, p. 35).

Actitudes personales que disponen para el Pensamiento Reflexivo

Recalca Dewey la importancia del desarrollo de Pensamiento Reflexivo por los valores que aporta, pero sobre todo para evitar las consecuencias de un pensamiento erróneo y de promover la pereza mental por eso insiste también en la importancia de fomentar las actitudes necesarias para un Pensamiento Reflexivo porque ni el conocer sobre las mejores maneras de pensar ni los ejercicios prácticos de desarrollo de pensamiento sirven si no están estas actitudes de base que abran el camino: “la información y los ejercicios son valiosos, pero ningún individuo puede convertir en real su valor a no ser que esté personalmente animado por ciertas actitudes dominantes de su propio carácter” (Dewey, 1989, p. 44).

Entonces Dewey manifiesta que “lo que se puede hacer es cultivar las *actitudes* que resulten favorables para el uso de los mejores métodos de investigación y comprobación” porque aclara “El mero conocimiento de los métodos no bastará: ha de existir el deseo, la voluntad de emplearlos” (Dewey, 1989, p. 45). También se describe en el texto que el deseo es cuestión de disposición personal y que tampoco la disposición es suficiente por sí sola: “Debe haber también comprensión de las formas y las técnicas que constituyen los canales a través de los cuales esas actitudes puedan operar de la manera más provechosa” (Dewey, 1989, p. 45) y define las tres

actitudes fundamentales que se deben cultivar para desarrollar y usar la mejor manera de pensar:

Mentalidad abierta, entusiasmo y responsabilidad. (Ver Anexo 3
Categorías-Conceptos-Definiciones Libro Cómo Pensamos de John Dewey)

La esencia de la mentalidad abierta está en “la curiosidad constante y el espontáneo esfuerzo de comprensión de todo lo nuevo” y cultivarlas es el mejor antídoto contra las fuerzas que pueden llegar a cerrar la mente. Si no hay entusiasmo el interés se divide y esto tal vez es lo que se critica cuando se dice que el estudiante no debe tener un papel pasivo en la clase y por eso algunos están en contra de las clases magistrales, pero no sólo depende de la didáctica, depende sobre todo del entusiasmo que despierta en el aprendiz el tema para que enfoque su interés y el tema lo arrastre, esto también lleva a la tercera actitud la de la responsabilidad porque explica Dewey que cuando los alumnos estudian temas muy alejados de su experiencia “Tienden a volverse intelectualmente irresponsables; no se preguntan por el *significado* de lo que aprenden” (1989, p. 47), también puede generarse la irresponsabilidad intelectual cuando hay demasiados temas o cosas sin conexión que puede volver las mentes dispersas. “completar una cosa es el verdadero sentido del rigor, y la capacidad para llevar una cosa hasta su fin o conclusión depende de la existencia de la actitud de responsabilidad intelectual.” (1989, p. 48).

Todo esto se articula con la conclusión tratada en la categoría de Formación Integral en esta tesis cuando se menciona que la expansión del intelecto se relaciona íntimamente con la dimensión ética porque cuando se desarrolla el Pensamiento Reflexivo no es para uso exclusivo de la profesión u oficio es para que guíe las decisiones en las diferentes dimensiones de la vida, no hay verdadero hábito de pensar reflexivamente si sólo se usa en algunas áreas, si existe un “estado

mental dividido”, y hay que cultivar las actitudes personales como cualidades morales e intelectuales porque son elementos que constituyen esencialmente “la disposición a considerar intelectualmente los temas que se inscriben dentro del espectro de la experiencia.” (1989, p. 48),

Si se nos forzara a elegir entre estas actitudes personales y el conocimiento acerca de los principios del razonamiento lógico, acompañado por una cierta habilidad técnica de manipulación de procesos lógicos especiales, nos decidiríamos por las primeras. Afortunadamente no hay por qué escoger, puesto que entre las actitudes personales y los procesos lógicos no hay oposición. (Dewey, 1989, p. 49)

Recursos Innatos en la Formación del Pensamiento

En concordancia con lo argumentado por Tomás de Aquino “El dinamismo de la naturaleza del discípulo es la que causa la ciencia aun cuando es mediado por un maestro, como cuando una planta crece o un enfermo sana” (S. Th. I, s. f.), describe Dewey (1989): “El aprendizaje es algo que el alumno tiene que hacer él mismo y por sí mismo”(p.51) “El maestro es un guía, un director; el lleva el timón del barco pero la energía propulsora de este último ha de provenir de los que aprenden” (p.52).

Así es necesario que el maestro conozca esa “energía propulsora” de la cual valerse pues se nace naturalmente con la capacidad de pensar y no podemos “aprender ni enseñar a pensar, podemos aprender *cómo* pensar bien y *cómo* adquirir el hábito general de la reflexión” (p.51) y como el hábito de la reflexión se desarrolla a partir de *tendencias innatas* el maestro debe reconocerlas pues serán su materia prima, su energía propulsora las cuales debe guiar a su mejor realización.

Aunque “la cantidad y cualidad de estos factores varían de persona a persona” (p.52) enumera Dewey algunas tendencias que operan en todos los aprendices y a las cuales hay que recurrir para el desarrollo de su pensamiento reflexivo: La *curiosidad*, la *sugerencia* y el *orden*. La *curiosidad* es el “factor básico en la ampliación de la experiencia y por tanto, de un ingrediente primordial de los gérmenes que han de desarrollarse hasta convertirse en pensamiento reflexivo.” (p.53)

Dewey enumera tres etapas de la curiosidad desde la etapa uno donde la curiosidad de un niño pequeño es un “torrente vital, de una superabundante energía orgánica” (p.53) y va luego hacia la una etapa superior de la curiosidad desarrollada bajo la influencia de estímulos sociales y descubre un sentimiento de que siempre hay algo más detrás de los hechos de una historia y esto se constituye en el germen del tercer nivel de la curiosidad que es la curiosidad intelectual cuando se eleva del nivel orgánico y del nivel social, ese es el problema central para el educador, relacionar la curiosidad orgánica y las preguntas de los alumnos con fines más lejanos, fines intelectuales: “En la medida en que un fin determinado controle una secuencia de indagaciones y observaciones y las conecte entre sí como medios encaminados hacia un fin, precisamente en esa medida la curiosidad asumirá un carácter definitivamente intelectual.” (p.55).

La sugerencia es el segundo recurso innato en la formación del pensamiento que menciona Dewey, las sugerencias suceden en la mente porque tiene la capacidad de acompañar lo que se experimenta con otros objetos, cualidades o acontecimientos por eso “sólo cuando una persona trata de controlar las *condiciones* que determinan la aparición de una sugerencia, y sólo cuando acepta la responsabilidad de utilizar la sugerencia para examinar qué se desprende del ella” puede ser el yo

“agente y fuente de pensamiento.” (p.57). y especifica Dewey dos características del pensamiento derivadas de este recurso de la sugerencia: El pensamiento es específico y cualquier tema puede ser intelectual:

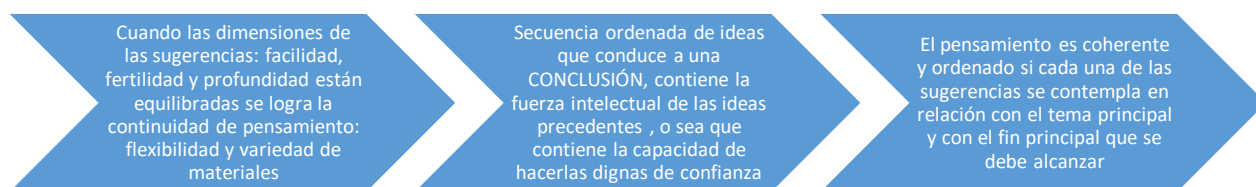
El pensamiento es la capacidad para comprender y relacionar entre sí las sugerencias específicas que las cosas plantean. En consecuencia, cualquier tema desde los griegos hasta la cocina, y desde el dibujo hasta las matemáticas, es intelectual, (...) no en su estructura interna fija, sino en su poder, en su función para poder comenzar y desarrollar una indagación y una reflexión significativas. Lo que para uno es la geometría, para otro es la manipulación de aparatos de laboratorio, el dominio de la composición musical o la conducción de un negocio. (Dewey, 1989, pp. 61-62).

En ese sentido, la innovación tecnológica y el BIM pueden implementarse dentro de los planes de estudio como un tema *intelectual*, que desarrolle el pensamiento y por tanto *formativo* no sólo desde los temas o programas informáticos, sino que desde su función pueden “comenzar y desarrollar una indagación y una reflexión significativas”, se debe aprovechar que con el BIM se construye un proyecto desde la idea a la conclusión, así puede impulsar a la investigación a la comprensión y relación de las sugerencias con un sentido consecuencial y responsable, con un fin que motive la curiosidad, abordado desde la *curiosidad* intelectual, la *sugerencia* intelectual que lleve a esa expansión del intelecto por adquisición de hábitos de pensamiento que le permitirán al estudiante y futuro arquitecto enfrentarse al papel en blanco, a lo indeterminado, no solo con una “lluvia de ideas” divergentes sino con la búsqueda de los fundamentos y evidencias que apoyan las creencias y sugerencias tras una conclusión aceptable.

Así se comprende el tercer recurso innato que menciona Dewey: el *orden* “El pensamiento reflexivo implica secuencialidad, continuidad u ordenamiento de las sugerencias” (p.62). para que las sugerencias dejen de ser sólo ideas sueltas, para convertirlas en pensamiento reflexivo debe existir una “asociación de ideas” o “cadena de sugerencias” que esté controlada de tal forma que derive una “secuencia ordenada que conduce a una conclusión que contiene la fuerza intelectual de las ideas precedentes, sólo entonces estamos en la presencia del pensamiento reflexivo.

Figura 32

Pensamiento Coherente y ordenado



Fuente: Elaboración propia.

En este punto se habla de pensamiento reflexivo cuando hay continuidad, coherencia, orden, no importa que surjan muchas sugerencias, incluso incompatibles, lo importante es que se desarrollen en relación con el fin que se quiere alcanzar, se habla de categorías que se encontraban en las definiciones del BIM la cual se transcribe nuevamente y se subraya donde se encuentra relación con las propiedades enunciadas para que se dé el Pensamiento Reflexivo:

Se refiere al conjunto de herramientas, técnicas y conceptos basados en el uso de información **coordinada, coherente, computable y continua**; utilizando una o más bases de datos

compatibles que contienen toda la información **relativa al edificio que se pretende promover, diseñar, construir o usar.** (Coloma Picò, 2012b, p. 77)

Entonces la información es coordinada, coherente, continua y puede venir de muchas fuentes incluso opuestas e incompatibles, pero es muy importante que cada dato se contemple en relación con el fin principal, en este caso “el edificio que se pretende...” pues eso también garantiza la concentración: “variedad y cambio de ideas, combinadas en una única y constante corriente en dirección a una conclusión unificada.” (Dewey, 1989, p. 63). El BIM favorece la coherencia y el orden que lleva a que los pensamientos se concentren porque se mueven hacia un objetivo: “Fijar la mente en un tema se asemeja a mantener un barco en su ruta, pues implica un cambio constante de posición junto con cierta unidad de dirección” (Dewey, 1989, p. 63) y eso se busca con el BIM, realizar todos los cambios necesarios fundamentados en la información y datos para llegar a una conclusión apoyada en evidencias y así también evitar realizar esos cambios durante las etapas operativas de construcción con todas las dificultades que conllevan.

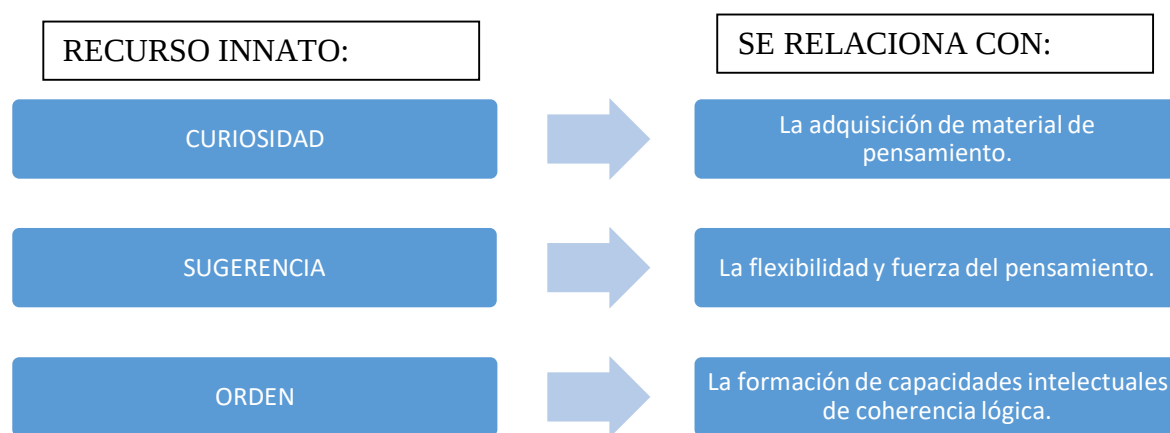
También recalca Dewey la importancia de la ordenación en la acción para la ordenación del pensamiento: “A menudo la ordenación del pensamiento es el concomitante indirecto de la ordenación de la acción” (1989, p. 63) y se entiende la importancia de la práctica y la acción en el desarrollo del pensamiento, de la reflexión en la acción a que se refiere Donald Schön en la búsqueda de profesionales reflexivos y del porqué del Aprendizaje Basado en Proyectos o APP. Explica Dewey que, en el ejercicio de la profesión u oficio del adulto, la presión de los resultados hacia un fin pragmático al que debe llegar le impulsa la organización intelectual “le suministran el

eje de estabilidad “(p.64) y por eso no debiera desperdiciarse este recurso en la educación de hábitos intelectuales correctos de niños y jóvenes.

Se puede así comprender la importancia del BIM como instrumento de la acción, se convierte en un recurso que simula el contexto real del diseño y desarrollo de un proyecto de arquitectura, un instrumento que permite evidenciar la teoría en su práctica, impulsa el logro externo de una actividad al permitir la simulación que puede también facilitar la continuidad en la motivación y la concentración hacia un fin especializado. Entonces puede ser el BIM u otro medio, lo importante es que las actividades que se escojan para promover el aprendizaje, el desarrollo del pensamiento reflexivo y la responsabilidad social sean útiles a estos propósitos: “El problema real: descubrir las ocupaciones útiles” (Dewey, 1989, p. 66).

Figura 33

Recursos Innatos y su Relación en la Formación del Pensamiento



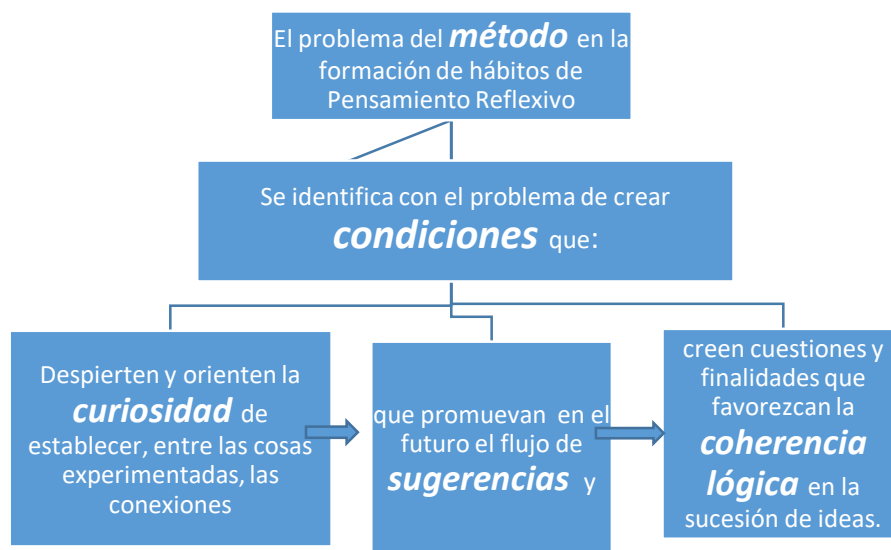
Fuente: Elaboración propia.

Así, el trabajar alrededor de un proyecto impulsa al estudiante a prever el futuro y a que en cada paso que avance en el proceso sea semilla de nuevas preguntas y sugerencias dirigidas a la conclusión idónea. De esta manera se puede contribuir al adiestramiento o formación del pensamiento la cual requiere del análisis de las condiciones individuales de los estudiantes tanto como de las condiciones escolares. Especifica Dewey en qué consiste esa formación del pensamiento que fundamenta el método para generar hábitos de pensamiento reflexivo:

Consiste en este desarrollo de la curiosidad, la sugerencia y los hábitos de exploración y comprobación que aumenta la sensibilidad a los interrogantes y el amor a la investigación de lo desconcertante y desconocido, mejora la idoneidad de las sugerencias, controla su sucesión en orden evolutivo y acumulativo, y realza el sentido de la fuerza, la capacidad de *prueba* de todo hecho observado y toda sugerencia recogida. El pensar no constituye un proceso mental aislado; por el contrario, es una cuestión relativa al *modo* en que se emplea la inmensa cantidad de objetos observados y sugeridos, el modo en que coinciden y en que *se los hace* coincidir, el modo en que se los manipula. (Dewey, 1989, p. 70).

Figura 34

El Método en la Formación de Hábitos de Pensamiento Reflexivo



Fuente: Elaboración propia.

Proceso y Producto de la Actividad Reflexiva: Proceso Psicológico y Forma Lógica:

Dewey distingue entre el proceso y producto de la actividad reflexiva, no se piensa de una vez siguiendo una forma lógica, la forma lógica es como se presenta el resultado del pensamiento reflexivo, entonces, el proceso es como se produce realmente el pensamiento de una persona y la forma lógica es el producto de ese pensamiento y muestra sus diferencias:

Tabla 5

Cómo el Pensamiento Real Difiere de la Forma Lógica

Forma lógica o Razonamiento Formal: PRODUCTO	Pensamiento Como se Produce en la Cabeza de una Persona: PROCESO
El tema de la lógica formal es estrictamente impersonal	El pensamiento real de un individuo real depende de sus hábitos
Las formas lógicas son constantes, inamovibles, indiferentes a la materia con que se las rellene. Ajenas al cambio.	El pensamiento real es un proceso, ocurre, deviene; está en cambio continuo en tanto haya una persona que piense. A cada paso ha de tomar en cuenta el contenido.
Debido a que las formas son uniformes y en ellas puede tener cabida cualquier materia, no prestan atención al contexto.	El pensamiento real siempre hace referencia a algún contexto. Tiene siempre origen en una situación inestable que queda fuera del pensamiento.

Lo lógico- <i>FORMA LÓGICA</i>	Lo Psicológico- <i>MÉTODO LÓGICO</i> : El pensamiento real tiene su propia lógica: es ordenado, racional , reflexivo.
EJEMPLOS	
Un mapa=Producto	Las exploraciones y reconocimientos de los cuales es resultado el mapa= Proceso
“Todos los hombres son mortales, Sócrates es hombre; luego, Sócrates es mortal”	A la hora del juicio contra Sócrates sus discípulos analizaban las perspectivas de que Sócrates continuará viviendo.
Fuente: Elaboración propia. Información tomada del Capítulo 5 del libro ¿Cómo pensamos? De John Dewey (p.86)	

Haciendo la analogía con la enseñanza de la Arquitectura el proyecto arquitectónico final será el producto y su diseño será el proceso, y en la educación ambos, proceso y producto tienen su papel, se enfatiza en el proceso porque “su propósito es crear actitudes favorables al pensamiento eficaz, y para promoverlas tiene que seleccionar y ordenar acertadamente los temas y las actividades con ellos relacionados”, pero también se reconoce el valor del producto: “Propone formas dentro de las cuales se vierte el resultado del pensamiento real a fin de facilitar la comprobación de su valor” (p.87).

Así, las formas lógicas o producto presentan como una síntesis rigurosa el trabajo realizado en el proceso, son la prueba concreta de la conclusión a la que se llegó desde el pensamiento real. Entonces proceso y producto o *lo psicológico* y *lo lógico* no se oponen se complementan “mantienen entre sí la relación de etapa inicial y terminal o conclusiva del mismo proceso” (Dewey, 1989, p. 96). El pensamiento lógico no es un impuesto sino un proceso natural, el ser humano nace curioso, observador, entusiasta, así, expresa Dewey que “el verdadero problema de la educación intelectual es el de la *transformación* (...) transformación de la curiosidad más o menos casual y la sugerencia más o menos esporádica en actitudes de investigación atenta, prudente y rigurosa.” (1989, p. 96).

Una de esas transformaciones es la operación de *inferencia* ya que “constituye el corazón de toda acción inteligente” (Dewey, 1989, p. 106) y lo define como el proceso de llegar a una idea de lo que está ausente a partir de los datos con los que se cuenta pero implica un salto de lo que se conoce a lo que no se conoce y luego eso inferido se verifica en la *prueba*, entonces hay una observación, luego una sugerencia, luego la inferencia y luego de la prueba de esta inferencia hay una creencia, en la implementación del BIM se pueden optimizar sus ventajas utilizándolo como el medio de experimentar, de probar y controlar las inferencias.

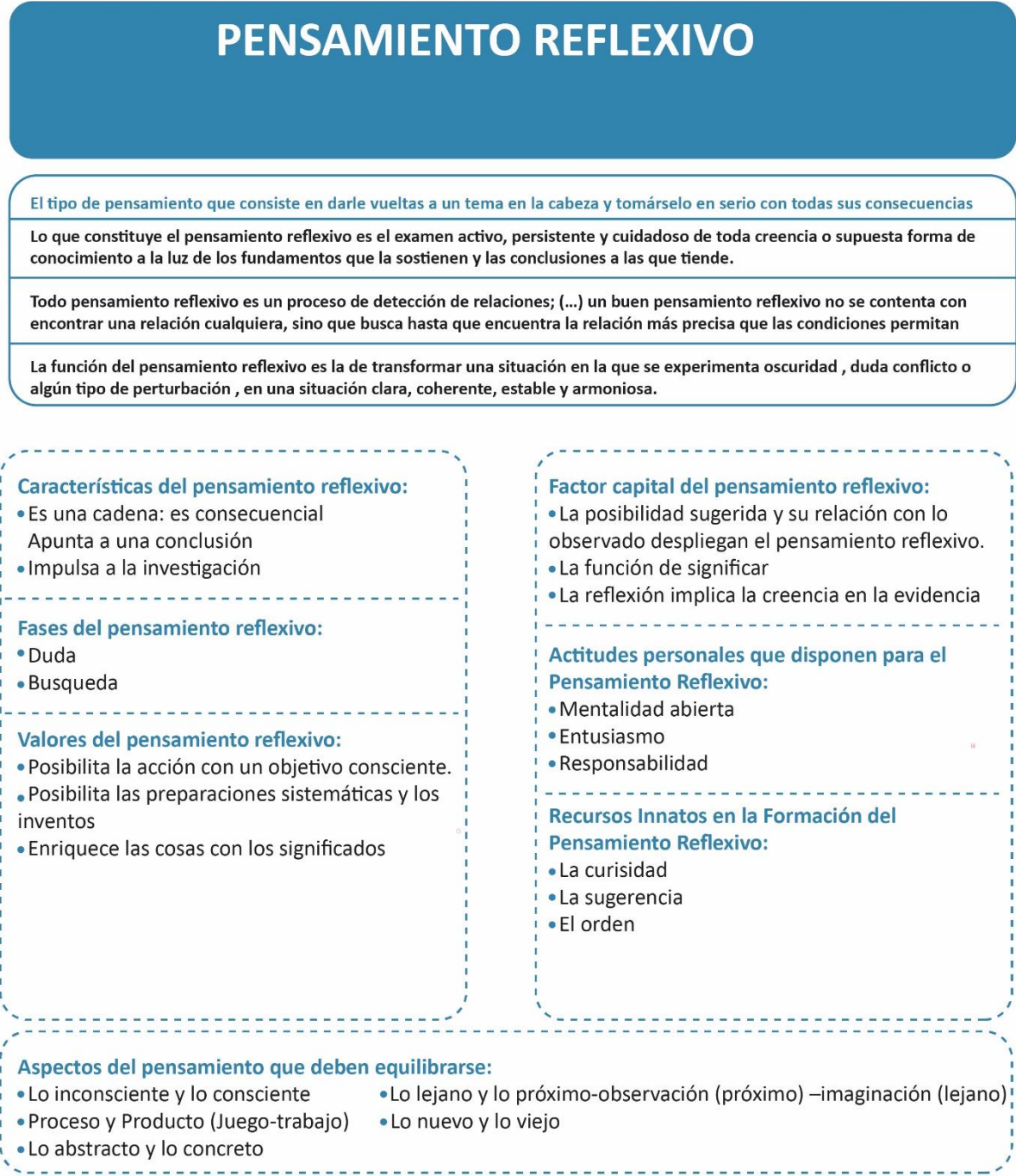
El objetivo del Pensamiento Reflexivo es terminar en una decisión, un juicio que sirve para concluir el problema en cuestión, que no solo servirá para resolver ese problema sino para problemas similares en el futuro o como base para generar nuevos conocimientos y significados, porque el Pensamiento Reflexivo lleva a la comprensión que es apropiarse y asimilar un significado y estos significados contruidos forman los conceptos que se constituyen en instrumentos de juicios analíticos y sintéticos para llegar a realizar las mejores relaciones posibles para obtener una exactitud de relación y así derivar la mejor decisión posible.

Entonces en este fin de toma de decisiones sustentadas, validadas, estudiadas y además responsable que las pase por el tamiz de juicio ético se encuentran la Formación, el Pensamiento Reflexivo y el BIM.

A manera de conclusión de este apartado, en la *Figura 35* se presenta el cuadro síntesis de la categoría Pensamiento Reflexivo:

Figura 35***Cuadro Síntesis de la Definición de Pensamiento Reflexivo***

Fuente: Elaboración propia



Capítulo 4

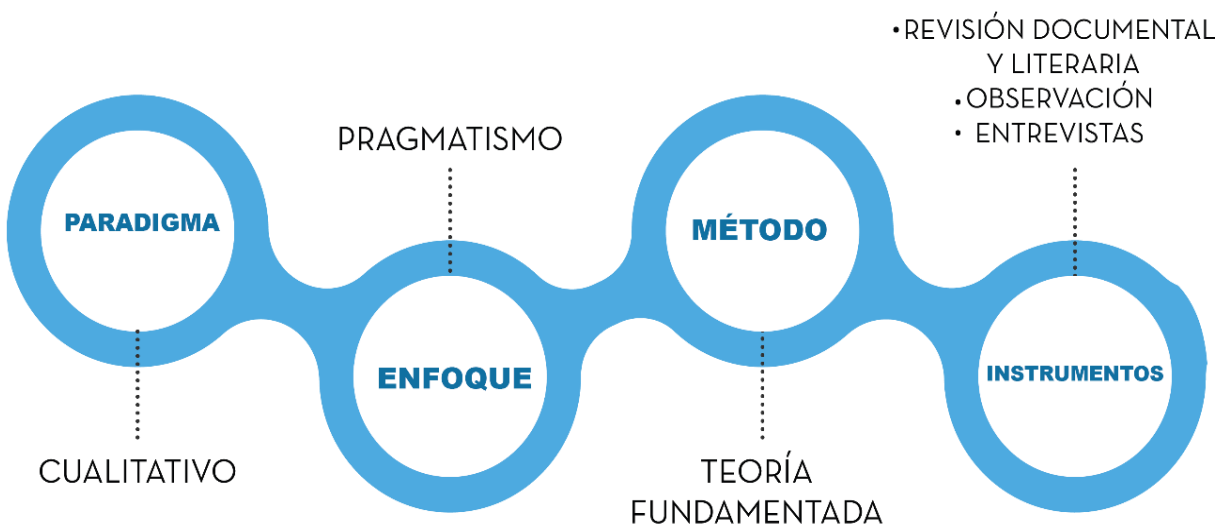
Marco Metodológico

Este capítulo comprende el Marco Metodológico en que se conduce la tesis: paradigma, enfoque, método, estrategias, técnicas e instrumentos que se derivan en coherencia y relación con el problema, la naturaleza del objeto de estudio, el propósito al que se dirigen los resultados y conclusiones. Así, de acuerdo con la

Figura 36 en este apartado se describe de manera sintética la decisión en cada uno de los aspectos y su fundamentación e importancia en el desarrollo de la investigación:

Figura 36

Marco Metodológico



Fuente: Elaboración propia

Paradigma-Enfoque

El proyecto de investigación se inscribe dentro del paradigma cualitativo, centrado en la comprensión del objeto de estudio, pretende entender cómo la implementación del BIM se puede articular al Pensamiento Reflexivo para contribuir en la expansión del intelecto del estudiante de Arquitectura hacia una optimización de su desempeño personal y multidimensional basado en toma de decisiones éticas, hacia la educación íntegra. Así, el interés teórico de la investigación se dirige a la comprensión de sentidos y significados, a la orientación de lineamientos de la acción humana más que a la explicación, la predicción y el control de una hipótesis.

Bajo este paradigma cualitativo, el investigador está en continua relación con el objeto de estudio “habita en la pregunta”, atiende una actitud reflexiva y comprometida con el significado social. La lógica que dirige la investigación es inductiva-abductiva de donde busca comprender los fenómenos para fundamentar teorías, sus condiciones de rigurosidad se basan en la coherencia interna asociada además a procesos de triangulación de fuentes, técnicas e instrumentos. La estrategia de investigación sigue un diseño no estructurado, emergente, flexible, abierto, no lineal más bien en espiral y circular.

En coherencia con la búsqueda dentro del paradigma Cualitativo, el enfoque de ésta investigación es el Pragmatismo de quien fue Dewey uno de los padres fundadores junto con Charles Sanders Peirce y William James. Este enfoque es precisamente la base del Pensamiento Reflexivo que sigue la lógica científica con el fin de aprender a pensar para responder a los problemas de la sociedad y construir una política democrática: “Uno de los puntos fundamentales del enfoque propuesto por Dewey es la idea de que la filosofía debe adoptar el método

experimental característico de la ciencia y aplicarlo también al campo ético, moral y político” (Parravicini, 2016, p. 9).

El Pragmatismo de Dewey está dirigido a pensar reflexivamente para llegar a conclusiones que sean útiles a la sociedad, para construir conocimiento desde éste enfoque, se reconoce el fundamento *abstracto*, pero también la parte *práctica*; el compromiso y fin de su visión era con el hombre real, va tras la humanización de la ciencia en búsqueda del bienestar y de la educación reflexiva para dirigir las decisiones hacia el bien común:

Dewey pretendió practicar siempre una filosofía ajena a los problemas de los filósofos. En sus manos fue método resolutorio de los problemas reales de los hombres a partir del conocimiento psicológico del instrumento supremo que ha creado la evolución: el aprendizaje inteligente. Antonio Caparros en: (Dewey, 1989, p. 13).

Para el Pragmatismo no hay verdades individuales absolutas, las verdades se construyen por validez social, Peirce al igual que Dewey en su escrito ¿Qué es el Pragmatismo? (1905) “expresa un vínculo entre el conocimiento racional y cualquier propósito humano definido”. La regla pragmática construida por Peirce afirma: “considerando qué efectos pueden supuestamente tener alcance práctico, pensamos que el objeto de nuestra concepción lo tiene. Entonces la concepción de estos efectos es nuestra concepción completa del objeto” (Peirce, 1878, p. 5,402) , entonces el Pragmatismo mira hacia el futuro y tiene una visión consecuencial y responsable, piensa en los efectos que puede traer una u otra decisión, así, no hay comprensión del objeto de estudio si no hay un reconocimiento de las consecuencias prácticas que implica.

Entonces para Peirce “La verdad es *pública*, es algo que se construye colectivamente, de acuerdo con la evolución, *in the long run*, a través de las deducciones y de las investigaciones de la comunidad científica.” (Parravicini, 2016). “La opinión sobre la que finalmente se ponen de acuerdo todos los que investigan es lo que entendemos por verdad, y el objeto representado en esa opinión es la realidad”. (Peirce, 1878)

Método-Estrategia-Técnica

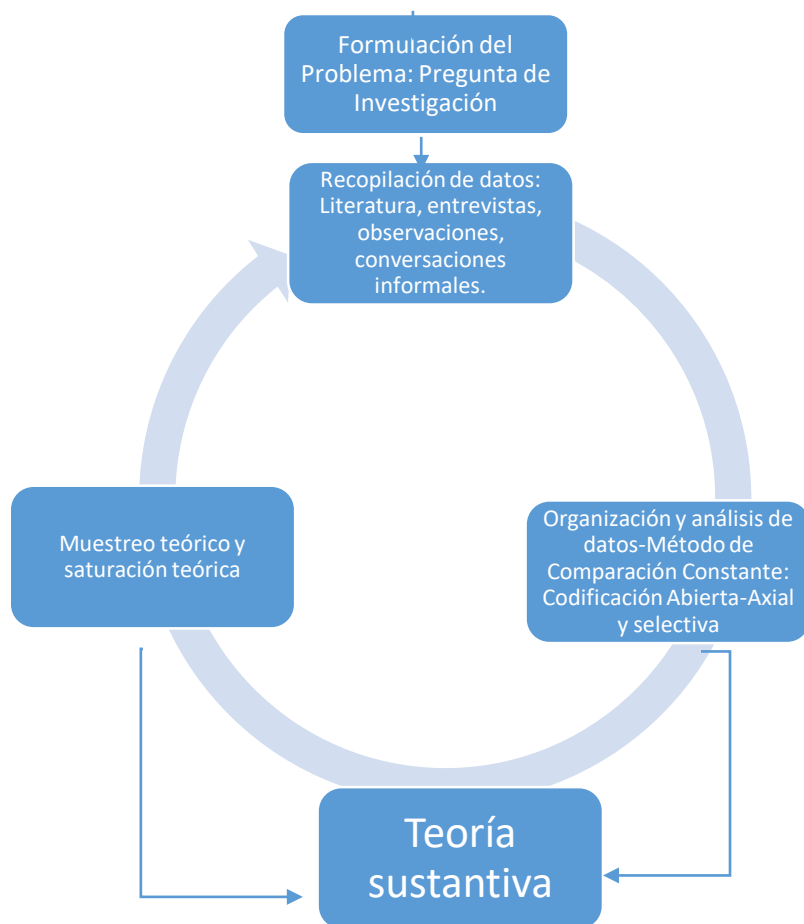
En coherencia, se esperaría de este trabajo doctoral, que al guiarse por el enfoque Pragmatista se convierta en un componente externo que permita visibilizar la comprensión del objeto de estudio y tener una utilidad práctica hacia la calidad y dignificación de la vida. Así la búsqueda de esa comprensión se vale del método de la Teoría Fundamentada que se articula con el enfoque escogido pues el pragmatismo busca el valor de la teoría en relación con sus efectos prácticos y considera que los objetos de estudio se comprenden desde la experiencia y diversos puntos de vista: “El investigador se encuentra inmerso en el campo de estudio y sus observaciones se abocan al dato, considerando tanto su interpretación como la de otros sujetos implicados con la finalidad de fortalecer la comprensión del fenómeno social investigado. (Bonilla-García & López-Suárez, 2016, p. 305).

La Teoría Fundamentada desde la propuesta de Barney Glaser y Anselm Strauss en la década de los 60 en su libro *The Discovery of Grounded Theory* muestra como principio que las teorías que sobre un tema construye el investigador nacen a partir de los datos, los cuales se comparan constantemente con la finalidad de desarrollar conceptos, definir categorías y luego relacionarlas. La teoría fundamentada, entonces, comienza con la recopilación de datos basados

en una pregunta y no con un marco teórico construido con el objetivo de probar una hipótesis. Entonces, aunque riguroso y sistemático este método de investigación no es lineal y se va ajustando de acuerdo a las necesidades que exige la respuesta a la pregunta de investigación:

Figura 37

Proceso de la Teoría Fundamentada seguido en esta investigación:



Fuente: Elaboración propia.

Las etapas o fases de investigación tienen entonces en cuenta que el método de la Teoría Fundamentada no es un proceso lineal, sino que la búsqueda de la respuesta a la pregunta formulada es el propósito definido que guía el camino de la investigación el que indica cuando buscar nuevos datos, cuando parar en una etapa saturada, cuando volver a la literatura, así se tienen

en cuenta el objetivo general y los objetivos específicos para encauzar de forma permanente la investigación. Estas fases y acciones específicas para el desarrollo de cada objetivo se pueden leer en la Tabla 7

Matriz de Consistencia o Coherencia de Investigación.

De esta manera, se inició con revisión documental y de literatura que permitió el planteamiento y formulación del problema que dirigió la investigación, luego hay inmersión en campo para la recolección de datos fundamentales durante la Estancia Internacional, los datos observados, organizados y analizados simultáneamente, llevan a la ampliación de bibliografía y se realiza nuevamente búsqueda de datos de tipo teórico en la literatura y en cada etapa se hace recolección, organización y análisis y se tiene en cuenta la comparación constante con la codificación abierta, axial y selectiva.

Así, la TF es un método sistémico que se trabaja en base a ciclos, que generan complejidad creciente a través de una estrategia inductiva que basa la teoría en la recolección, codificación y análisis de datos cualitativos. La finalidad está en la generación de teoría y el fundamento está en los datos. La TF es un método flexible dirigido a investigaciones sobre las que no exista un avance teórico sino hacia la comprensión de fenómenos inexplorados que permitan desde los datos emerger teoría que culmine en desarrollo de conocimiento para el problema planteado. Esto se relaciona con la naturaleza del problema de esta tesis y con lo concluido desde el Estado de la cuestión realizado.

En el mismo sentido los instrumentos escogidos para esta investigación están dirigidos a esa comprensión, pertinentes a su naturaleza y a los resultados pretendidos, la Teoría

Fundamentada permite la flexibilidad en ésta escogencia y la simultaneidad en la obtención y análisis de los datos recolectados, lo cual puede hacer que en el procesamiento de los datos emerja la necesidad de implementar instrumentos adicionales en pro de la generación de teoría:

La TF es un método que implica la recolección y el análisis simultáneo de datos; se caracteriza por ser flexible, ya que se pueden combinar métodos cuantitativos y cualitativos, además de diferentes técnicas de investigación, cuyo análisis y contraste permiten la triangulación metódica, o bien, pueden realizarse composiciones metodológicas apropiadas para abordar al objeto de estudio y generar teoría acerca del mismo. La finalidad principal de la TF es la generación de teoría, por lo que los métodos son un medio para conseguir un fin, no el fin en sí mismo (Andréu Abela et al., 2007, p. 54).

Instrumentos

A partir de la pregunta de investigación, el objetivo general, los objetivos específicos con base en el enfoque pragmático que enmarca el método de TF se plantean los instrumentos que parten de los datos con una primera revisión bibliográfica y la inmersión en campo con la Pasantía Internacional, así, se van decantando según el aporte a la respuesta de la formulación del problema y se delimitan a los resultados esperados. De esta manera, en la presente investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Revisión y análisis de Documentos y Literatura
- Observación en aula-diálogos o conversación informal- presentaciones
- Entrevistas

Revisión documental:

Se escoge este instrumento porque como lo expresa Le-Compte y Schensul, 2013 et al, citados por Hernández Sampieri, R et al.:

Una fuente muy valiosa de datos cualitativos son los documentos, materiales y artefactos diversos. Nos pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio. (...) Le sirven al investigador para conocer los antecedentes de un ambiente, así como las vivencias o situaciones que se producen en él y su funcionamiento cotidiano y anormal. (2014, p. 415)

Dentro de la revisión documental para conocer los antecedentes del contexto de la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo en los programas de Arquitectura se incluye lecturas a partir de la exploración de las páginas Web sobre los planes de estudio y perfiles del programa de arquitectura en universidades nacionales e internacionales, el criterio de selección partió de la revisión a nivel mundial los rankings internacionales QS –QS World University Rankings by Subject 2021 Arquitectura/ Medio ambiente-construido. Así se seleccionaron para la indagación las siguientes universidades:

A nivel Internacional:

- 01_Massachusetts Institute of Technology (MIT)_United States
- 02_Stanford University_United States_98.4
- 03_Harvard University_United States_97.9

A nivel Latinoamérica:

- 66_Universidad de Buenos Aires (UBA)_ Argentina_67.5

- 100_Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)_Mexico_58.8
- 115_Universidade de São Paulo,Brazil_54.8

A nivel nacional:

- 227_Universidad de los Andes_39.6
- 259_Universidad Nacional de Colombia_26.8
- 426_Pontificia Universidad Javeriana_26.8

Dentro de la revisión documental para conocer el contexto específico de una buena práctica de implementación del BIM también se consideran documentos internos del Máster en BIM Management Steering en la UPC School – (Fundación de la Universidad Politécnica de Cataluña) donde se estudian documentos institucionales y otros elaborados por estudiantes y docentes como videos, presentaciones. También se estudian otros documentos externos como información suministrada y construida por el BIM Academic Forum (BAF-Colombia).

Como se especifica al inicio del capítulo del marco referencial, dentro de la Teoría Fundamentada toma un papel muy importante como fuente de datos toda la literatura y bibliografía específica para cada categoría de análisis, los libros y autores que enmarcan cada una de ellas pasan por el proceso de categorización abierta, axial y selectiva, es como pasar lectura y re-lectura por tamices cada vez más finos que permiten una interpretación más profunda en cada ciclo, como *exprimir* los textos para que en una primera lectura se extraigan las categorías principales, y en lecturas sucesivas se logre establecer relaciones y comprender cómo emergen las conclusiones como teoría sustantiva.

Observación participante. (En aula-diálogos o conversación informal- presentaciones)

En Marín-Gallego, J.D. se define la observación como “un proceso cuya función primera e inmediata es recoger información sobre el objeto que se toma en consideración. Esta técnica implica una actividad de codificación: La información bruta seleccionada se traduce en un código para transmitirle a alguien” (2013, p. 191).

Así, se aprovecha el espacio de la Estancia Internacional para realizar observación participante. El objetivo de la pasantía se desarrolló en el marco del Máster en BIM Management Steering en la UPC School (Fundación de la Universidad Politécnica de Cataluña) donde se realizó la observación y análisis de los procesos de enseñanza –aprendizaje, además de las asesorías y entrevistas personalizadas con el Dr. Eloi Coloma Picó y la Psicopedagoga Montserrat Armengol

Muestra observada: Cohorte 2018 – 1 Director- 1 Coordinadora Académica- 7 Docentes
17 estudiantes

Para el alcance de los objetivos de este trabajo desde el punto de vista empírico se realiza observación: en aula, participación en las clases, diálogos o conversación informal con directivos, docentes y alumnos, explicaciones y presentaciones grupales y personalizadas de los directivos durante la estancia internacional que se llevó a cabo desde el 15 de agosto al 26 de octubre de 2018 en la ciudad de Barcelona-España desde COLOMA ARMENGOL SCP empresa consultora especializada en procesos de innovación tecnológica en el sector de la construcción. El Dr. Eloi Coloma Picó y la Dra. Montserrat Armengol, socios principales de la empresa COLOMA ARMENGOL SCP son el Director y Coordinadora académica del Máster en BIM Management de la UPC School. El Dr. Eloi Coloma por su parte, también es profesor de la UPC (Universidad Politécnica de Catalunya).

Dentro de los principales objetivos de la pasantía se buscó la inmersión en campo tras la obtención de datos que permitieran fundamentar la teoría a desarrollar en relación con la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo. Como propósito general estaba la comprensión del concepto BIM y como propósitos específicos de la Estancia se desarrollaron los relacionados en la *Tabla 6* dirigidos a observar prácticas significativas en el programa de Máster que puedan dar lineamientos para la implementación del BIM en los programas de pregrado de Arquitectura:

Tabla 6

***Propósitos Específicos de la Observación del Máster en BIM Management Steering
(UPC-School)***

No.	PROPÓSITO	DESARROLLO DE ACTIVIDADES
1	Conocer el programa del Máster y la aplicación de la metodología utilizada	En reuniones con el Director y la Coordinadora del Máster, asistencia a clases y conferencia de presentación del Máster a interesados de la nueva cohorte se pudo ampliar el conocimiento sobre los objetivos, el programa y la aplicación de la metodología utilizada
2	Conocer la metodología de aprendizaje y didácticas de las clases:	Reuniones con el Director, la Coordinadora y docentes del Máster. Observación directa de las clases
3	Observación clases invertidas.	Asistencia a clases invertidas: observación de videos y observación presencial
4	Observación clases Taller: Talleres IPD y Taller de BIM Start Up.	Asistencia a Tutorías y explicación de las demás estrategias didácticas.
5	Conocer herramientas BIM: herramientas informáticas y herramientas de gestión de proyectos y gestión de equipos (parte humana del BIM).	Se observaron materiales del Máster. Se tuvo la oportunidad de asistir a las tutorías de la profesora Cristina Ayatz-Perez (Last-planner) y también a las tutorías de los profesores Pío Puig-Soler y Susanna Miquel-Becker quienes acompañados por la Coordinadora del Máster Psicopedagoga Montserrat Armengol-Aragonés, tienen a su cargo las tutorías enfocadas a la parte humana del BIM.

Fuente: Elaboración propia.

Entrevista:

Se reconoce en la entrevista un instrumento valioso de la investigación cualitativa y específicamente en la Teoría Fundamentada pues permite a partir de los datos suministrados construir significados como lo expresa Janesick, 1998 citado por Hernández Sampieri, R et al “En la entrevista, a través de preguntas y respuestas se logra una comunicación y la construcción conjunta de significados respecto a un tema” (2014, p. 403). Además, permite realizar la investigación cíclica y el muestreo teórico pues se toman los datos, se analizan y según el aporte a la respuesta al problema de investigación se decide hasta donde se llega a la saturación teórica.

Así, se diseñaron dos instrumentos para ser aplicados dentro del Máster en BIM Management Steering de la UPC, un instrumento para el estamento estudiantes y otro para el estamento docentes los instrumentos están dirigidos a responder preguntas que permitieran reconocer la relación de la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo en el Máster. Los cuestionarios se dirigen a responder las mismas preguntas, pero cambian algunos términos de acuerdo al estamento a quien va dirigido para garantizar la triangulación por población: 1) Estamento docentes 2) Estamento estudiantes.

Las preguntas de la entrevista fueron aprobadas por dos pares expertos: El Director y la Coordinadora del Máster, así como por el asesor de la tesis doctoral. La entrevista fue de tipo *Estandarizada o estructurada* “En ella las preguntas se le presentan con las mismas palabras y en el mismo orden a todos los entrevistados con el fin de asegurar que todos respondan la misma cuestión y de la misma manera” (Marín-Gallego, 2013, p. 192), aunque se deja abierto a cualquier comentario adicional que quiera hacer el entrevistado o para realizar algunas preguntas aclaratorias

que puedan surgir de las respuestas, se entrevistó uno a uno previa lectura y firma del consentimiento informado y permiso de grabación.

Los cuestionarios elaborados y el modelo de consentimiento informado son anexos en este trabajo. Las grabaciones, transcripciones de las entrevistas y consentimientos firmados hacen parte del archivo de la tesis y pueden ser suministrados si se requieren.

Tabla 7

Matriz de Consistencia o Coherencia de Investigación

FORMULACIÓN	OBJETIVO GENERAL	PREGUNTAS ORIENTADORAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS	ACCIONES /FASES	EJES DE INDAGACIÓN	INSTRUMENTOS		
							REVISIÓN TEÓRICA	ENTREVISTAS	OBSERVACIÓN
		¿Qué significa formar integralmente un arquitecto?	Identificar cualidades y/o competencias determinantes para la Formación Integral del arquitecto del siglo XXI.	Formación Integral	Para el desarrollo del objetivo No. 1, a través de los antecedentes investigativos, datos de campo, revisión documental y bibliográfica, se buscó identificar cualidades y competencias para el arquitecto del siglo XXI hacia la conceptualización de la Formación Integral y la Formación Integral en Arquitectura.	¿Qué es Formación Integral? ¿Qué cualidades /competencias es necesario fortalecer hacia la Formación Integral del estudiante de Arquitectura? ¿Qué es Formación Integral en Arquitectura? ¿Cómo se define un Arquitecto Reflexivo?	X	X	X
¿De qué manera puede implementarse el BIM desde el Pensamiento Reflexivo para favorecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura?	Analizar cómo puede implementarse el BIM desde el Pensamiento Reflexivo para favorecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura	¿Qué papel puede desempeñar la implementación del BIM en la enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura?	Comprender el concepto BIM y su implementación en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Arquitectura para observar su potencial como instrumento del Pensamiento Reflexivo, más allá del software o herramienta tecnológica.	BIM	Para el desarrollo del objetivo No. 2, se partió de los datos de campo, revisión documental y bibliográfica que permitió comprender ¿Qué es el BIM?, su implementación en la enseñanza aprendizaje de la Arquitectura. Desde la dimensión práctica también se aprovechó el espacio de la Pasantía internacional para la observación y entrevistas con expertos y estudiantes de Máster en BIM-de la UPC	¿Qué es el BIM? ¿Qué comprende el BIM como saber? ¿Cómo el BIM logra generar conocimientos disciplinares y transdisciplinares a través del proyecto? ¿Qué es el BIM Humano?	X	X	X
		¿Cómo se puede fundamentar la innovación tecnológica desde la innovación educativa para optimizar su función y trascenderla hacia el incremento de la responsabilidad social del estudiante de Arquitectura?	Distinguir el proceso intelectual del Pensamiento Reflexivo para inferir los fundamentos sobre los que se puede cimentar la implementación de la innovación tecnológica en la formación del estudiante de arquitectura.	Pensamiento Reflexivo	Para el desarrollo del objetivo No. 3, se parte de la revisión teórica del concepto de Pensamiento Reflexivo, se realiza la comprensión y análisis interpretativo desde el libro base de esta investigación: Como <i>pensamos</i> de John Dewey (1932/2010). Se realiza comparación constante y codificación que permite conclusión teórica de cada capítulo y se relaciona con los datos obtenidos en relación a la innovación tecnológica.	¿Cómo se define el pensamiento reflexivo? ¿Cuáles son las actitudes necesarias para el pensamiento reflexivo y cómo se motivan? ¿Cuáles son los recursos innatos para pensar reflexivamente y cómo se mantienen? ¿Cuáles son las fases del pensamiento reflexivo y cómo se evidencian en el desarrollo de proyectos arquitectónicos?	X	X	X
		¿ Cómo visibilizar las conexiones de proceso y producto de pensamiento en el proceso y producto de la implementación del BIM para comprobar inferencias en el pensamiento y verificación en la acción?	Plantear una propuesta de articulación de la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo para los programas de pregrado de Arquitectura, que identifique relaciones BIM – Pensamiento Reflexivo-Formación integral y prácticas significativas de posgrado que se pueden desarrollar desde el pregrado.	Relación de las categorías	Para el desarrollo del objetivo No. 4, Se relacionaron los resultados de la revisión teórica, documental y la aplicación de instrumentos prácticos para realizar propuesta de implementación del BIM en los programas de pregrado de Arquitectura.	¿Cómo pensamos la implementación del BIM articulada al Pensamiento Reflexivo dentro del ámbito educativo y tecnológico? ¿Cómo es la relación entre el Pensamiento Reflexivo como teoría y la Implementación del BIM como instrumento práctico? ¿Cómo se puede implementar el BIM desde el Pensamiento Reflexivo?	X	X	X

Capítulo 5

Lineamientos y propuesta de la enseñanza-aprendizaje del BIM desde el pensamiento Reflexivo para los programas de pregrado de Arquitectura a partir de los resultados y hallazgos obtenidos

A partir del análisis de los datos, con los resultados descritos por categorías, obtenidos en todas las fuentes: Revisión de documental y de literatura, observación participante, entrevistas, y como una opción de respuesta a la pregunta de investigación, como un camino vislumbrado, se generan algunos lineamientos adicionales, -insistentes o complementarios a lo ya expuesto en cada categoría- como propuesta de articulación entre la enseñanza-aprendizaje del BIM y el Pensamiento Reflexivo, dirigida a la Formación integral de los estudiantes de Arquitectura.

Se presenta la importancia de la implementación del BIM en los currículos desde el Pensamiento Reflexivo con una visión holística, transversal, científica, no como asignaturas aisladas sino con un propósito desde que los estudiantes entran a primer semestre, no importa que no tengan explícito en el plan de estudios la palabra BIM, si se aprende a observar, a ser rigurosos con el manejo de información, a problematizar, a inferir, a llevar las situaciones confusas a conclusiones aclaratorias, a encontrar y comprender significados, a trabajar en equipo, *a darle vueltas a un problema en la cabeza y tomárselo en serio con todas sus consecuencias*, si se desarrollan recursos investigativos innatos, el estudiante podría reconocer los principios fundamentales sobre las que se puede basar el manejo de programas y uso de herramientas en semestres superiores y en el descubrimiento de la metodología y procesos de innovación y creación al final de la carrera.

También, esta visión transversal de la enseñanza del BIM se propone desde el aprendizaje basado en Problemas y Proyectos (ABP y APP) derivados del Pensamiento Reflexivo, con un propósito final de aportar en la Formación Integral de los estudiantes dirigida así a la obtención de tacto y juicio responsables, tras la toma de decisiones éticas a partir de la expansión del intelecto. Con la visión del proyecto como un integral, y el BIM como un instrumento que permite simular la realidad, pasarla por un laboratorio: experimentarla antes de emitir juicios y tomar decisiones que pueden afectar o ayudar a los demás, un instrumento como ayuda indispensable en el manejo, organización y procesamiento riguroso de gran cantidad de datos e información que permite el análisis como *esclarecimiento y énfasis* y la síntesis como *unificación y colocación*, para ir tras esa *exactitud de relación*, en la solución a las problemáticas planteadas.

En relación a las estrategias didácticas para la enseñanza del BIM se propone ser flexible, revisar cuál es el objetivo de comprensión en cada componente, área, estudio, para poder identificar los modelos, estrategias, métodos, técnicas más adecuadas para el logro de comprensión de los significados hasta la apropiación de los conceptos, que permitan al estudiante escalar hacia un crecimiento personal y profesional, a generar nuevos conocimientos para plantear de manera creativa y responsable respuestas de valor hacia el qué, por qué, para qué y para quién de cada proyecto emprendido.

Un punto significativo de los resultados obtenidos es el descubrimiento del término *BIM Humano*, que se reconoce como la importancia del rol y aporte de cada persona en el éxito de los proyectos emprendidos con la metodología BIM, se enfoca en la formación para el trabajo colaborativo, en conocer fortalezas-amenazas, debilidades-oportunidades, cualidades-defectos,

propios y del grupo de trabajo como aspectos indispensables para la conquista de su implementación.

La propuesta en esta tesis es trascender el término BIM Humano, no sólo para lograr la máxima utilidad del BIM como metodología de trabajo de los diversos roles y actores que intervienen en un proyecto, ventaja muy importante pero que se puede enriquecer con una visión integral de lo humano del BIM: un BIM para el ser humano, un BIM que contribuya a despertar la sensibilidad por la humanidad, un BIM que examine el contexto , un BIM que más allá de ventajas económicas o ambientales ya reconocidas y sin desconocer también su importancia como dimensiones esenciales para la calidad de vida, ponga la lupa en la dimensión humana, en la responsabilidad social, en descubrir ventajas para aportar en esta dimensión como por ejemplo permitir procesar información no sólo de costos, tiempos, materiales, ciclo de vida, sino de accesibilidad, inclusión, bienestar, un BIM que al simular un proyecto no vea en los modelos sólo la representación del *qué* como una *cosa* que se mira sino del *para quién* como la búsqueda de una respuesta en términos espaciales a las necesidades humanas.

El BIM desde el Pensamiento Reflexivo de manera transversal en el currículo

En las páginas Web de Las universidades revisadas se encontró que en los planes de estudio la implementación del BIM se ubica dentro de las áreas de *Representación* y de *Comunicación*. Para la mayoría es una herramienta de representación gráfica o de ayuda en el dibujo y diseño: pero no es clara la articulación con el proceso y el proyecto arquitectónico de manera transversal ni se relaciona con el Pensamiento Reflexivo, sin embargo se observa por ejemplo en la página Web de la Universidad de Stanford que a pesar de estar dentro del área de Representación se tiene

en cuenta el valor del BIM en las consecuencias de la toma de decisiones de diseño: “el modelado y análisis por computadora permite la generación y evaluación rápida de los impactos de las decisiones de diseño”.

Entonces, la propuesta aquí es aprovechar al máximo el potencial que tiene el BIM, más allá de verlo como la herramienta para representar: “La transformación del mundo hacia la virtualidad nos propone BIM como la herramienta para representar la arquitectura, el espacio y su construcción” (Universidad de los Andes), o como oportunidad de enseñanza de nuevas tecnologías y exclusiva capacitación en sofisticados softwares de modelado, o sólo como una nueva metodología de trabajo colaborativo que trae muchas ventajas de eficiencia, eficacia y efectividad.

La propuesta es trascender el BIM a instrumento que puede visibilizar y apoyar el desarrollo de Pensamiento Reflexivo de los estudiantes y contribuir con su Formación Integral para pensar con criterio y fundamentado en evidencias emitir juicios que antepongan el bien común. Se propone que el BIM no se encuentre en los planes de estudio sólo como medio de representación o de comunicación, sino que atraviese todo el currículo, que permita sacar a los alumnos de sus pupitres y llevarlos a lo que Martha Nussbaum menciona como imaginación narrativa “ponerse en el lugar del otro”, en contextos que muestren los problemas indeterminados de la realidad, con herramientas que permitan el procesamiento de gran y compleja información y donde el conocimiento a generar, sea resultante del complemento de lo abstracto con la dimensión práctica:

Según Dewey, la mejor manera de lograr que los alumnos fueran personas activas era transformar el aula en un espacio del universo real, que guardara continuidad con el mundo exterior, un espacio donde se debatieran los problemas de la vida misma y se recurriera a las aptitudes prácticas más concretas. Por lo tanto , el elemento socrático no se limitaba a las capacidades intelectuales, sino que constituía un aspecto de las actividades prácticas; (...) Por lo tanto, el socratismo de Dewey no se limitaba a aplicar una técnica por la que los alumnos aprendieran a argumentar sentados en sus pupitres, sino que se trataba de una forma de vida compartida con los demás en la búsqueda de respuestas para cuestiones concretas del mundo real y la realización de proyectos prácticos con la guía de los maestros pero sin imposición de autoridad externa alguna. (Nussbaum, 2016, p. 97)

Esta trascendencia se puede dar al encaminar la enseñanza del BIM desde el proceso de Pensamiento Reflexivo, así no sería sólo un compendio de asignaturas que enseñan tecnologías, programas o metodologías de trabajo en grupo, de ejecución de talleres y ejercicios prácticos, se propone partir de verlo como reflexión en la acción, a partir de un Aprendizaje Basado en Proyectos (APP), con un principio y un fin, desde la idea a la conclusión y en medio unas actividades concatenadas dirigidas a ese propósito. Como el “practicum-reflexivo” descrito por Donald Schön que permite esta reflexión en la acción que lleva a la metacognición

De esa manera, se aprovecharía la importancia que se le da en los pregrados de Arquitectura a las asignaturas comúnmente llamadas, *Diseño Arquitectónico*, *Proyecto Arquitectónico* o *Taller de Arquitectura*, las cuales son el eje principal en dedicación, asignación de tiempos y créditos, durante toda la carrera, pero que se destinan a proveer arquitectos

diseñadores y no a aprender a enfrentarse con el papel en blanco y prepararse para la solución de problemas en diversas áreas, si se trasciende esta enseñanza técnica y de herramientas a una integración de teoría y práctica desde la reflexión, se puede utilizar el espacio aun en la formación de dimensiones como la ética o la investigación, que tienen poca cabida en un plan de estudios de Arquitectura porque es demasiada la carga exigida por el área de diseño.

Entonces, ¿por qué no aprovechar las ventajas de procesamiento de información compleja de las nuevas tecnologías y optimizar el espacio para formar integralmente mientras se desarrolla el proyecto arquitectónico de cada semestre? al desarrollar un proyecto implementando BIM que expone a los estudiantes a situaciones reales y apoyado en la lógica reflexiva con sus fases desde la duda, la búsqueda rigurosa, hasta lograr una exactitud de relación y obtener un resultado que equivale a la conclusión, que fomente sus actitudes (Mentalidad abierta, entusiasmo y responsabilidad), optimice los recursos innatos (La curiosidad, la sugerencia y el orden), se podría preparar mejor al estudiante para ejercer su rol como diseñador pero también para la excelencia en cualquier otro rol y campo en el que se requiere el apoyo del arquitecto y donde podrá encontrar su desarrollo profesional que aporte a la solución de los problemas del entorno en diversas áreas como educación, ciencia, política, cultura... Si como deduce Dewey “aprender es aprender a pensar” (1989, p. 91), se aprovecha el espacio de la ejecución del proyecto y de la introducción del BIM desde el desarrollo de pensamiento y así se da al proyecto, al modelo, a la simulación un *significado consciente* que trascienda la actividad práctica, guíe la moral, ennoblezca la apreciación estética.

Con el rescate de los recursos innatos que favorecen el Pensamiento Reflexivo, se entiende también que esta lógica reflexiva no es un impuesto ni un método ajeno a la manera natural de pensamiento del ser humano, al contrario se trata de enriquecerla, de alimentarla, de regularla, el significado verdaderamente

reflexivo del término “lógico” para Dewey expresa: “*lógico* significa *regulación* de los procesos naturales y espontáneos de observación, sugerencia y comprobación , esto es el pensamiento como *arte*” (Dewey, 1989, p. 97). Esto aclara que desarrollar el Pensamiento Reflexivo-científico- en un estudiante de arquitectura no es reprimir su creatividad, al contrario, ser creativo es uno de sus propósitos, formar para la libertad que lleva a la creatividad, resultado de la formación de hábitos mentales efectivos, de cuidadosa indagación y rigor, esa creatividad fruto de la conquista de la libertad:

En resumen, la auténtica libertad es intelectual. Descansa en la capacidad adiestrada de pensamiento, en la habilidad para “poner las cosas patas arriba”, para mirar deliberadamente las cosas, para juzgar si se tiene a mano el volumen y calidad de evidencias necesarias para tomar una decisión, y, en caso negativo, saber cómo y dónde buscarlas. Si las acciones de un hombre no se guían por conclusiones reflexivas, las guían impulsos precipitados, apetitos desequilibrados, el capricho o las circunstancias del momento. Cultivar la actividad extrema sin obstáculos e irreflexiva es promover la esclavitud, pues se deja a la persona a merced de los apetitos, los sentidos y las circunstancias. (Dewey, 1989, p. 101)

Así, la función del Pensamiento Reflexivo de pasar de la confusión o duda a la claridad o conclusión sustentada en fundamentos rigurosos, puede verificarse de manera práctica en la implementación del BIM siguiendo las fases del mismo. Entonces, se propone que al abordar la enseñanza-aprendizaje del BIM se tenga en cuenta el proceso de pasar de la duda a la conclusión, asegurándose que el estudiante transita por los tres niveles de pensamiento: perceptual, inferencial y propositivo desde observar y aprender a problematizar al inicio, luego analizar, sintetizar e inferir para llegar a la proposición y creación.

Es necesario aclarar que “Estos niveles, en tanto procesos intelectuales, no pueden separarse radicalmente; por el contrario, son procesos mentales íntimamente relacionados e incluso simultáneos” (Guía sobre procesos de pensamiento, suministrada en el Seminario de Desarrollo del pensamiento U. Sabana por el profesor Harold Beltrán, 2014). Estos tres (3) niveles definen la forma en que el investigador se aproxima a la comprensión del problema de estudio:

1. Nivel Perceptual: momento de la captura de información –se incorpora la información del entorno. Literal (como en la lectura) e informacional (aprehender la información-descontextualización de la realidad. Se realiza a través de procesos mentales que permiten generar un primer contacto con la realidad: Leer, mirar, escuchar, repetir, observar, describir, problematizar.

2. Nivel Relacional –inferencial –operacional: construcción interna: es lo que sucede dentro: Relación-inferencia-operación, deducción, inducción, abducción, contraste, comparación, análisis, síntesis, codificación.: se genera una relación entre lo que se ha incorporado, los saberes previos, los datos obtenidos de diferentes fuentes.

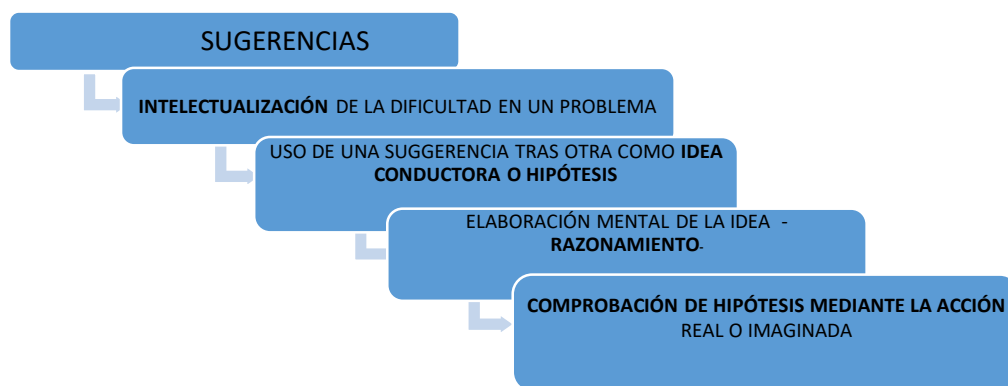
3. Nivel Propositivo, generativo crítico o nivel de comprensión situacional. Corresponde a la comprensión propiamente dicha, implica una re-contextualización, lo que se produce como resultado del proceso mental de pensamiento que permite actuar, diseñar, crear, argumentar, permite producir algo que es visible en términos de la realidad, permite generarle a la realidad algo que me permite dialogar con ella, transformarla o modificarla.

Como propuesta se elabora una matriz que sigue los niveles de pensamiento que se relacionan con el desarrollo de cualidades investigativas para tener en cuenta cuando se implemente el BIM en los programas de pregrado y a través de la cual se busca que los estudiantes:

- Partan de una situación confusa, una duda que deben problematizar.
- Aprendan a distinguir sugerencias o caminos de solución.
- Vayan tras la huella de evidencias rigurosas.
- Realicen un examen consciente de las creencias y busquen fundamentos que las apoyen.
- Dirijan el proceso a la búsqueda de la mejor relación posible, a un resultado, a una conclusión.
- Alcancen un Pensamiento Reflexivo: Consecuencial, con propósito, investigativo, responsable que les lleve a la toma de decisiones éticas.

Figura 38

Plantilla de Desarrollo de Cualidades Investigativas en la enseñanza del BIM a partir de las fases de Pensamiento Reflexivo



Niveles de pensamiento reflexivo	PERCIBIR			RELACIONAR-INFERIR				PROPONER	
Cualidades investigativas	OBSERVAR	DESCRIBIR	PROBLEMATIZAR	COMPARAR - CONTRASTAR	ANALIZAR- SINTETIZAR	INTERPRETAR	ARGUMENTAR	CREAR	DESARROLLAR (propuestas transformadoras)
Conceptual (teórico)									
Instrumental (Práctico)									
Operativo (técnicas, estrategias)									
Desempeños									
Resultado									
Producto									

Fuente: Elaboración Propia- Fases y niveles de pensamiento derivadas del concepto de Pensamiento Reflexivo de John Dewey. Cualidades investigativas desde el Pensamiento reflexivo y la clasificación competencias del programa de Investigación formativa de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación USTA.

Estas cualidades se desarrollarían a partir del desarrollo de un Proyecto que, en todas sus etapas desde el inicio hasta la divulgación, presentación y evaluación, además de favorecer las habilidades de trabajo en equipo, de gestión, de comunicación, incentive el desarrollo de pensamiento reflexivo y la generación de inteligencia colectiva pues es necesario que al partir de una duda se llegue a una hipótesis que busque aclarar y responder el porqué, el para qué, el qué, el cómo y las conclusiones a las que tiende cada propuesta.

Prácticas significativas que pueden guiar la enseñanza del BIM en el pregrado

Flexibilidad en pedagogía y didáctica

En relación con la observación participante de las prácticas significativas en el programa de Máster en BIM Management Steering, se encuentran resultados que podrían guiar la enseñanza aprendizaje de los programas de pregrado, por ejemplo, no se tiene una sola estrategia, modelo o técnica didáctica se utilizan las clases magistrales, las clases invertidas, los talleres, las tutorías, lo importante es escogerlas con relación a los objetivos de aprendizaje de los alumnos, el nivel de comprensión, la naturaleza del campo de estudio, los conocimientos a enseñar.

Otro aspecto importante es realizar actividades y ejercicios en contextos diferentes, pero con el mismo objetivo de aprendizaje por ejemplo para fortalecer las competencias de trabajo colaborativo y la búsqueda del valor que se debe ofrecer a los usuarios se trabaja el proyecto grupal (No. 2) y luego se refuerza con el taller de BIM Start Up (No. 5), porque como expresa el Director del Máster “una de las estrategias didácticas utilizadas para que se aprenda lo esencial es explicar lo mismo de muchas maneras y en diferentes contextos.(Coloma, 2018). En consecuencia, se sigue un proceso que podría replicarse al introducir BIM en los pregrados de Arquitectura:

Tabla 8

Aspectos Metodológicos Máster en BIM Management Steering UPC-School

No.	PROPÓSITO	ESTRATEGIA/TÉCNICA DIDÁCTICA
1	Aprendizaje fundamental-Introducción al BIM. Dominio de la parte conceptual	Clases Magistrales: Aportan la información básica para la comprensión del BIM
2	Se enseñan los programas, se dan las herramientas tecnológicas para cada especialidad. Dominio de la Parte práctica	Clases Invertidas: Donde se refuerza el aprendizaje para la resolución de problemas,
3	Después de tener las herramientas y aprendizajes básicos para poder generar aportes, relaciones de conocimiento y relaciones con otros, se enfrentan a un proyecto grupal,	Talleres: Allí se aplica el conocimiento en una situación real donde deben demostrar lo aprendido en una propuesta que responda de la mejor manera al proyecto y problema planteado.
4	Nueva enseñanza de programas que les permitirá en una segunda fase del proyecto desarrollar más detalladamente un componente específico	Clases invertidas: puede llegar a un diseño detallado para la fabricación e industrialización de los componentes del proyecto
5	Reforzar el aprendizaje sobre lo que significa diseñar un producto o servicio para que el usuario final perciba que tiene valor y comunicar la idea de valor Reconocimiento del valor del BIM en la transformación real de problemas de la sociedad. Es fácil para un estudiante describir <i>qué</i> es lo que hace a través del BIM, pero no el <i>para qué</i> y sobretodo el <i>por qué</i> lo hace. Para el soporte de las clases magistrales, las clases invertidas y los talleres	Talleres de BIM Start-UP. actividad que debe terminar en una propuesta de innovación fundamentada en los aprendizajes adquiridos. Las clases del final del Máster buscan que los estudiantes logren comprender que el <i>por qué</i> se realiza algo es lo más importante, cuál es la necesidad interna o externa que lo motiva Tutorías-BIM Humano

Fuente: Elaboración propia.

Lo importante es que, dentro de la variedad de estrategias y técnicas de enseñanza-aprendizaje, se logre como afirma Dewey mantener la continuidad del pensamiento y el esfuerzo de los estudiantes e introducir la novedad y diversidad para mantener la atención, curiosidad y estado de alerta, pero también para que aporten en la construcción del problema y enriquecimiento del tema principal. “Hay un antiguo adagio que sostiene que lo que distingue a una auténtica obra de arte es la unidad en la variedad. Sin duda el arte de enseñar confirma ese adagio” (Dewey, 1989, p. 68)

Se observa que, dentro de la metodología para impartir la enseñanza basada en el aprendizaje activo del estudiante, el aprendizaje basado en problemas y proyectos (ABP y APP), existen varias técnicas de enseñanza-aprendizaje, se adecúa el método utilizado con el fin a conseguir, se revisa la enseñanza a impartir con el aprendizaje a lograr y de acuerdo a esto se elige la metodología, didáctica, técnicas y estrategias pedagógicas. En las entrevistas, docentes y estudiantes manifestaron la aprobación de la metodología y el reconocimiento de su aprendizaje a través de ella.

Como ejemplo de lo anterior, la enseñanza de las herramientas, de los softwares necesarios para trabajar en BIM ha dado resultados positivos a través de *Clases Invertidas*¹⁰ como lo expresa el Arq. Coloma (2018) quien comenta que cuando se enseña programas de software como es necesario en el BIM la clase invertida es muy práctica, cuando se imparte la información en aula cada “trancón” que tenga el alumno en el computador se lo preguntará al profesor y atendiendo esas pequeñas inquietudes se puede perder mucho tiempo de la clase y entonces es difícil avanzar en temas y logros que cuando trabajan los video tutoriales en casa las pueden resolver por sí mismos o con la repetición del material, no tiene dificultad más allá de tener dedicación y atención, hacen ejercicios básicos y cuando llegan al aula deben resolver un problema más complejo, que les exige más, porque allí tendrán el apoyo del profesor y los pares para encaminar la resolución del problema, es aquí donde se evidencia el “saber hacer en contexto” entonces a través de la metodología de clases invertidas, la clase es mucho más eficiente, con las mismas horas presenciales programadas se puede dar mucho mayor contenido y lograr mejores comprensiones con mayor nivel de complejidad.

En el aula tienen los alumnos la posibilidad de resolver sus dudas y aproximarse a los problemas planteados con la colaboración de varios docentes y de sus pares lo que permite

¹⁰ En el documento Reporte Edu Trends-Aprendizaje Invertido del Observatorio de Innovación Educativa del Instituto Tecnológico de Monterrey se define el aula invertida o el aprendizaje invertido como “un enfoque pedagógico en el que la Instrucción directa se realiza fuera del aula y el tiempo presencial se utiliza para desarrollar actividades de aprendizaje significativo y personalizado.” (2014, p. 3),

diferentes puntos de vista, relaciones y discusiones que llevan a un acuerdo general y a una adecuada solución de los problemas planteados. Esto implica escoger un perfil de docente con capacidad de problematización y que puedan manejar en el aula la incertidumbre y situaciones no programadas, que estudien de manera permanente hasta qué punto se proveen directamente los conocimientos para que exista un fundamento de partida y hasta dónde se abre a que el estudiante los descubra para que llegue a la comprensión. El docente debe enfocarse en la búsqueda que lleve a los estudiantes al desarrollo de pensamiento más que a la asimilación de información. Aquí surgen nichos para posteriores investigaciones sobre el perfil y papel del docente en la enseñanza del BIM desde el Pensamiento Reflexivo.

Otra metodología utilizada en el Máster en BIM Management Steering para la propuesta de valor como trabajo final y que puede aportar en el desarrollo de Pensamiento Reflexivo al enseñar BIM, es la de *Lean Start-Up*: incluir el enfoque científico para la resolución de problemas y la innovación en las empresas, Nestor Guerra (2014) expresa que el Lean Start –Up es el método científico aplicado a la gestión de las empresas, los científicos se saben enfrentar hacia la incertidumbre, hacia lo que no saben, hacia el descubrimiento y eso ha empezado a transferirse a las empresas y compañías emprendedoras que tratan de innovar con sus productos y servicios y llevarlas al mercado. Al llevar el método científico a la gestión de empresas se parte de una duda, una idea y ésta se formula como una hipótesis basada en la necesidad del cliente luego se hace un experimento, un prototipo que se lleva a la empresa y allí se valida o invalida la hipótesis, se obtienen unos datos, una retroalimentación del cliente y con eso se toman las decisiones.

Pero lo que hay detrás de estos experimentos expresa Guerra (2014) es que se descubren las personas, y se descubre que las personas son únicas, se aprende a escuchar y a ponerse en los “zapatos del otro” para revelar cómo poder aportarle. A pesar de tener toda la tecnología, se va específicamente al cliente, al usuario, a quien los estudiantes deben dirigirse directamente con el fin de darse cuenta y comparar si lo que ellos piensan qué es el problema a resolver, el cliente lo percibe de la misma manera o si tienen que replantear el problema para articular su idea de valor a las necesidades y motivaciones del usuario final. De esta manera se desarrolla el pensamiento científico, se pueden validar las conjeturas con datos y entrevistas para saber qué es lo que realmente necesita el cliente, hacer un prototipo y aprender cómo usar el BIM hacia la innovación y creatividad para que puedan reinventar continuamente su actividad profesional y buscar la transformación y el servicio que les permita estar actualizados, ser emprendedores, mantenerse, pero sobretodo aportar como actores estratégicos de la sociedad.

Énfasis en el Aprendizaje basado en proyectos y el trabajo colaborativo:

Uno de los objetivos del desarrollo de un proyecto grupal al enseñar BIM desde el Pensamiento Reflexivo es generar competencias de trabajo colaborativo, que a partir de la idea hacia la conclusión se llegue a un producto que cumpla las expectativas del usuario final y genere la respuesta idónea en términos espaciales a las necesidades del hombre, enriquecer el proceso para un mejor resultado, no solamente desde el punto de vista del diseño arquitectónico sino como un proyecto integral. A la conclusión o desenlace se llega en grupo, o mejor se construye y valida en grupo como entiende el significado de verdad en el pragmatismo descrito por Peirce: “La opinión sobre la que finalmente se ponen de acuerdo todos” y el proyecto final el modelo simulado “el objeto representado en esa opinión es la realidad”

Se busca enfrentar a los estudiantes a situaciones que simulen la realidad donde puedan desarrollar las competencias necesarias del contexto actual, donde se comprenda que el BIM no logrará sus objetivos si no se trabaja en equipo, donde se aprenda a desarrollar y responsabilizarse por los diversos roles asumidos, donde se reconozca la importancia del conocimiento disciplinar para lograr aportar en decisiones transdisciplinarias; se estimula la flexibilidad y el aprendizaje autónomo, el reconocimiento del trabajo de los diferentes actores para encontrar los errores en las etapas de diseño y así dirigirse a la toma de decisiones argumentadas y responsables.

Entonces en las estrategias didácticas, se deben proponer problemas donde los estudiantes puedan enfrentarse a la incertidumbre y situaciones indeterminadas para desarrollar competencias de resolución de problemas a partir del desarrollo de pensamiento hipotético, crítico, reflexivo que comprende como necesario un trabajo multidisciplinar pues el tipo de soluciones que se requiere no se logra solamente con el punto de vista individual y se percibe la necesidad de fomentar el desarrollo de la inteligencia colectiva que según la definición de Lévy, Pierre “Es una inteligencia repartida en todas partes, valorizada constantemente, coordinada en tiempo real, que conduce a una movilización efectiva de las competencias. El objetivo de la inteligencia colectiva es el reconocimiento y el enriquecimiento mutuo de las personas.”. (2004, p. 20)

Entonces el trabajo en equipo requerido por el BIM, más allá de percibirlo como “cada uno hace su parte y luego se adiciona para que resulte un proyecto grupal”, se concibe como un trabajo generador de inteligencia colectiva realmente coordinado y dirigido a la comprensión de los objetos de estudio para la toma de decisiones anticipadas, responsables, útiles, inclusivas, que

optimizan el hecho constructivo, que lleven a la búsqueda de las mejores relaciones posibles que guíen las opciones y los juicios.

Así, se ven caminos sobre cómo fomentar en los estudiantes de Arquitectura el desarrollo de pensamiento que permita la óptima implementación del BIM porque si se sigue enseñando a los profesionales para que trabajen solamente una disciplina en concreto de forma aislada no se va a conseguir la expectativa de simulación de proyectos que promueve el BIM, sin embargo, también se observa que no es posible aportar si se desconoce el papel que juega la propia disciplina, entonces con miras a lograr habilidades para un óptimo trabajo colaborativo se propone iniciar por los requerimientos y aprendizajes individuales de cada disciplina, para después centrarse en el trabajo en grupo y aportar en la resolución de problemas transdisciplinares. El objetivo del trabajo colaborativo es que las *personas trabajen juntas, investiguen juntas, aprendan juntas, validen juntas*, pero se deben comprender los conceptos e instrumentos específicos de manera individual para poder aportar, enriquecer y enfrentarse a un proyecto grupal.

Es importante que los alumnos lleguen a la comprensión de que el contexto y necesidades actuales reclaman un trabajo multidisciplinar. Entonces el BIM no representa solamente un cambio en la industria de la construcción, podría entenderse también como un cambio de paradigma en la educación de profesionales y sobre todo en lo que se centra la Tesis doctoral: en la formación de los arquitectos. De esta forma, la enseñanza, el aprendizaje e implementación del BIM puede verse como una posibilidad para el desarrollo de una nueva manera de pensar reflexiva que pueda generar esta inteligencia colectiva.

El trabajo colaborativo empleado en las aulas universitaria resulta relevante y oportuno, por cuanto no sólo se logra que los estudiantes aprendan y generen conocimiento sobre aspectos de la disciplina que estudian, sino que también se da un gran aprendizaje humano. La actividad en grupos colaborativos, desarrolla el pensamiento reflexivo (también denominado multicausal), estimula la formulación de juicios, la identificación de valores, el desarrollo del respeto y la tolerancia por la opinión de los otros, como “un legítimo otro”. (Maldonado Pérez, 2007, p. 275)

Este cambio de mentalidad se busca también, para que se puedan pensar y relacionar muchos aspectos y variables a la vez; como un ejemplo simple, para tomar decisiones sobre el costo del proyecto ya no se tiene en cuenta sólo el costo de construcción, toca pensar en el costo de operación y el costo de mantenimiento. Así, la manera de pensar requerida es mucho más integrada y trasciende las disciplinas. Se necesita entonces formar a los que tienen que ver con el proyecto, a los que van a interactuar con el modelo para que aprendan BIM, pero no solamente como software o manejo de TIC, sino con la posibilidad de colaborar, trabajar, pensar y decidir sobre el proyecto en general y con cada uno de sus componentes en particular, por eso también requiere el desarrollo de competencias que impliquen el análisis y síntesis.

Se propone que mediante el proceso de diseño el estudiante logre reforzar habilidades cognitivas de análisis y síntesis ya que, bajo un pensamiento sistémico, continuamente relaciona el modelo general con sus componentes, pero también relaciona cada parte con el todo y relaciona permanentemente lo diseñado con cómo se va a construir y a mantener. Se piensa entonces la fase de diseño como la que permite la optimización de los procesos posteriores de construcción y

mantenimiento, porque se puede llegar a la digitalización y a la industrialización a partir del modelo del diseño arquitectónico; este modelado y simulación pueden hacer el papel de experimento de comprobación, el trabajo de BIM en el computador se puede relacionar con el experimento en un laboratorio, tiene el papel y la fuerza de un experimento. “El pensamiento experimental o razonamiento científico es un proceso conjunto de *análisis* y *síntesis*, en términos menos técnicos, de discernimiento y de identificación.” (Dewey, 1989, p. 199).

La síntesis tiene lugar cuando captamos la relación de los hechos con la conclusión, o de un principio con los hechos. Así como el análisis es *énfasis*, así la síntesis es *colocación*; una de ellas hace que el hecho o la propiedad subrayada se destaquen como significativas; la otra pone lo seleccionado en su contexto, en conexión con lo significado. Une lo seleccionado con algún otro significado para aumentar la importancia de ambos. (p.138). El análisis conduce a la síntesis, mientras que la síntesis perfecciona el análisis. Esta íntima interacción entre el énfasis selectivo y la interpretación a través del contexto de lo seleccionado se da siempre que la reflexión tiene lugar normalmente. (Dewey, 1989, p. 139)

Se trata de que los estudiantes se concienticen de que lo aprendido sobre BIM va más allá de dominar herramientas tecnológicas y de trabajar en grupo para digitalizar e industrializar la construcción, porque eso es novedad en este momento, pero en un corto plazo estos dominios desde el punto de vista meramente tecnológico y metodológico será exigencia para los profesionales relacionados con el área de la construcción y si quieren pertenecer al mercado laboral del sector tendrán que capacitarse en ellos pero también se espera que con los adelantos en el futuro vendrán más retos y problemáticas, entonces lo importante es flexibilizar el pensamiento

para que se comprenda que la herramienta que aprenden a utilizar hoy puede no ser la que necesiten en un futuro, pero que si aprenden a pensar, podrán enfrentar los problemas indeterminados y desconocidos que se les presenten, deben tener experiencias de pensamiento reflexivo, creativo e hipotético, reconocer el valor de lo aprendido no como algo estático sino como un punto de inicio para la búsqueda de nuevos conocimientos y oportunidades, saber *aprender*, *desaprender* y *reaprender*, para verse como actores de transformación y poder conducirse tanto en aguas tranquilas como tormentosas... se reconoce la responsabilidad de egresar profesionales que no solamente mejoren su situación laboral en un corto plazo al manejar un software que se está requiriendo y usando en el momento, sino que se proyecten a la innovación y se formen de manera que puedan adaptarse a los cambios acelerados del contexto actual.

El BIM Humano:

Es importante reconocer que el BIM solamente funciona en un entorno colaborativo, implica coordinación, diseño, toma de decisiones de manera grupal y gran parte del éxito de los proyectos depende de esta comunicación y trabajo juntos, por lo tanto, una de las competencias indispensables a desarrollar en los alumnos es la capacidad de trabajo colaborativo, para esto el Máster en BIM Management Steering creó un espacio donde los alumnos pueden reconocerse individualmente para luego aportar y gestionarse como grupo, se incluyó una tutoría que se encarga de la parte humana del BIM, de gestión de talento humano que le ayuda al equipo a buscar estrategias para trabajar y aprender juntos pues eso es muy importante en el BIM porque tiene relación directa con el éxito de un proyecto, así desarrollan competencias transversales de gestión, comunicación y trabajo con otros.

En las tutorías se observó cómo los estudiantes están muy satisfechos con la ayuda que les brinda entender esta parte humana del BIM para que su proyecto se enriquezca al aprender a trabajar juntos y a conocerse para sacar el mayor provecho de los perfiles con los talentos y cualidades de cada integrante del equipo. En las entrevistas, la mayoría de los estudiantes reconocen que este enfoque en la parte humana es un valor diferencial del Máster y que ha sido un pilar fundamental en su formación, a pesar de que sus expectativas al estudiar un Máster en BIM se enfocaba más en las herramientas y la tecnología.

Al favorecer los Talleres grupales, desde la composición de los equipos y la continua compañía con las tutorías de *BIM humano* se descubren intereses y motivaciones personales, así como sus propios talentos y los de los demás miembros. Para que estos espacios sean más productivos se apoyan en metodologías como el LEAN.

Cada vez existen más herramientas tecnológicas para hacer posible el trabajo colaborativo que los proyectos BIM requieren, pero, ¿La clave del funcionamiento del proyecto es realmente la tecnología? A esta altura, muchos responderán que no, que el BIM es una metodología, no una tecnología. Entonces, ¿Por qué en ocasiones, aun disponiendo de herramientas colaborativas adecuadas y de una correcta metodología, el trabajo en equipo no funciona? En nuestra opinión, la colaboración falla cuando se descuida el factor humano. Las cosas pasan porque las personas quieren que pasen. La clave para conseguir que un equipo funcione es conseguir la implicación emocional de las personas. (Coloma-Picó, Eloi.; Armengol-Aragonès, Montserrat.; Ayats-Pérez, Cristina.; Miquel-Becker, Susanna.; Molas-Beykirch, Isabel.; Puig-Soler, 2017, p. 1)

En la implementación del BIM no sólo se deben reconocer las herramientas y softwares sino a los actores principales: las personas como parte fundamental y prioritaria “como agentes activos y proactivos, dotadas de inteligencia, creatividad, iniciativa y poder de decisión. Se valoran sus habilidades y competencias personales e individuales, como parte esencial para lograr el éxito en proyectos de toda índole”. (Coloma-Picó, Eloi, et al. 2017. P.2).

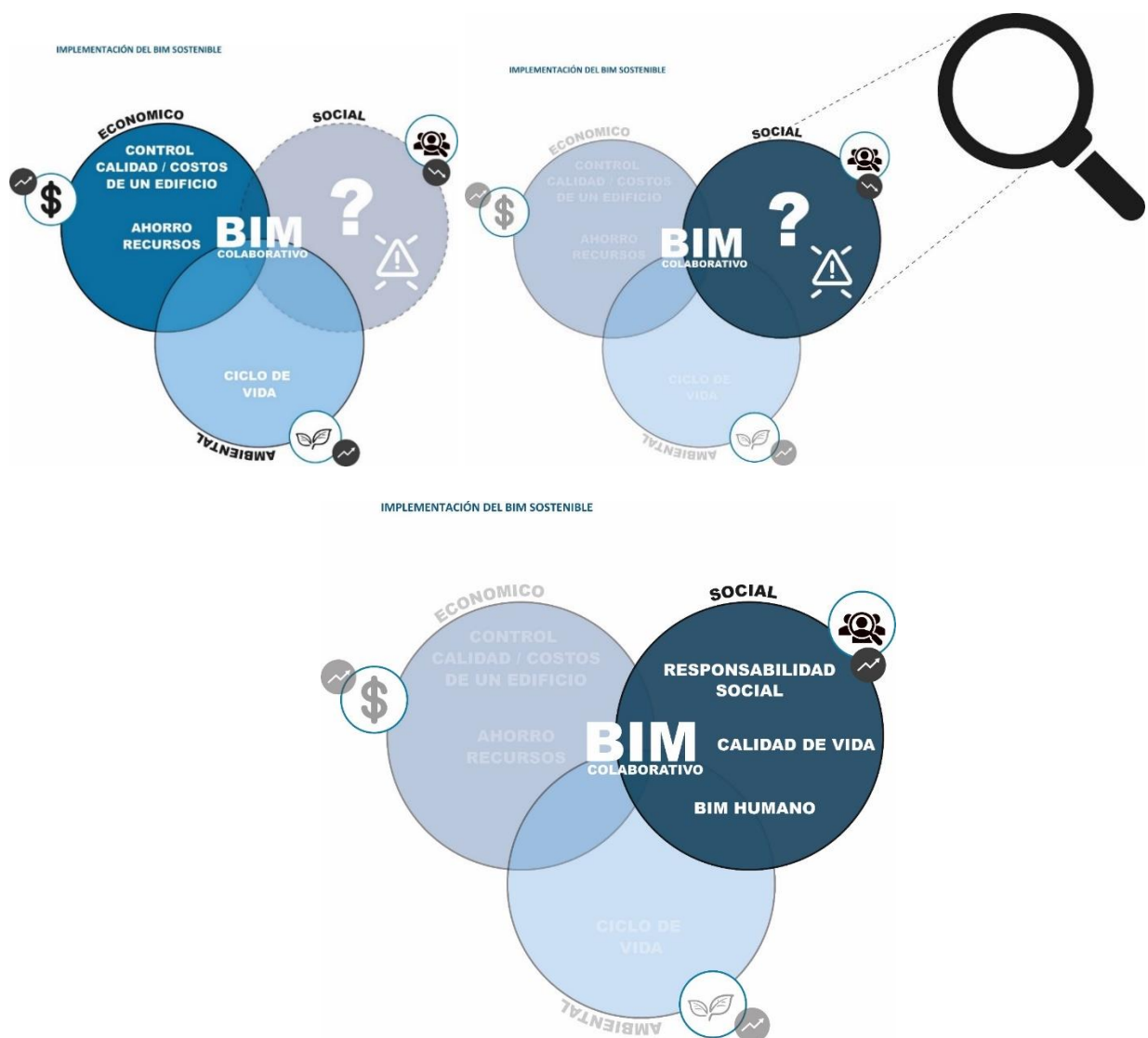
En este punto surge una pregunta ...el BIM humano se dirige solamente a la gestión de grupos de trabajo para trabajar unos con otros y tener éxito en los proyectos, o puede trascender y complementarse con un énfasis hacia el BIM responsable socialmente, el BIM dirigido al ser humano que, aunque se implemente a través de equipos y herramientas tecnológicas pueda anteponer lo humano en su visión y así en sus decisiones. Hasta ahora cuando se habla del BIM Humano se piensa en los integrantes del equipo que desarrollarán un proyecto BIM, en cómo optimizar sus capacidades de trabajo en grupo para que contribuyan al éxito del proyecto, pero esta tesis quiere apropiarse del nombre BIM Humano, pero llevarlo más allá de su significado actual, no sólo para el equipo de trabajo o para optimizar la implementación de una metodología colaborativa, sino para que la tecnología se humanice, se dirija al servicio y responsabilidad social.

Entonces se encuentra un vacío en la dimensión humana y responsabilidad social del BIM, las empresas y universidades han encontrado la importancia a nivel económico y ambiental donde se reconocen grandes ventajas, la eficacia de su uso y por eso se apoya su implementación aún como mandatos para las licitaciones y contratos, pero no se descubre y valora el aporte a nivel social para quien lo aprende, desarrolla y para quienes serán los usuarios finales de los proyectos. El BIM como instrumento visibilizador del Pensamiento Reflexivo que aporte en la toma de

decisiones éticas que contribuyan con la calidad de vida y bienestar, que también incluya datos, información y participación que favorezcan la dimensión social y humana y todo esto alimente los modelos y simulaciones y entren a hacer parte fundamental a la hora de diseñar, construir, operar los proyectos arquitectónicos.

Figura 39

BIM Humano: Rescate de la Dimensión Social



Fuente: Elaboración propia

Sobre uno de los intereses principales de la tesis doctoral que es el reconocimiento de las competencias de los arquitectos del siglo XXI, y que se expresa como resultado en el apartado de Formación Integral con la definición del Arquitecto Reflexivo desde lo conceptual fue importante identificar en la práctica, la actual necesidad de formar a los arquitectos para aprender a trabajar con otros, de manera colaborativa y multidisciplinar, con hábitos de pensamiento flexible que les permita adaptarse, saber cuándo reinventarse y diversificarse en su actividad profesional, que sepan dar lo mejor de sí para la construcción colectiva y con valor para el usuario final, además deben tener la capacidad de problematizar su contexto para encontrar oportunidades de innovación y servicio, hoy es necesario que pueda comunicar sus ideas y argumentar sus decisiones.

Fue muy importante también reconocer por medio de la observación que de acuerdo con la propuesta del proyecto de tesis existen experiencias donde el aprendizaje de diseño de proyectos puede enfocarse en el desarrollo de pensamiento reflexivo, el sondeo de las clases permite ver que se impulsa la expansión de varias competencias transversales que tal vez falta visibilizar y categorizar, se observa el desarrollo de habilidades y procesos cognitivos como: observación, análisis, síntesis, interpretación, comparación, argumentación, flexibilidad de pensamiento, trabajo en equipo, comunicación, problematización, formulación...

En la relación BIM Pensamiento Reflexivo se puede concluir que son complementarios necesarios: lo abstracto, puramente teórico corre el riesgo de perder contacto con la práctica y lo concreto y puramente práctico sin un fundamento que lo guíe corre el riesgo de volverse meramente mecánico:

La necesidad urgente de implementar el BIM en los planes de estudio de los programas de Arquitectura no puede convertir la enseñanza del BIM como un fin en si mismo, debe tenerse claro cual es el fin o fines superiores de su enseñanza-aprendizaje que para esta tesis por ejemplo es su aporte a la Formación Integral y por eso lo plantea desde el Pensamiento Reflexivo, no como una serie de pasos que garantizan técnicamente el buen uso de una herramienta porque como indica Dewey:

La pura imitación, la imposición de los pasos que hay que dar, el ejercicio mecánico, pueden dar resultados con la mayor rapidez, pero también fortalecer rasgos que probablemente resulten fatales para la capacidad reflexiva. El alumno se ve empujado a hacer esto y aquello sin conocimiento de ninguna otra razón que la de que si lo hace así obtendrá más rápidamente el resultado previsto; se le señalan y corrigen por él sus errores; está obligado a la pura repetición de determinados actos hasta que éstos se vuelvan automáticos.

Este método reduce la “formación” de los seres humanos al nivel de entrenamiento de los animales. La habilidad o destreza práctica y las modalidades de eficacia técnica sólo pueden *utilizarse* inteligentemente, es decir no mecánicamente, cuando la inteligencia ha desempeñado un papel en su *adquisición*. (Dewey, 1989, p. 76)

Conclusiones

El BIM cambia la manera de pensar y de reflexionar ante los proyectos hacia una manera de pensar integral, multidisciplinar, que lleva a la generación de inteligencias colectivas, el BIM incorpora pensamientos contemporáneos permite digitalizar cualquier acción proyectual, generar un modelo para tener algo afuera y tangible para sobre él pensar y trabajar, pero no solamente el arquitecto sino muchos profesionales, contratistas, usuarios y los diferentes actores que pueden interactuar, modelar, prototipar, experimentar, aprender de los errores y aciertos.

Esto implica que el BIM es más que una técnica de gestión de información, una metodología de trabajo colaborativo o un proceso, puede ser una tecnología de gestión de conocimiento, una forma de pensar, de investigar, un campo de conocimiento que emerge y se fundamenta en la participación y ayuda mutua, el cual es capaz de trascender la ética y verla no solamente como una rama de la filosofía sino como dimensión inherente al ser humano porque en el trabajo colaborativo es necesario reconocer y ser humildemente responsable desde las propias limitaciones personales y disciplinares hasta conocer los aportes personales y disciplinares a los que se puede llegar para tomar decisiones orientadas a la mejora de calidad de vida y la transformación de los problemas sociales.

Se piensa así que uno de los cambios de mirar el hecho proyectual con BIM es trascender la visión ética de la arquitectura, porque da herramientas para la toma de decisiones y permite ver las consecuencias de esas decisiones, entonces puede apoyar como instrumento, el pensamiento reflexivo, consecuencial y responsable. Un ejemplo de esto es que permite trabajar y cuantificar

durante todo el ciclo de vida de la edificación ya no solamente en el diseño y la construcción sino hasta su mantenimiento y disposición cuando cumpla su vida útil.

La enseñanza, el aprendizaje e implementación del BIM en la formación de arquitectos puede verse como una posibilidad para el desarrollo de una nueva manera de pensar reflexiva que pueda generar inteligencias colectivas. Este cambio de mentalidad se busca también para que se pueda pensar y relacionar muchos aspectos y variables a la vez, para articular diferentes disciplinas y dimensiones dirigidas a la Formación integral.

Todo esto hace pensar que más que un sistema de innovación tecnológica, una metodología de trabajo, un modelo de digitalización e industrialización que le trae muchos beneficios al sector de la construcción, el BIM como metodología, tecnología, modelo de gestión de conocimiento y toma de decisiones o hasta transdisciplina pueda llegar a ser también un camino de innovación educativa que favorezca el desarrollo de pensamiento reflexivo, de inteligencias colectivas, de competencias investigativas que lleven a la expansión del intelecto para que el estudiante sea capaz de pasar sus decisiones por un tamiz de juicio ético que fundamentado en un pensamiento proyectual integrativo se dirija a la reflexión y pueda contribuir en el objetivo educacional de la Formación integral del ser humano.

Otro aspecto fundamental es la relación que se logra entre la pedagogía y las disciplinas relacionadas con el sector de la construcción, no se trata solamente de la formación en contenidos, habilidades y destrezas y en presentar un plan de estudios de BIM que llene las expectativas de estudiantes y empresas, sino que se debe tener en cuenta el cómo se optimiza el proceso enseñanza-

aprendizaje para que los estudiantes logren la comprensión de lo fundamental, entonces se debe pensar y evaluar la metodología, técnicas y estrategias pedagógicas. La investigación pedagógica debe ser una constante en la formación de profesionales pero la implementación del BIM en el currículo, al ser un tema nuevo, exige esta investigación permanente, para fortalecer prácticas apropiadas y convertir en oportunidades de mejoramiento las debilidades y errores, para fundamentar temas como el perfil del docente de BIM, evaluar el autoaprendizaje en los alumnos, la forma de motivación de los estudiantes para que logren una mayor asimilación y comprensión, la verificación de la adquisición del pensamiento científico...

También se encuentra relación entre el marco metodológico de la tesis con las categorías, para el Pragmatismo la verdad es *pública* y se construye colectivamente, “La opinión sobre la que finalmente se ponen de acuerdo todos los que investigan es lo que entendemos por verdad, y el objeto representado en esa opinión es la realidad”. (Peirce, 1878). Esto también se podría experimentar de forma práctica a través del BIM, pues el modelo se va construyendo con el aporte de todos hasta que llegan a opiniones en las que finalmente se ponen de acuerdo los agentes involucrados y el objeto representado sería la realidad que adicionalmente se concretizará en un hecho constructivo, además permite la *praxis* donde se pueden observar los efectos de las decisiones y simular el futuro para medir las consecuencias.

El Pensamiento Reflexivo es en sí mismo una aplicación del Pragmatismo: expandir la *intellegere* siguiendo la lógica científica para pensar mejor y así poder *leer* mejor y *decidir* mejor, por eso no es una inteligencia separada del mundo, se entiende el hombre como un sistema que no está desligado de los otros ni de su entorno, es una continuidad con lo que le rodea se relaciona y

complementa con los instrumentos que le permiten la experiencia para continuar su evolución al servicio de toda la humanidad pero el pensar para poner en práctica y experimentar requiere de instrumentos, ya llamaba Dewey Instrumentalismo a su forma original de Pragmatismo porque le da importancia al instrumento más allá de ser un objeto aislado, es un componente externo para llegar al conocimiento.

Es así como la implementación del BIM puede ser un instrumento hacia el diseño de experiencias en el sentido formulado por Dewey como si fuera parte o extensión del cerebro, de la mano...y aquí se renueva la teoría de Dewey al identificarla con la teoría psicológica de *Cogniciones distribuidas* desarrollada a mediados de 1980 por Edward Hutchins que incluye el concepto de la *persona más*, conceptos trabajados por David Perkins, Salomon y otros integrantes del Proyecto Zero de la Universidad de Harvard; en la *persona más* el bagaje de conocer no está solo en el cerebro sino en todas las herramientas de apoyo para la construcción del conocimiento “el conocimiento y la cognición para operar o dirigir un buque naval no existen únicamente dentro de la cabeza de una persona, sino que ese conocimiento se distribuye a través de objetos, personas y herramientas en el propio entorno.” (Hutchins, 1995).

El BIM como componente externo a los procesos internos del pensar además permitiría visibilizar el desarrollo de pensamiento reflexivo de los estudiantes de Arquitectura, al evidenciar en sus decisiones y representaciones si el individuo comprende o no comprende. Habrá comprensión si el individuo puede operar sobre las herramientas que ha construido, sobre los elementos externos de la cognición distribuida. Entonces el pensamiento del alumno puede ser visible para el profesor.

En relación con las decisiones metodológicas de la tesis también puede vislumbrarse una relación entre las etapas de recolección, organización y análisis, la comparación constante con la codificación abierta, axial y selectiva de la Teoría Fundamentada con los niveles de pensamiento reflexivo que están presentes en la tesis aunque no en estricto orden, pues en concordancia con lo expuesto por Dewey sobre el método *lógico* del pensamiento real en relación con la forma *lógica* en que se presentan los resultados de ese pensamiento, el pensamiento real no es lineal, sin embargo no se pierde de vista el propósito de la investigación que es el que va guiando el camino a tomar.

Una muestra del convencimiento del fomento de los tres niveles, perceptual, relacional y proposicional en que se desarrolla el Pensamiento Reflexivo es la construcción de objetivos de este proyecto de investigación; se formularon cuatro objetivos específicos: un objetivo específico de primer nivel, dos objetivos de segundo nivel y uno de tercer nivel (Plantear una propuesta...), para garantizar la percepción, la relación y la proposición, adicionalmente en cada uno de los objetivos específicos también se tiene en cuenta involucrar los tres niveles de pensamiento para su desarrollo, conclusión y logro.

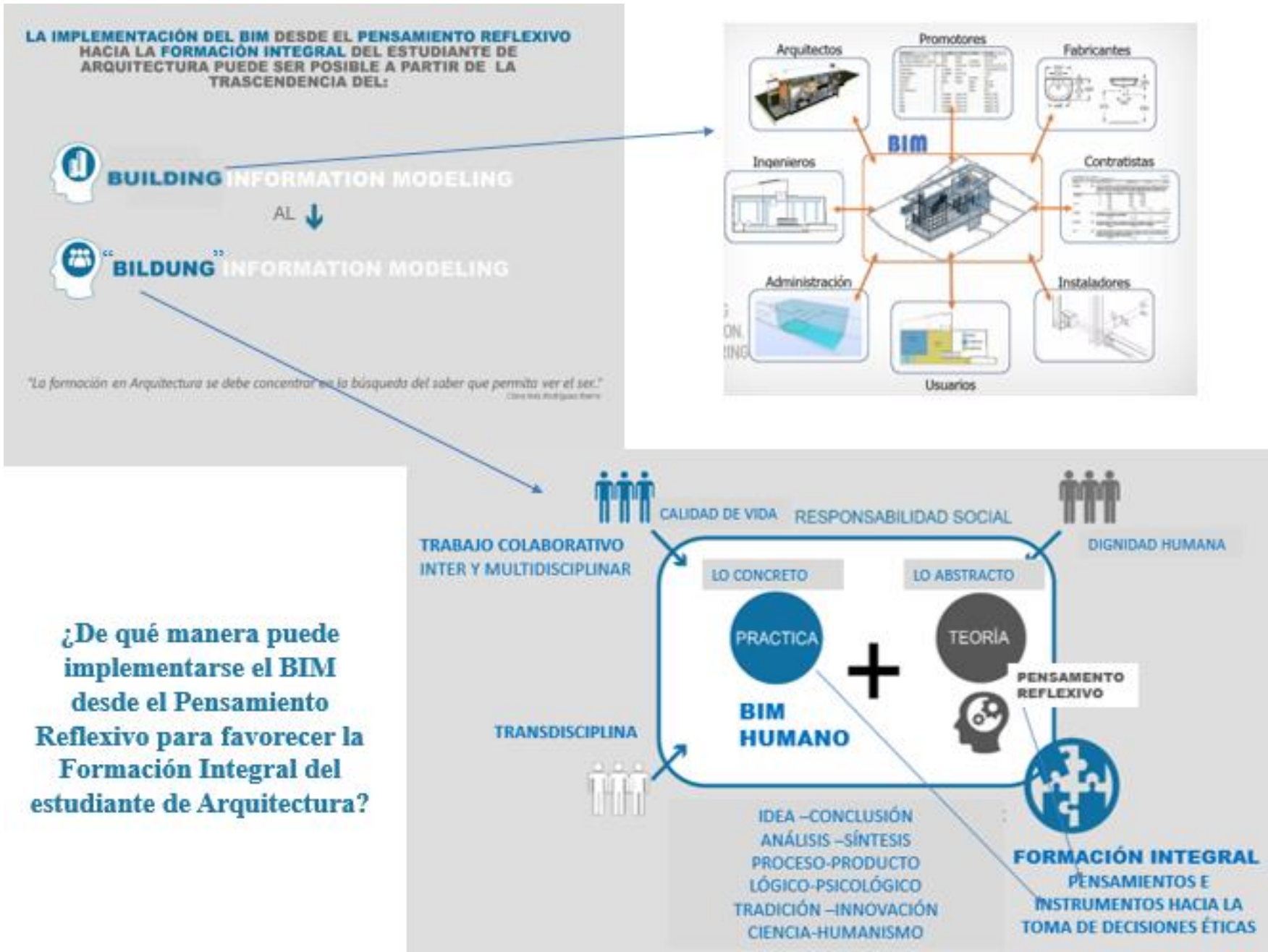
Con los resultados obtenidos a través de los datos se valida que una investigación dirigida a la Formación integral de arquitectos en el contexto actual no se puede dar sin relacionar la innovación tecnológica y la innovación educativa, sin entender las competencias requeridas por el profesional del siglo XXI como la necesidad de generar inteligencias colectivas y de trabajo inter, multi y transdisciplinar y se reitera la necesidad de dar un soporte intelectual desde el Pensamiento Reflexivo.

La conclusión general se puede sintetizar en el esquema de la Figura 40 donde se muestra que la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo hacia la Formación Integral del estudiante de Arquitectura puede ser posible a partir de la trascendencia del Building Information Modeling al *Bildung* Information Modeling, en el centro no estaría solamente el edificio, el arquitecto que quiere figurar por su obra de arte, o un proyecto eficiente desde el punto de vista económico. En el centro estaría el ser humano. En el computador podemos ver los modelos y simulaciones pero en el pensamiento debe verse para quién va dirigida la solución, debe verse el ser humano. No se trata de negar el valor que ha tenido el BIM, se trata de trascenderlo a instrumento de visibilización del pensamiento reflexivo, que contribuye en la Formación Integral del arquitecto para que pueda ver entre otros, cómo debe introducir la información, cómo trabajar con otros, cómo fundamentar las decisiones, cómo emitir juicios responsables a partir del análisis y síntesis, cómo establecer la mejor relación posible para la solución de los problemas del entorno.

Ver la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo como una integración de la teoría y la práctica, de lo abstracto y lo concreto, de la tradición y la innovación, para que más que opuestos sean complementarios para ir de la idea a la conclusión, del proceso al producto, de lo psicológico a lo lógico. En el centro el BIM humano dirigido a la calidad de vida, la responsabilidad social, la dignidad humana, a través de un trabajo colaborativo generador de inteligencias colectivas, de la construcción y aporte de muchas disciplinas y nos lleve a una Formación Integral donde pensamientos e instrumentos estén dirigidos a la conquista de la libertad que permita querer y anteponer el bien del otro, sustentar y dirigir los juicios.

Figura 40

Conclusión General



Fuente: Elaboración propia

Aportes de la tesis:

- Comprensión, significado y conceptualización (análisis-síntesis) de cada una de las categorías: BIM, Pensamiento Reflexivo y Formación Integral de manera independiente y en relación.
- Conocer alcance y limitaciones de cada una de las categorías para desde ahí complementarlas o potenciarlas a través del vínculo con las otras categorías: Articulación y complemento de opuestos, de lo abstracto y lo concreto, lo teórico con lo práctico, la innovación con la tradición.
- Encontrar relación entre la Innovación tecnológica (BIM) y la Innovación educativa desde el Pensamiento Reflexivo para fortalecer la Formación Integral del estudiante de Arquitectura.
- Explicitar la dimensión humana del BIM, ampliar el concepto de BIM Humano hacia la ética y responsabilidad social.
- Caracterización del proceso de Pensamiento Reflexivo y relación con los pasos del Aprendizaje basado en Proyectos y en proyectos de arquitectura para implementar en la enseñanza-aprendizaje del BIM, así como el seguimiento de sus fases desde la duda a la conclusión, desde la incertidumbre hasta la comprensión, desde el proceso y producto hacia la toma de decisiones éticas.
- Identificar cualidades del Arquitecto Reflexivo para fomentar su Formación Integral.
- El BIM como saber, como instrumento, como medio de visibilización y evaluación del Pensamiento Reflexivo.
- Relación Mente –mano: Pensamiento-Instrumento
- Desde la definición del Pensamiento Reflexivo: *“Darle vueltas a un tema en la cabeza y tomárselo en serio con todas sus consecuencias.”* Y la posibilidad del BIM de simularlo y trabajarlo para sacarlo de una sola cabeza y darle vueltas para que los actores involucrados en

un proyecto puedan estudiarlo y tomar cada una de sus decisiones en serio con todas sus consecuencias.

- Relación del Pragmatismo como metodología de investigación con el Pensamiento Reflexivo y el BIM.
- Contribución de la Teoría Fundamentada como método en temas de estudio inexplorados
- La ética dimensión inherente del ser humano como fin articulador del BIM, el Pensamiento Reflexivo y la Formación Integral.
- Posibilidad de desarrollo de pensamiento, de cualidades investigativas desde los niveles perceptual, relacional y proposicional.
- La Formación Integral como fomento para juicios éticos desde la expansión intelectual y presente de manera transversal y tácita en todas las áreas de conocimiento.

Referencias Bibliográficas

- Abdirad, H., & Dossick, C. S. (2016). BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: A systematic review. *Journal of Information Technology in Construction*, 21, 250-271. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991515552&partnerID=40&md5=0eda10d5d6e7079aec0c0c79b1514c35>
- Alfa Tuning América Latina. (s. f.). *Tuning América Latina 2011-2013 Innovación Educativa y Social*. Recuperado 8 de septiembre de 2015, de <http://www.tuningal.org/>
- Andréu Abela, J., García-Nieto, A., & Pérez Corbacho, A. M. (2007). *Evolución de la teoría fundamentada como técnica de análisis cualitativo*. Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS).
- Aristóteles. (s. f.). *Ética a Nicómaco (publicación original 349 a C.)* (2011.^a-1a. ed.). Tecniboo.
- Asociación BuildingSMART Spanish Chapter. (s. f.). *BuildingSMART Spain ¿Qué es BIM?* Recuperado 22 de julio de 2019, de <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- Asociación Colombiana de Facultades de Arquitectura ACFA. (2014). *Seminario Internacional Los Rostros del Arquitecto – Las diversas formas de ejercer la profesión*.
- Barison, M. B., & Santos, E. T. (2019). *BIM teaching strategies: An overview of the current approaches* (T. W. (ed.)). Nottingham. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85069802089&partnerID=40&md5=f550135f429739b0287a1e99233ea1f2>
- Bermejo, J. (2015). *El Proceso de Diseño Integrativo en la Arquitectura - Arquitectura y Construcción*. Revista Rehabitec News del Grupo Interempresas. <http://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/138754-El-Proceso-de-Disenio-Integrativo-en-la-Arquitectura.html>
- Bermejo Nualart, F., Coloma Picò, E., Diéguez Lorenzo, F., Pérez Arnal, I., Roig Segura, V., &

- Soldevilla Albertí, J. I. (2019). *Libro blanco sobre la definición estratégica de implementación del BIM en la Generalitat de Catalunya*.
https://itec.cat/docs/pdf/libro_blanco_bim.pdf
- Bonilla-García, M. Á., & López-Suárez, A. D. (2016). Ejemplificación del proceso metodológico de la teoría fundamentada. *Cinta de moebio*, 57, 305-315. <https://doi.org/10.4067/s0717-554x2016000300006>
- Buckland, H., Garmilla, A., Murillo, D., Leticia, M., & Flores, S. (2018). *La revolución digital ante los grandes retos del mundo. 100 iniciativas de innovación social digital que están transformando América Latina*. ESADE Universidad Ramón LLul - EY Fundación España.
- Camacol. (2019). *BIM FORUM Colombia*. Cámara colombiana de la construcción.
<https://camacol.co/BIMforum>
- Cannady, R. E., & Gallo, K. Z. (2016). Write Now! Using reflective writing beyond the humanities and social sciences. *Journal of Further and Higher Education*, 40(2), 188-206.
<https://doi.org/10.1080/0309877X.2014.938266>
- Cárdenas Lorenzo, D. (2013). *Espacios de aprendizaje experimental en escuelas de arquitectura* [E.T.S. Arquitectura (UPM).].
http://oa.upm.es/35295/7/TESIS_MASTER_David_Cardenas_Lorenzo_1213.pdf
- Chaia, A., Child, F., Dorn, E., Frank, M., Krawitz, M., & Mourshed, M. (2017). *Drivers of Student Performance: Latin America Insights*.
https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Social_Sector/Our_Insights/What_drives_student_performance_in_latin_america/Drivers-of-Student-Performance.ashx
- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory A Practical Guide Through Qualitative Analysis* (1.^a ed.). SAGE Publications . <http://www.sxf.uevora.pt/wp->

content/uploads/2013/03/Charmaz_2006.pdf

Chavarro, D., Vélez, I., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (2017). *Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación.*

Colciencias. (2016). *Informe sobre Investigación/Creación presentado en el Segundo Taller Nacional ACFA-Colciencias.*

Coloma-Picó, Eloi.; Armengol-Aragonès, Montserrat.; Ayats-Pérez, Cristina.; Miquel-Becker, Susanna.; Molas-Beykirch, Isabel.; Puig-Soler, P. (2017). EL IMPACTO DEL FACTOR HUMANO EN LOS PROYECTOS REALIZADOS EN BIM. *EUBIM 2018 - BIM International Conference / 7º Encuentro de Usuarios BIM*, 1-9. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.talenteamup.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2018%2F09%2FC_AT2_EUBIM-2018.pdf&cflen=174267&chunk=true

Coloma Picó, E. (2012a). *Tecnologia Bim Per Al Disseny Arquitectonic*. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Coloma Picó, E. (2012b). *TECNOLOGIA BIM PER AL DISSENY ARQUITECTÒNIC* [Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)]. <http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologiabim/TecnologiaBIM.pdf>

Coloma Picó, E. (2018). *Presentación del Máster en BIM Management Steering UPC School.*

Acuerdo 02 de 2020 Por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad, Pub. L. No. Acuerdo 2 de 2020, 63 (2020). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.cna.gov.co%2F1779%2Farticles-402848_documento.pdf&cflen=1168556&chunk=true

- Correal Pachón, G. D., Francesconi Latorre, R., Rojas Quiñones, P., Eligio-Triana, C. A., Quiroga Molano, E., Páez Calvo, A., & Salinas, A. M. (2015). *Aprendizaje, composición y emplazamiento en el proyecto de arquitectura: diálogo entre las aproximaciones analógica y tipológica* (Primera). Universidad Católica de Colombia, Universidad Piloto de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14956>
- DEEL. (s. f.). *Diccionario etimológico español en línea*. Recuperado 19 de febrero de 2020, de <http://etimologias.dechile.net/?universidad>
- Departamento Nacional de Planeación - DNP y Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS. (2017). *Formación de capital humano de alto nivel para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación* 35. <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/FormacionAltoNivel/PTaltonivel.pdf>
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos* (M. A. Galmarini (trad.); 2a.). Paidós.
- Eastman, C. M. (1975). The Use of Computers Instead of Drawings In Building Design. *AIA Journal*, 63(3), 46-50.
- Eastman, C. M. (1969). COGNITIVE PROCESSES AND ILL-DEFINED PROBLEMS: A CASE STUDY FROM DESIGN - The Edward A. Feigenbaum Papers - Spotlight at Stanford. *The International Joint Conferences on Artificial Intelligence, Inc. Save to Binder Export Citation Share on*, 1-41. <https://exhibits.stanford.edu/feigenbaum/catalog/sm655pz1563>
- EEES Espacio Europeo Educación Superior. (s. f.). *Estructuras educativas europeas La respuesta de la universidad mediante el proyecto «Tuning»*. Recuperado 9 de agosto de 2019, de <http://www.eees.es/es/eees-estructuras-educativas-europeas>
- ENHSA-European Network of Heads of Schools of Architecture. (2007). *Towards a Competences-Based Architectural Education: Tuning Architectural Education Structures in*

Europe. www.unideusto.org

Escobar Uribe, A. (1994, octubre 25). El problema más grave de Bogotá. *Periódico El Tiempo*.
www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-239887

Finquelievich, S. (2010). EL DEBATE: La Sociedad de la Información: ¿una nueva disciplina científica? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-El Foro*.
<http://www.revistacts.net/elforo/342-el-debate-la-sociedad-de-la-informacion-iuna-nueva-disciplina-cientifica>

Flórez G, G. E. (2019, agosto 17). ¿Va a contratar un arquitecto para una obra en casa? Tome nota. *El Tiempo*, 5.1.

Franco, J. T. (2018). ¿Qué es BIM y por qué parece ser fundamental en el diseño arquitectónico actual? | *ArchDaily Colombia*. Arch Daily. <https://www.archdaily.co/co/887546/que-es-bim-y-por-que-es-fundamental-en-el-diseno-arquitectonico-actual>

Gadamer, H.-G. (1993). *Verdad y método Vol.I* (A. Agud Aparicio, R. De Agapito, & (obra original publicada en 1975) (trads.); Quinta). Sígueme.
<http://files.bereniceblanco1.webnode.es/200000089-633d56437f/-Gadamer-Hans-Georg-Verdad-y-Metodo-I.pdf>

García, M. (2018). Video presentación Máster en BIM Management Steering UPC School. En *Universidad Politécnica de Catalunya BarcelonaTech*.
https://www.talent.upc.edu/esp/professionals/presentacio/codi/206400/bim-management-steering-building-information-modeling-nuevos-modelos-negocio/?utm_source=4084_adwords_Arq_TOT_&utm_medium=CPC&utm_campaign=21806400_Bim_Master&gclid=EAIaIQobChMIjKu6g

Guerra, N. (2014, marzo 17). ¿Por qué Lean StartUp va a cambiar las empresas? (Video).

TEDxSevilla. <https://tedxsevilla.com/2014/05/28/video-de-por-que-lean-startup-va-cambiar-las-empresas-charla-de-nestor-guerra-en-tedxsevilla/>

Guevara Alvarez, O. E. (2013). *Análisis del proceso de enseñanza aprendizaje de la Disciplina Proyecto Arquitectónico, en la carrera de Arquitectura, en el contexto del aula* [Universitat Autònoma de Barcelona]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/116191/oega1de1.pdf;jsessionid=ECBD847E0FDBD9617543616DC633E24F?sequence=1>

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). Mc Graw Hill /Interamericana Editores, S.A. De C.V.

Hillson, D. (2004). *Los entresijos del manejo de riesgo*. http://www.pmigps.com/not_ago.htm

Hu, M. (2019). BIM-Enabled Pedagogy Approach: Using BIM as an Instructional Tool in Technology Courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 145(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000398](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000398)

Hurtado, D. L., Torres, C. E., Vargas, J. E., Garzón, Y., & Chamorro, D. C. (2008). Modelo de formación integral orientado a incentivar la investigación y gestión en pregrado de ingeniería biomédica. Experiencias de guía biomédica. *IFMBE Proceedings*, 18, 1091-1095. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74471-9_253

Hutchins, E. (1995). Cognition in the wild. En *Cognition in the wild*. The MIT Press.

ICFES-Ministerio de Educación Nacional. (2010, noviembre). Las Pruebas Saber Pro (antes Ecaes), una ventaja competitiva en el campo laboral. *Centro Virtual de Noticias de la Educación*. <https://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-255873.html>

ICFES-Ministerio de Educación Nacional. (2016). *REPORTE DE RESULTADOS PROGRAMA ACADÉMICO • SABER PRO •*.

- ITeC Instituto Tecnológico de la Construcción de Catalunya. (s. f.). *Qué es el BIM*. Recuperado 16 de agosto de 2020, de <https://itec.es/servicios/bim/>
- Jaeger, W. (2001). *Paideia: los ideales de la cultura griega* (J. XIRAL (trad.)). Fondo de Cultura económica.
- Jin, R., Yang, T., Piroozfar, P., Kang, B.-G., Wanatowski, D., Hancock, C. M., & Tang, L. (2018). Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(10), 1376-1397. <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2017-0119>
- Kauh Arquitectos. (2013). *¿Qué es Arquitectura? Señor Ministro Arquitectura es....* <https://issuu.com/kauharquitectos/docs/queesarquitectura>
- Langagne Ortega, E., & Mendoza Hernández, A. (2006). *Ya soy arquitecto ¿Ahora qué hago?* (Primera). JC Impresores, SA de CV.
- Lerma Córdova, A. F. (2018, agosto 24). *BIM, el futuro de la construcción | Alan Fernando Lerma Cordova | TEDxAvDivDelNorte - YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=VNUGW8HIPcg>
- Lerma Córdova, A. F. (2020, enero 3). Extracto de Conferencia en el World of Concrete México en el marco de Expo CIHAC 2019: Utilización de modelos digitales BIM para optimizar el cálculo estructural de estructuras de concreto reforzado. *Revista Smart Building Edición 18 No. 3*, 20-20. <https://smartbuilding.mx/revista-smart-building-edicion-18/>
- Lévy Pierre. (2004). *INTELIGENCIA COLECTIVA. Por una antropología del ciberespacio*. <http://inteligenciacolectiva.bvsalud.org>
- Por la cual se expide la ley general de educación. Congreso de La República de Colombia, Pub. L. No. Ley 115 de Febrero 8 de 1994., Congreso de la República de Colombia 50 (1994).

https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior, Pub. L. No. Ley 30 de Diciembre 28 de 1992, Congreso de La República de Colombia 26 (1992).

https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86437_Archivo_pdf.pdf

Llano Cifuentes, A. (2003). *Repensar la universidad : la universidad ante lo nuevo / Alejandro Llano*. Ediciones Internacionales Universitarias.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat06493a&AN=sab.000055626&site=eds-live>

Lobos, J. (2008). Necesidad de cambios en la enseñanza: El rol del Arquitecto. *Revista CA*, 134, 42-47. <http://revistaca.cl/revistas/134.pdf>

Maldonado Pérez, M. (2007). EL TRABAJO COLABORATIVO EN EL AULA UNIVERSITARIA. *Laurus*, 13(23), 263-278. <chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F761%2F76102314.pdf>

Marcos, C. L. (2017). BIM implications in the design process and Project-Based learning: Comprehensive integration of BIM in architecture. *WIT Transactions on the Built Environment*, 169, 101-110. <https://doi.org/10.2495/BIM170111>

Marín-Gallego, J. D. (2013). *La investigación en educación y pedagogía: Sus fundamentos epistemológicos y metodológicos*. Universidad Santo Tomás.

Martinez, M. E., Rodríguez, J. L., & Tellez, G. (2012). *Estudio internacional de programas de arquitectura Conclusiones y Recomendaciones*. https://www.arquitecturaacfa.org/documentos/Estudio_internacional.pdf

- Mewburn, I. (2012). Lost in translation: Reconsidering reflective practice and design studio pedagogy. *Arts and Humanities in Higher Education*, 11(4), 363-379.
<https://doi.org/10.1177/1474022210393912>
- Miller, H. (2017). 2 - ¿Qué significa BIM - YouTube. MillerCoChannel.
https://www.youtube.com/watch?v=mk2pGwZh_Cs
- MILLERCO. (s. f.). *MILLERCO -THE HOME OF BIM INNOVATION*. Recuperado 10 de marzo de 2021, de <https://homeofbim.com/>
- Milovanović Rodić, D., Živković, J., & Lalović, K. (2013). *CHANGING ARCHITECTURAL EDUCATION FOR REACHING SUSTAINABLE FUTURE: A CONTRIBUTION TO THE DISCUSSION*. 29, 75-80. <https://doi.org/10.2298/SPAT1329075M>
- LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DE BIENESTAR PARA INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR, 55 (2016). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.mineduacion.gov.co%2F1759%2Farticles-360314_recurso.pdf&cflen=696794&chunk=true
- DECRETO 1330 DE 2019, Pub. L. No. 1330 de 2019, 32 (2019).
<https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-387348.html>
- Monereo, C. (2001). “Les demoiselles de Picasso”. Cambio cognitivo y conocimiento estratégico. *Contextos de Educación*, 3(4), 112-133.
https://www.researchgate.net/publication/260814396_Les_demoiselles_de_Picasso_Cambio_cognitivo_y_conocimiento_estrategico
- Newman, J. H. (1996). *Discursos sobre el fin y la naturaleza de la educación universitaria / John Henry, Newman; tr., introd. y notas José, Morales Marín*. EUNSA Universidad de Navarra

S.A.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat06493a&AN=sab.000036632&site=eds-live>

Nussbaum, M. C. (2016). *Sin fines de lucro. Por qué la democracia necesita de las humanidades* (Sexta). Siglo del Hombre Editores.

Open Maker. (s. f.). *¿Qué es la innovación social digital?* Recuperado 17 de mayo de 2019, de <https://es.openmaker.eu/que-es-la-innovacion-social-digital/>

Ortega y Gasset, J. (1987). *Misión de la Universidad*. Alianza.

Parravicini, A. (2016). *Dewey. Experimentar el pensamiento* (S. López Grande (trad.)). Bonalitra Alcompas, S.L.

Patiño Mazo, E. (2015). *Introducción a la investigación formativa en diseño : antecedentes, conceptos y diferentes enfoques desde la visión del diseño industrial* (Primera). Universidad Pontificia Bolivariana.

Pei-Huang, D., & Naai-Jung, S. (2019). Trends and research issues of augmented reality studies in architectural and civil engineering education-A review of academic journal publications. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(9), 1-19. <https://doi.org/10.3390/app9091840>

Peirce, C. S. (1878). *Collected Papers*.

Peirce, C. S. (1905). *¿Qué es el Pragmatismo?*

Pieper, J. (1964). Apertura hacia la totalidad: Misión de la Universidad | Pieper | Ideas y Valores. *Ideas y Valores*, 6(23-24), 121-134. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/idval/article/view/29609/29847>

PNUD. (s. f.). *Concepto | PNUD*. Informe Nacional de Desarrollo Humano Guatemala. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://desarrollohumano.org.gt/desarrollo->

humano/concepto/

Portafolio. (2017). Las ocho carreras peor pagadas en Colombia. *Portafolio, Noticias de economía y negocios*. <https://www.portafolio.co/economia/empleo/las-ocho-carreras-peor-pagadas-en-colombia-506950>

Portero-Ricol, A. E., González-Moreno, M., Machado-Jardo, R., & Cristobal-Fariñas, M. (2018). Praxis de formación para arquitectos en La Cujae. *Bitacora Urbano Territorial*, 28(1), 91-98. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v28n1.59920>

Psegiannaki, A. E. (2015). *Contextualización teórica del acto pedagógico en la enseñanza y el aprendizaje del proyecto arquitectónico: el caso de la E.T.S.A.M.* [E.T.S. Arquitectura (UPM)]. <http://oa.upm.es/37240/>

Quaroni, L. (1980). *Proyectar un edificio: ocho lecciones de arquitectura* (A. (1977) Sánchez Guijón (trad.)). Xarait.

Redacción ALO.co. (2012). ESTAS SON LAS CARRERAS QUE ‘NO PAGA’ ESTUDIAR EN COLOMBIA. *Revista Aló.co- El Tiempo*. <http://alo.co/trabajo-y-dinero/las-10-carreras-con-peor-remuneracion-en-colombia>

RIBA. (2015). *RIBA Appointments Skills Survey Report 2014*. file:///C:/Users/Sarmiento Rodriguez/Downloads/skills_report_2014 (4).pdf

Rodríguez-Ibarra, C.-I. (2016). *La Investigación Formativa en el desarrollo del pensamiento hacia la educación del Arquitecto Reflexivo (Tesis de Maestría en Pedagogía)* [Chía: Universidad de La Sabana]. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat06493a&AN=sab.000261714&site=eds-live>

Rubio Hurtado, M. J., Vilà Baños, R., & Berlanga Silvente, V. (2015). La Investigación Formativa

- Como Metodología de Aprendizaje en la Mejora de Competencias Transversales. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 196, 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.037>
- S. Th. I, 117,1. (s. f.). *Suma teológica - Parte Ia - Cuestión 117*. Recuperado 6 de agosto de 2021, de <https://hig.com.ar/sumat/a/c117.html>
- Saldarriaga Roa, A. (2011). *Enseñanza de la arquitectura en Colombia. Estado actual*. Asociación Colombiana de Facultades de Arquitectura / ACFA.
- San Martín Cantero, D. (2014). Teoría fundamentada y Atlas.ti: recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16(1). <http://redie.uabc.mx/vol16no1/contenido-sanmartin.html>
- Sanz, B., Wartenberg, L., Acosta, O. L., Herrera, F., Corredor, C., Wilches, G., de Zubiría, J., & Bernal, A. T. (2016). *Objetivos de Desarrollo, Colombia herramientas de aproximación al contexto local*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.
- SastreCifuentes, A., & Fernández Ortega, J. A. (2004). *Tras la huella .Pasión y conocimiento-* (Primera). Universidad Santo Tomás.
- Schön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones* (L. Montero & J. M. Vez Jeremías (trads.); 4a ed.). Paidós.
- Siemens, G., & Leal Fonseca, D. E. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*.
- Silió, E. (2015). *Escuelas de arquitectura como hongos* | Economía | EL PAÍS. EL PAÍS Periódico. https://elpais.com/economia/2015/03/27/actualidad/1427451824_430006.html
- LINEAMIENTOS PARA LA ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL, 71 (2006). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fww

w.mineduacion.gov.co%2FCNA%2F1741%2Farticles-
186359_lineamientos_3.pdf&cien=4245355&chunk=true

SNIES-Ministerio de Educación Nacional. (2017a). *Observatorio laboral de la educación- Graduados por período*. <http://bi.mineduacion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/ubicacion-geografica>

SNIES-Ministerio de Educación Nacional. (2017b). *Observatorio Laboral para la educación- Vinculación laboral general*. <http://bi.mineduacion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/ingreso-promedio-por-programa>

Soneira, A. J. (2006). La «Teoría fundamentada en los datos» (Grounded Theory) de Glaser y Strauss. En I. Vasilachis (Ed.), *Estrategias de investigación cualitativa* (pp. 153-173). Gedisa.

Tan, H., & Yuan, L. (2018). Application of BIM technology and artificial intelligence big data technology in architecture teaching. *Journal of Advanced Oxidation Technologies*, 21(2). <https://doi.org/10.26802/jaots.2018.01143>

Tec de Monterrey-Observatorio de Innovación Educativa. (2019). *Edu Trends Credenciales Alternativas*. https://observatorio.tec.mx/edu-trends-credenciales-alternativas?utm_source=Newsletter+de+innovación+educativa+%28docentes%29&utm_campaign=51fec7d87-EMAIL_CAMPAIGN_2019_01_15_LDTEC_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_6e1a145e3e-51fec7d87-236656717

Tec de Monterrey. (2014). *EduTrendsAprendizajeInvertido — Observatorio de Innovación Educativa del Tec de Monterrey| Instituto para el Futuro de la Educación*. <https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeinvertido>

THE ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS RIBA. (s. f.). *RIBA Architecture.com*.

Recuperado 10 de agosto de 2019, de <https://www.architecture.com/about>

Toca Fernández, A. (2013). *La arquitectura en crisis*. Obras.

<http://www.obrasweb.mx/arquitectura/2013/06/11/la-arquitectura-en-crisis>

Toca Fernández, A. (2015). Arquitectura: origen y metamorfosis. *Tiempo en la casa. Suplemento de la revista Casa del tiempo*, 13, 3-10.

http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/13_feb_2015/TiempoenlacasaNo13_feb2015.pdf

Tzong_Hann, W., Feng, W., Ci-Jyun, L., Yi-Fen, L., Ching-Mei, T., & Shih-Chung, K. (2019). A virtual reality tool for training in global engineering collaboration. *Universal Access in the Information Society*, 18(2), 243-255. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0594-0>

UNESCO. (s. f.). *Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo- GEM*.

<https://es.unesco.org/gem-report/node/334>

UNESCO. (2011). *La UNESCO y la educación: toda persona tiene derecho a la educación -*

UNESCO Biblioteca Digital. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000212715_spa

UNESCO, UNICEF, BANCO MUNDIAL, UNFPA, PNUD, ONU, & ACNUR. (2016).

Educación 2030 Declaración de Incheon Hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos.

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/ESP-Marco-de-Accion-E2030-aprobado.pdf>

Universidad Católica de Colombia. (2005). *Currículo Institucional*. Universidad Católica de Colombia.

Villazón Godoy, R. E. (2011). *Aprender de lo Elemental Modelo didáctico para la enseñanza de la Arquitectura* [Universitat Politècnica de Catalunya].

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/95179>

Webster, H. (2008). Architectural Education after Schön: Cracks, Blurs, Boundaries and Beyond.

Journal for Education in the Built Environment, 3(2), 63-74.

<https://doi.org/10.11120/jebe.2008.03020063>

Woodcock Cerón, M. F. (2013). *EL JUEGO COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA: ENSEÑANZA*

DE LA ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS EN ARQUITECTURA. Universidad de los

Andes.

Zamora, O. (2020, julio 29). *LA FÁBRICA - Universidad Mayor*. ¿Qué es el Design Thinking?

<https://lafabrica.umayor.cl/descargas/tips-qué-es-el-design-thinking>

Anexo 1 Entrevistas

Se realizaron 22 entrevistas: cinco (5) docentes y 17 estudiantes de los cuales se anexa el cuestionario para cada estamento y un modelo de consentimiento informado. Los consentimientos informados de los entrevistados, grabaciones de todas las entrevistas, transcripciones y demás archivos utilizados para el análisis están en el archivo de la tesis doctoral y se suministrarán cuando se requieran.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE EDUCACIÓN DOCTORADO EN EDUCACIÓN	IMPLEMENTACIÓN DEL BIM ARTICULADO AL PENSAMIENTO REFLEXIVO HACIA LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL ESTUDIANTE DE ARQUITECTURA ENTREVISTA ESTAMENTO: ESTUDIANTES	FECHA: septiembre-octubre 2018 VERSIÓN N° 1 Página 1 de 2
---	---	---

CASO DE ESTUDIO:
MÁSTER EN BIM MANAGEMENT SIEBING BUILDING INFORMATION MODELING Y NUEVOS
MODELOS DE NEGOCIO-UPC-SCHOOL

1. Desde su posición de estudiante, ¿Qué percibe de la metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada en el Máster?

2. ¿Cree usted que es compatible la metodología utilizada en el Máster con sus expectativas?
SI ____ NO ____

3. ¿Por qué?

4. ¿Cree usted que el Máster contribuye a su desarrollo cognitivo y de pensamiento de manera que le permita adquirir cualidades y/o competencias para enfrentar los retos de su profesión?
SI ____ NO ____

Justifique su respuesta:

5. ¿Cuáles han sido las experiencias más significativas al estudiar este Máster?

6. ¿Cómo cree que está su nivel de motivación para estudiar este Máster?

7. ¿Qué le gustaría cambiar o aportar a su experiencia de estudiante en el Máster?

Firma:	Firma:	Firma:
--------	--------	--------

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS FACULTAD DE EDUCACIÓN DOCTORADO EN EDUCACIÓN	IMPLEMENTACIÓN DEL BIM ARTICULADO AL PENSAMIENTO REFLEXIVO HACIA LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL ESTUDIANTE DE ARQUITECTURA ENTREVISTA ESTAMENTO: DOCENTES	FCDA: septiembre-octubre 2018 VERSIÓN MP 1 Página 1 de 2
---	--	---

CASO DE ESTUDIO:
MÁSTER EN BIM MANAGEMENT STEERING, BUILDING INFORMATION MODELING Y NUEVOS
MODELOS DE NEGOCIO-UPC-SCHOOL

1. Desde su posición de docente, ¿Qué percibe de la metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada en el Máster?

2. ¿Cree usted que es compatible la metodología utilizada en el Máster con las expectativas de los estudiantes? SI ____ NO ____

3. ¿Por qué?

4. ¿Cree usted que el Máster contribuye al desarrollo de pensamiento de los estudiantes de manera que les permita adquirir cualidades y/o competencias para enfrentar los retos de su profesión?
 SI ____ NO ____
 Justifique su respuesta:

5. ¿Cuáles han sido las experiencias más significativas al abordar la docencia en el Máster?

6. ¿Cómo cree que se consigue motivar al alumno en este proceso de enseñanza-aprendizaje?

7. ¿Qué le gustaría cambiar o aportar a su experiencia pedagógica en el Máster?

Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
----------	---------	---------

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS FACULTAD DE EDUCACIÓN DOCTORADO EN EDUCACIÓN	IMPLEMENTACIÓN DEL BIM ARTICULADO AL PENSAMIENTO REFLEXIVO HACIA LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL ESTUDIANTE DE ARQUITECTURA ENTREVISTA ESTAMENTO: DOCENTES	FED-A, septiembre-octubre 2018 VERSIÓN Nº 1 Página 2 de 2
---	---	--

**CASO DE ESTUDIO:
MÁSTER EN BIM MANAGEMENT STEERING BUILDING INFORMATION MODELING Y NUEVOS
MODELOS DE NEGOCIO-UPC-SCHOOL**

Consentimiento informado:

Esta entrevista se realiza con el objetivo de conocer datos para el desarrollo del proyecto denominado **"IMPLEMENTACIÓN DEL BIM ARTICULADO AL PENSAMIENTO REFLEXIVO HACIA LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL ARQUITECTO"**.

Entiendo que hago parte de la población seleccionada como referente del estudio, por cumplir las características, entre ellas, ser docente o estudiante del Máster en Bim management steering en la UPC School.

Lo que conversemos durante estas sesiones se grabará, de modo que el investigador pueda transcribir después las ideas que haya expresado.

Se guardará confidencialidad sobre mis datos personales y no será identificado cuando se den a conocer los resultados del estudio.

Tengo claro lo anteriormente expuesto, con autonomía para tomar la decisión doy la autorización para participar del estudio voluntariamente.

Nombre de quien responde al cuestionario:

Firma:

C.C. _____ de: _____

Fecha	28 SEPTIEMBRE 2018
Docente	ARCHICAD EDUCACIÓN
Estudiante	
Si trabaja: cargo externo del Máster	ARQUITECTO

Cualquier inquietud: Clara Inés Rodríguez-Ibarra, Correo: clrodriguez@ucatolica.edu.co

Dibujó:	Revisó:	Aprobó:
---------	---------	---------

Anexo 2

Observación de Prácticas significativas en el Máster en BIM Management Steering en la UPC School – (Fundación de la Universidad Politécnica de Cataluña)

OBJETIVO: inmersión en campo tras la obtención de datos que permitieran fundamentar la teoría a desarrollar en relación con la implementación del BIM desde el Pensamiento Reflexivo. Como propósito general estaba la comprensión del concepto BIM

ACCIÓN: Observación en aula, participación en las clases, diálogos o conversación informal con directivos, docentes y alumnos; explicaciones y presentaciones grupales y personalizadas de los directivos

CRITERIO DE SELECCIÓN Directivos, alumnos y docentes del Máster en BIM Management Steering de la UPC School- Cohorte del año 2018 Como buena práctica de posgrado que pueda contribuir en el pregrado-

A continuación, se anexa el informe de pasantía presentado el cual resume la observación, discusión, diario de campo, entrevistas, presentaciones. Así este informe y sus datos alimentaron y fueron fundamento de los capítulos relacionados con el BIM en el cuerpo del texto de la tesis. Para abrir el documento se debe hacer doble clic o pulsar dos veces sobre la siguiente imagen de portada:



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - DOCTORADO EN EDUCACIÓN



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DOCTORADO EN EDUCACIÓN**

INFORME DE PASANTIA

Línea de Investigación: Currículo y evaluación

Director (a) de Tesis USTA: Dr. Francisco Alonso Chica Cañas

Co-Director Internacional: Dr. Eloi Coloma Picó

Doctorando: Clara Inés Rodríguez Ibarra

Sede de la Pasantía: Coloma Armengol SCP (Empresa consultora especializada en procesos de innovación tecnológica en el sector de la construcción.

Estudio de caso: Máster en BIM Management Steering que se ejecuta en la UPC School.

Barcelona-España

Fecha:

Octubre de 2018

Se adjuntan algunas de las imágenes principales del informe:

Propósito 1: Conocer el programa del Máster y la aplicación de la metodología utilizada

OBJETIVOS

- Redactar proyectos de arquitectura, instalaciones, estructuras u obra civil.
- Desarrollar proyectos constructivos durante la fase de ejecución del proyecto.
- Emplear BIM durante la fase de operaciones y mantenimiento.
- Calcular el coste de ejecución del proyecto y planificar su construcción.
- Gestionar proyectos a través del BIM verificando el desempeño de los requisitos de un proyecto, analizando el contenido de los modelos que lo representan y organizando procesos de trabajo que permitan la coordinación multidisciplinaria.
- Interpretar los pliegos de licitación con cláusulas relativas al BIM para dimensionar correctamente los recursos necesarios para darlos respuesta.
- Entender la metodología BIM, saber aplicarla y poder transmitirla interiorizando sus principios metodológicos e ideológicos.
- Acceder a nuevos nichos de mercado exclusivos.

Figura 13 Objetivos Máster en BIM Management Steering – Fuente: tomado de su página web el 28-12-2018:

<https://www.talent.upc.edu/esp/professionals/presentacio/codi/206400/bim-management-steering-building-information-modeling-nuevos-modelos-negocio/>



Figura 14 Presentación Máster en BIM Management Steering – Programa

Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School

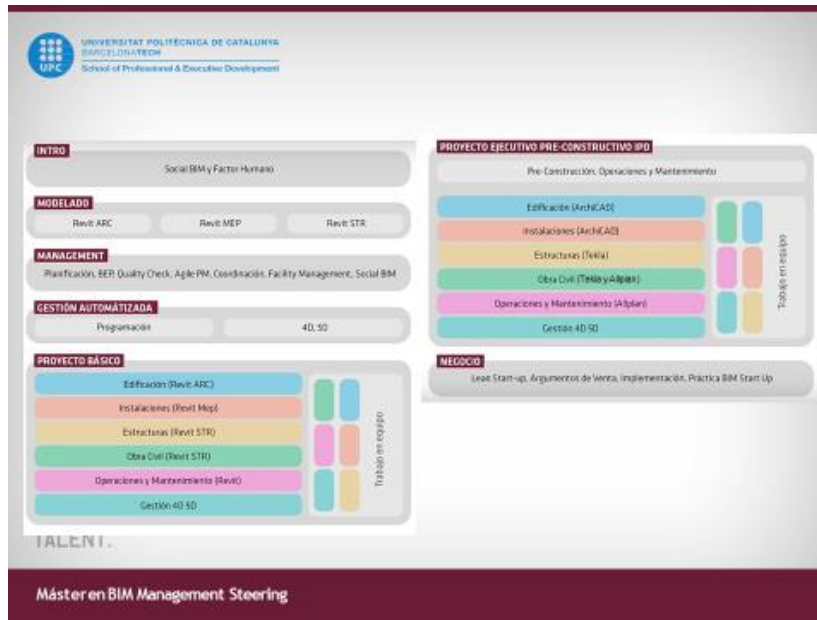


Figura 15 Presentación Máster en BIM Management Steering – Programa

Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School

Propósito 2: Conocer la metodología de aprendizaje y didácticas de las clases



Figura 10: Presentación Máster en BIM Management Steering – Metodología adecuada al fin a conseguir

Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School

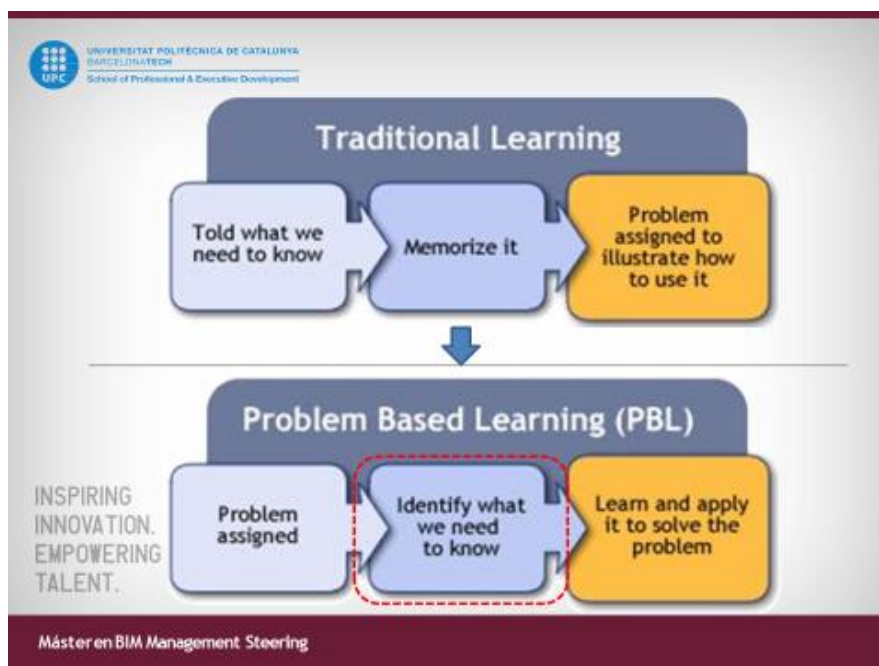


Figura 11: Presentación Máster en BIM Management Steering – comparación entre el aprendizaje tradicional y el ABP

Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School

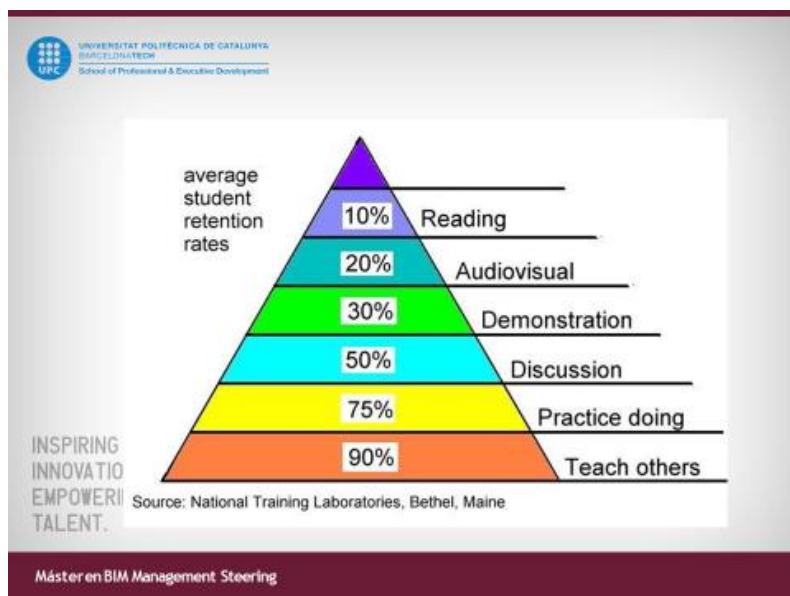


Figura 12 Presentación Máster en BIM Management Steering – porcentaje de retención del aprendizaje

Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School

Propósito 3: Observación clases invertidas



Figura 16 Presentación Máster en BIM Management Steering – El Máster en BIM retoma experiencias positivas de estrategias pedagógicas utilizadas en la universidad de Utrecht. Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School



Figura 17 Presentación Máster en BIM Management Steering – El Máster en BIM retoma experiencias positivas de estrategias pedagógicas utilizadas en otras universidades- Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School

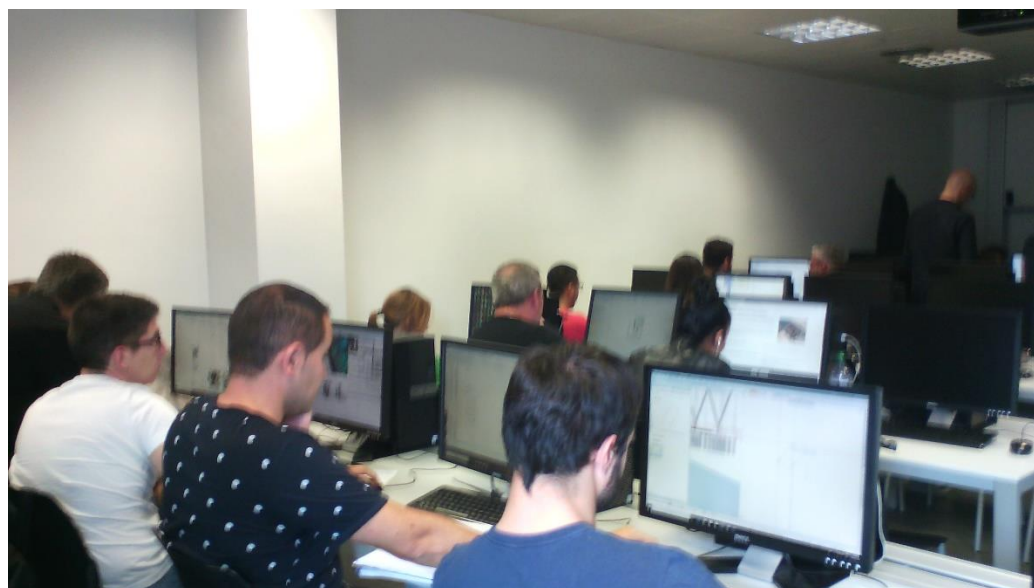


Figura 20 Observación Clases Invertidas Máster en BIM Management Steering

Fuente: Foto de Clara Inés Rodríguez Ibarra (2018)



Figura 21 Observación Clases Invertidas Máster en BIM Management Steering

Fuente: Foto de Clara Inés Rodríguez Ibarra (2018)



Figura 22 Observación Clases Invertidas Máster en BIM Management Steering

Fuente: Foto de Clara Inés Rodríguez Ibarra (2018)



Figura 23 Observación Clases Invertidas Máster en BIM Management Steering

Fuente: Foto de Clara Inés Rodríguez Ibarra (2018)

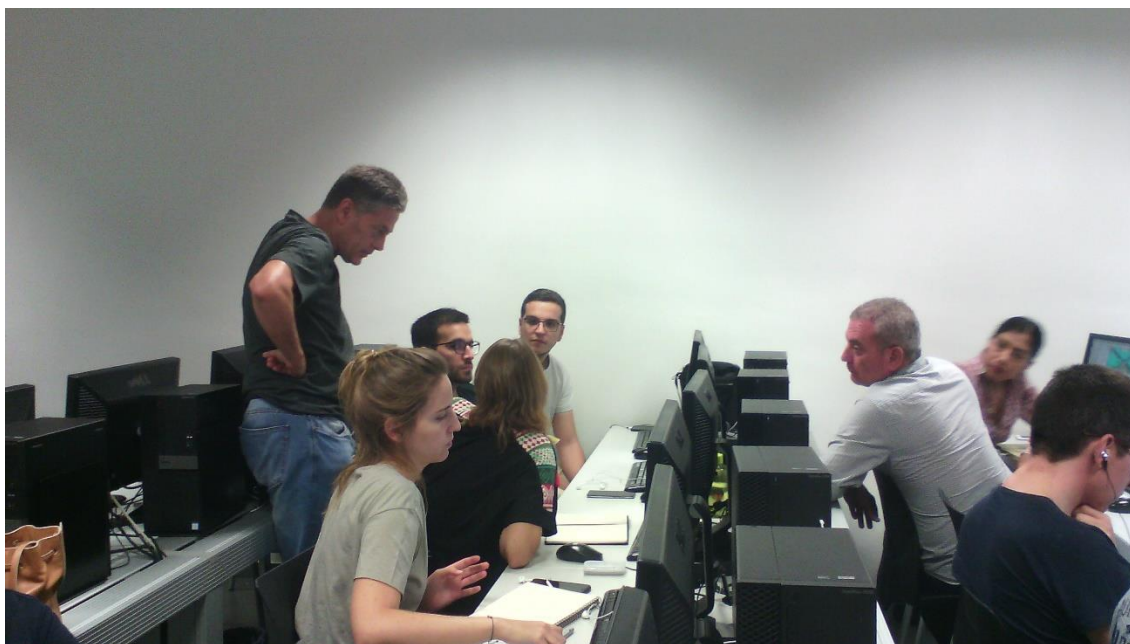


Figura 24 Observación Clases Invertidas Máster en BIM Management Steering

Fuente: Foto de Clara Inés Rodríguez Ibarra (2018)

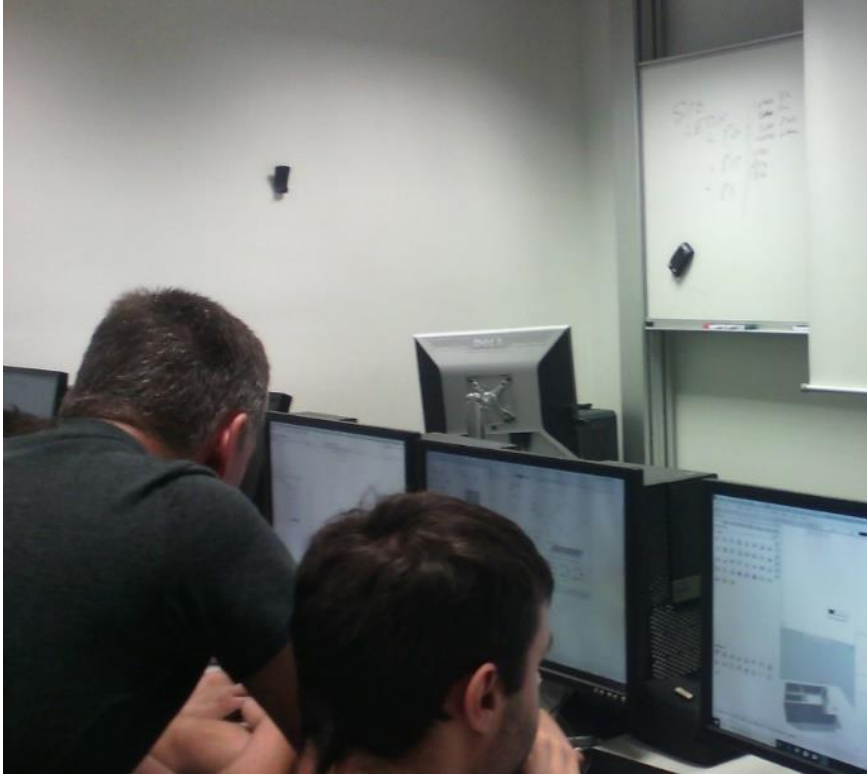


Figura 25 Observación Clases Invertidas Máster en BIM Management Steering

Fuente: Foto de Clara Inés Rodríguez Ibarra (2018)

Propósito 4: Observación clases Taller: Talleres IPD y Taller de BIM Start Up

Aplicación Práctica del IPD

1. Introducción

1.1. Objetivos de la práctica

- Emplear diferentes herramientas para resolver un proyecto de forma colaborativa y multidisciplinar.
- Poner en práctica protocolos de coordinación espacial y de datos.
- Poner en práctica técnicas de alineación de objetivos y de planificación colaborativa.
- Cumplir con los requerimientos de todos los agentes que participan en el ciclo de vida de este proyecto.
- Conformar equipos basados en el aprovechamiento del talento de sus miembros.
- Planificar la ejecución de un proyecto en BIM de tal forma que se optimice la toma de decisiones a fin de maximizar el valor obtenido minimizando el trabajo invertido en conseguirlo.
- Tomar decisiones que optimicen la explotación del producto final en fase de explotación.
- Usar herramientas BIM de modelado y gestión en el contexto de desarrollo de un proyecto.
- Usar el IFC para crear modelos de referencia y coordinación.
- Calcular el coste de la construcción y planificar su ejecución.
- Diferenciar entre Modelos de Diseño, de Construcción y de Operación y Mantenimiento.

1.2. Punto de partida

Se parte del supuesto de que la UPC School ha adquirido toda la manzana situada entre las calles Badajoz, Pujades, LLuï y Ciutat de Granada a fin de ampliar sus instalaciones. Se adjunta información urbanística de esta área en el link siguiente:

<http://bit.ly/2p6Kyoy>

Para asegurar su futura inversión inmobiliaria, se pide a los alumnos del máster lleven a cabo el mejor proyecto que sean capaces de plantear durante el periodo comprendido entre el **16 de Marzo al 1 de Septiembre** a fin de que pueda diseñarse su construcción del **21 de Octubre al 1 de Diciembre** mientras se preparan los modelos para ser usados durante la fase de Operación y Mantenimiento.

© Coloma+Armengol. Confidencial. No distribuir.

Para ello, se han formado **6** equipos de **6 a 7** miembros cada uno. Los miembros de estos equipos han recibido una formación instrumental inicial y continuarán recibiendo formación durante el desarrollo de los talleres.

1.3. Programa Funcional del Proyecto

El proyecto deberá responder al siguiente programa:

Figura 26 Presentación de la situación problema para la elaboración del proyecto grupal.

Fuente: Enunciado Talleres IPD Archivo de Coloma+Armengol (2018)

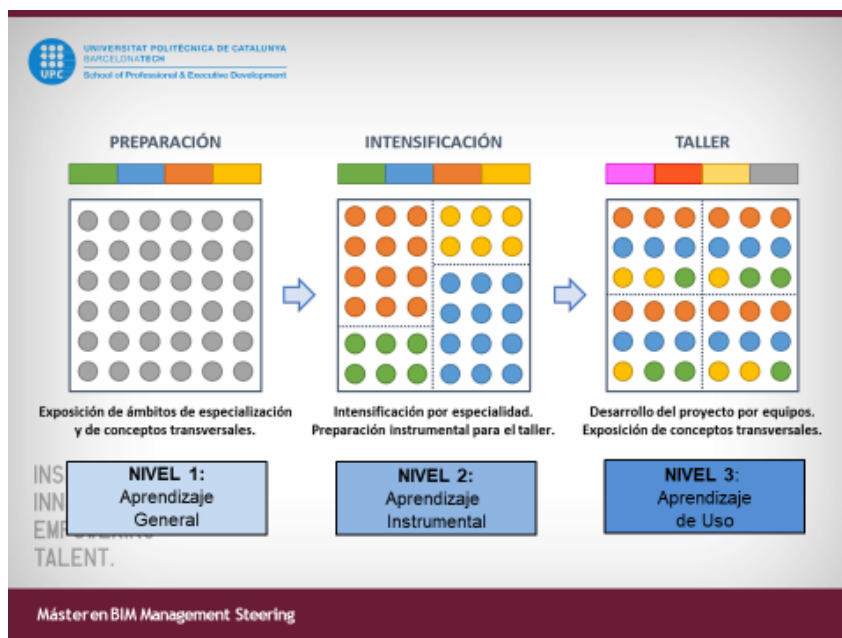


Figura 27 Presentación Máster en BIM Management Steering – Niveles de aprendizaje desde el conceptual, instrumental hasta el aplicado para la adquisición real de competencias

Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School

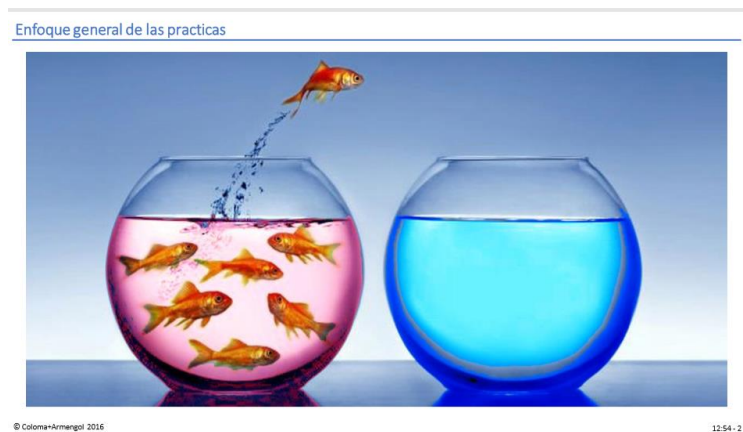


Figura 28 Práctica BIM-Star-Up – Enfoque general de las prácticas

Fuente: Archivo de Coloma + Armengol (2016).

Práctica BIM Stat-Up

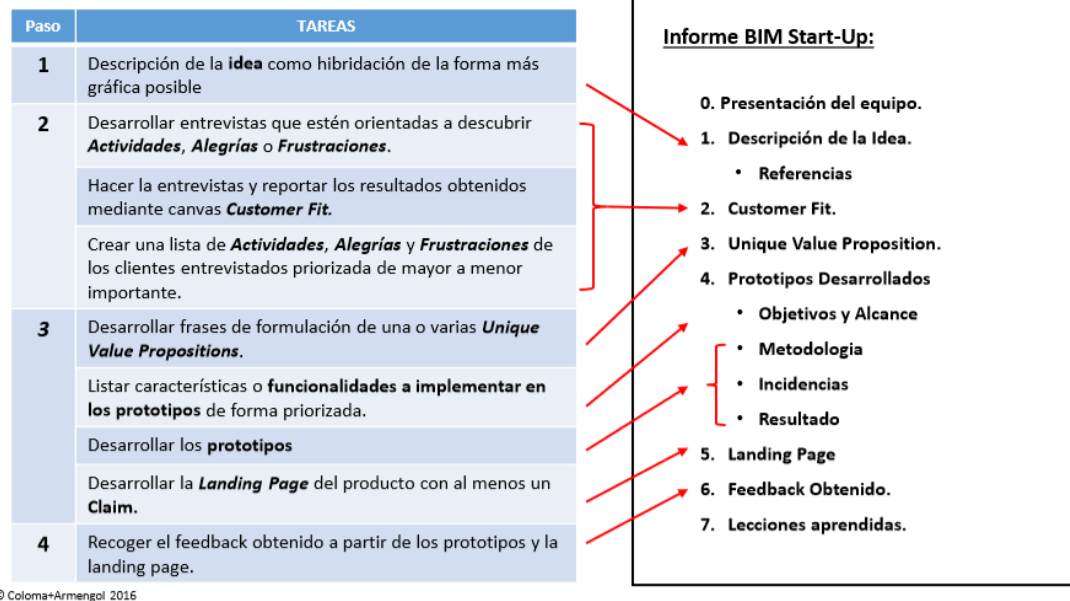


Figura 29 Práctica BIM-Star-Up – Enfoque general de las prácticas

Fuente: Archivo de Coloma + Armengol (2016).

Propósito 5: Conocer herramientas BIM: herramientas informáticas y herramientas de gestión de proyectos y gestión de equipos (parte humana del BIM).

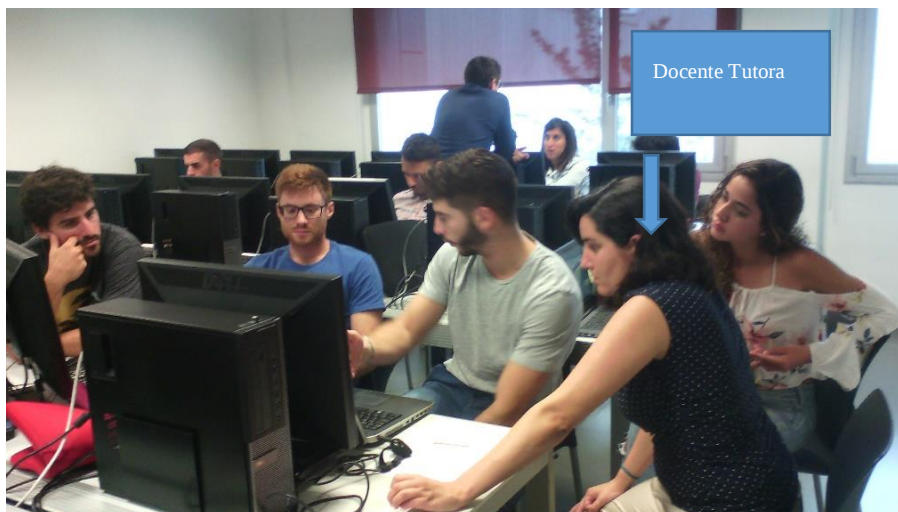


Figura 30 Observación Tutoría en herramientas informáticas con la profesora Cristina Ayats –Profesora de Last-Planner-planificación del proyecto en el Máster en BIM Management Steering

Fuente: Foto de Clara Inés Rodríguez Ibarra (2018)

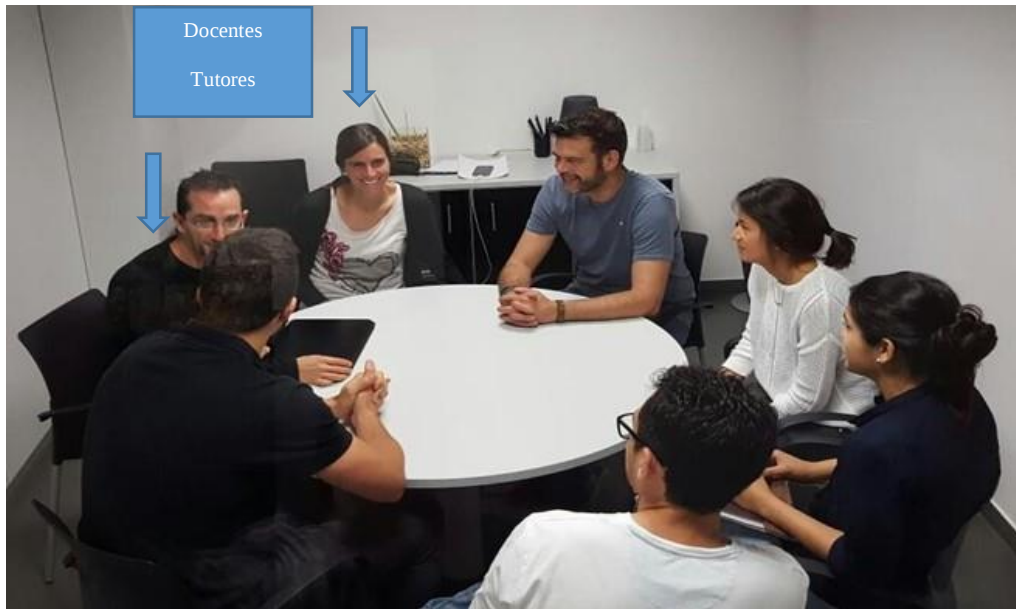


Figura 31 Tutorías en Herramientas de gestión de proyectos Máster en BIM Management Steering

Fuente: Coloma-Picó, Eloi (2018). Presentación en la UPC School

Anexo 3

Categorías-Conceptos-Definiciones Libro Cómo Pensamos de John Dewey

No.	Categoría-Concepto	Definición	Pág
1	Pensamiento Reflexivo	El tipo de pensamiento que consiste en darle vueltas a un tema en la cabeza y tomárselo en serio con todas sus consecuencias	20
		Lo que constituye el pensamiento reflexivo es el examen activo, persistente y cuidadoso de toda creencia o supuesta forma de conocimiento a la luz de los fundamentos que la sostienen y las conclusiones a las que tiende.	24
		Todo pensamiento reflexivo es un proceso de detección de relaciones; (...) un buen pensamiento reflexivo no se contenta con encontrar una relación cualquiera, sino que busca hasta que encuentra la relación más precisa que las condiciones permitan	90
		La función del pensamiento reflexivo es la de transformar una situación en la que se experimenta oscuridad , duda conflicto o algún tipo de perturbación , en una situación clara, coherente, estable y armoniosa.	111
	Pensamiento	Se define el pensamiento como la operación en la que los hechos presentes sugieren otros hechos o (verdades) de tal modo que induzcan a la creencia en lo que se sugiere sobre la base de la relación real entre las cosas mismas, relación entre lo que sugiere y lo sugerido.	27
		El pensamiento es la capacidad para comprender y relacionar entre sí las sugerencias específicas que las cosas plantean.	61
		La idea, el pensamiento es la posibilidad sugerida. (Ver definición de posibilidad sugerida)	25
	Término del pensamiento	Cada idea determina la siguiente como su resultado, cada fase es un paso de algo hacia algo. En lenguaje técnico es un <i>término</i> del pensamiento. Cada término deja un residuo que es utilizado en el término siguiente. La corriente o flujo se convierte en un tren o cadena.	20-21
	Creencia	Abarca todas las cuestiones acerca de las cuales no disponemos de un conocimiento seguro, pero en las que confiamos lo suficiente como para actuar de acuerdo con ellas, y también cuestiones que ahora aceptamos como indudablemente verdaderas, como conocimiento, pero que pueden ser cuestionadas en el futuro.	22
		Significa que una situación fáctica particular o una ley se aceptan o se rechazan, que se trata de algo que merece ser afirmado, o, al menos contar con nuestro consentimiento.	
		Las creencias deben superar el compromiso emotivo y exigir nuestra investigación para encontrar los fundamentos sobre los que se sostienen. (Compromiso intelectual y práctico).	23
	Posibilidad Sugerida	El hecho de pensar implica el de advertir o percibir, seguido de algo más que no se observa, pero que viene a la mente , sugerido por lo percibido	

	• Esta posibilidad sugerida es la idea, el pensamiento. Si se cree en ella como una auténtica posibilidad, estamos en presencia de la clase de pensamiento que se incluye en el ámbito del conocimiento y que requiere actividad reflexiva	25
Evidencia	• Consideramos la posibilidad y la naturaleza de la conexión entre el objeto percibido y el objeto sugerido- El frío puede <i>significar</i> lluvia. • La cosa percibida es considerada en cierto modo como el fundamento o la base de la creencia en la cosa sugerida; posee la cualidad de evidencia.	26
Problema (Problematizar)	• Todo aquello que asombra y desafía el espíritu hasta el punto de volver incierta la creencia. • Una incertidumbre, una sacudida, una interrupción que requiere explicación, identificación o ubicación. • No cabe duda de que toda experiencia de cambio repentino lleva implícita un problema o un interrogante. •	28
	• El pensamiento tiene su arranque en una situación que muy bien podría denominarse <i>bifurcación de caminos</i>, en una situación ambigua, que presenta un dilema, que propone alternativas. • La dificultad o la obstrucción del camino que conduce a una creencia y que nos impone una pausa	29
Acto de mirar (observar- percibir)	• Actividades destinadas a traer al conocimiento hechos que respondan al interrogante. • El acto de mirar tiene la finalidad de descubrir si la explicación sugerida se sostiene como válida. • La consecuencia de dicho acto es traer a la mente hechos que capaciten a una persona para alcanzar una conclusión basándose en la evidencia.	28
	• Si es un acto que se realiza de forma deliberada, con la intención de conseguir una base externa sobre la cual apoyar la creencia, ejemplifica de manera elemental la operación de caza, de busca, de investigación implícita en toda operación reflexiva.	28
Idea u objeto	• Un <i>objeto</i> es más que una simple <i>cosa</i>: es una <i>cosa</i> con una significación definida. • Compara una simple cosa con un objeto como comparar una cosa o acontecimiento tal como es <i>antes</i>, con lo que es <i>después</i> de haber logrado dominarlo intelectualmente.	36
Mentalidad Abierta (Actitud)	• Esta actitud puede definirse como carencia de prejuicios, de partidismo y de cualquier hábito que limite la mente y le impida considerar nuevos problemas y asumir nuevas ideas. • Es algo muy diferente a la mentalidad vacía (...)por el contrario incluye un deseo activo de escuchar a más de una parte, de acoger los hechos con independencia de su fuente, de prestar atención, sin remilgos, a las posibilidades alternativas; de reconocer la posibilidad de error incluso respecto de las creencias que apreciamos más.	45
Entusiasmo (Actitud)	• Actitud mostrada cuando alguien se interesa vigorosamente por algún objeto o alguna causa, se lanza a ello; y lo hace “de todo corazón” • El auténtico entusiasmo es una actitud que opera como una fuerza	46 47

	intelectual. Cuando una persona está absorta, el tema lo arrastra. Las preguntas se le ocurren espontáneamente, surge en ella un torrente de sugerencias, se insinúan y se realizan nuevas investigaciones y lecturas no genera un estado mental dividido.	
Responsabilidad (Actitud)	• Es una actitud necesaria para adquirir un apoyo adecuado para la búsqueda de nuevos puntos de vista e ideas y para el entusiasmo por el tema, así como la capacidad de absorción del mismo. • Ser intelectualmente responsable quiere decir considerar las consecuencias de un paso proyectado; significa tener la voluntad de adoptar esas consecuencias cuando se desprenden razonablemente de cualquier posición asumida previamente. La responsabilidad intelectual asegura la integridad, esto es, la coherencia y armonía en las creencias.	47
Curiosidad (Recurso Innato)	• Para el ser vivo sano hay algo de estremecedor en todo nuevo contacto, que no sólo se espera o se sufre pasivamente, sino que se busca con afán. No hay una única facultad llamada “curiosidad”, todo órgano sensorial normal y toda actividad motriz normal está siempre en actitud de alerta. Anhelan una oportunidad para entrar en actividad, y necesitan algún objeto sobre el cual actuar. La suma de todas estas tendencias constituye la curiosidad.	53
Sugerencia (Recurso Innato)	• En este sentido primitivo y espontáneo las ideas son <i>sugerencias</i>. Nada en la experiencia es absolutamente simple, singular, aislado. Todo lo que se experimenta nos viene acompañado de algún otro objeto, cualidad o acontecimiento. Un objeto ocupa el centro y es el más claro, pero gradualmente se transforma en otras cosas.	56
Orden (Recurso Innato)	• Secuencialidad, continuidad, “asociación de ideas” o cadena de sugerencias. Secuencia ordenada que conduce a una conclusión que contiene la fuerza intelectual de las ideas precedentes.	62
Fuerza intelectual	• Por fuerza intelectual debe entenderse la capacidad de conseguir que una idea sea digna de creer en ella de hacerla digna de <i>confianza</i>	62
Continuidad del pensamiento	• Continuidad quiere decir flexibilidad y variedad de materiales, juntos en la unidad y carácter definitivo de la orientación. • Cuando los factores de facilidad, fertilidad y profundidad están adecuadamente equilibrados o proporcionados se logra la consecuente continuidad del pensamiento.	62
Concentración	• Concentración no quiere decir inmovilidad, detención repentina ni parálisis del flujo de sugerencias, sino variedad y cambio de ideas, combinadas en una <i>única y constante corriente en dirección a una conclusión unificada</i>. Los pensamientos no se concentran porque permanezcan callados y en reposo, sino porque se mueven hacia un objetivo. • Fijar la mente en un tema se asemeja a mantener un barco en su ruta, pues implica un cambio constante de posición junto con cierta unidad de dirección. • El pensamiento coherente y ordenado es precisamente el logro de tal cambio dentro de una materia dada.	63
Continuidad del pensamiento	• Cuando los factores de facilidad, fertilidad y profundidad están adecuadamente equilibrados o proporcionados se logra la consecuente continuidad del pensamiento. • Continuidad quiere decir flexibilidad y variedad de materiales,	62

	juntos en la unidad y carácter definitivo de la orientación. Se opone tanto a una rutinaria uniformidad como el movimiento propio del saltamontes.	
Transferencia del adiestramiento del pensar	Se pregunta si la habilidad para pensar que se adquiere en una situación o propósito de un tema resultará igualmente eficaz en el caso de otro tema y otra situación:	79
	- Hoy se reconoce que los elementos comunes son la base de la denominada “transferencia”. Esto es, que el traslado de la habilidad y comprensión de una experiencia a otra depende de la existencia de elementos semejantes en ambas experiencias. - El pensamiento, es un proceso de <i>captura</i> de los elementos comunes <i>de un modo consciente</i>. - La primera respuesta a la objeción de que la construcción de un hábito general de pensamiento es imposible, es por tanto, que el pensamiento es precisamente el factor que hace posible la transferencia y permite tenerla bajo control.	80
Persona que actúa o habla lógicamente	- Hay orden y coherencia en cuanto dice y hace; los medios que utiliza están bien calculados para alcanzar el fin que se ha propuesto. - Lógicamente es sinónimo de racionalmente. - Aplicado al proceso de pensar el término “lógico” significa que el curso del pensamiento se conduce <i>reflexivamente</i>	89
Persona reflexiva	- Ser de verdad reflexivo es ser lógico. Las personas reflexivas son cautelosas, no impulsivas; miran a su alrededor; son circunspectas, (...) Sopesan, ponderan, deliberan. - Estos términos implican una cuidadosa comparación y equilibrio de evidencia y sugerencias, un proceso de evaluación de lo que tiene lugar en ellas a fin de decidir su fuerza y peso en relación con el problema dado. - Escudriña la materia; inspecciona, indaga, examina, no se limita a observar su valor superficial, sino que la pone a prueba para determinar si es lo que parece ser. - La persona lógica inspecciona para asegurarse de sus datos. - La persona reflexiva “ata cabos”. Reconoce, calcula, arriesga una explicación. - La persona reflexiva tiene <i>exactitud de relación</i>	90
La educación desde lo intelectual	En lo que concierne al aspecto intelectual, la educación consiste en la formación de hábitos de pensamiento vigilantes, cuidadosos y rigurosos.	91
	El verdadero problema de la educación intelectual es el de la transformación de las potencialidades naturales en capacidades probadas y experimentadas, esto es la transformación de la curiosidad más o menos casual y la sugerencia más o menos esporádica en actitudes de investigación atenta, prudente y rigurosa	96
Conocimiento	La información es una carga indigesta a menos que se la entienda. Es <i>conocimiento</i> sólo si se comprende el material que la constituye.	91
Comprensión	Por comprensión se entiende la captación de las diversas partes de la información adquirida en sus relaciones recíprocas, resultado que únicamente se logra cuando la adquisición va acompañada de una constante reflexión sobre el significado de lo que se estudia.	91-92

	• No implica sólo la mera memoria verbal o mecánica, es adquirir “memoria juiciosa”. Esta última aprehende las <i>conexiones</i> de lo que es retenido y recordado; en consecuencia, puede usar el material en situaciones nuevas; en las que la memoria verbal se encontraría completamente perdida.	
Lógico	• Tres significados diferentes: 1. En su sentido más amplio todo pensamiento que tienda a llegar a conclusiones que deban aceptarse y en las que haya que creer (aun cuando las operaciones reales sean ilógicas).	
Inferencia	• 2. Significa que lo que se demuestra • La <i>inferencia</i> constituye el corazón de toda acción inteligente. • Sin inferencia no hay pensamiento • En todos los casos de actividad reflexiva, una persona está ante una situación dada, actual, a partir de la cual tiene que llegar a concluir algo que no está presente. Este proceso de llegar a una idea de lo que está ausente sobre la base de lo que está a mano es la <i>inferencia</i>.	106
	• Toda inferencia implica un salto de lo conocido a lo desconocido	107
	• La verdadera inferencia se define ante todo como salto a una conclusión sugerida, y en segundo lugar como <i>comprobación</i> de la sugerencia para determinar su concordancia con las exigencias de la situación.	109
Prueba	• Probar es verificar • El control de la inferencia previa a la creencia, o en su nombre, constituye la <i>prueba</i>.	107
