



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“Capacidad colaborativa de estudiantes y profesionales capacitados bajo
la metodología BIM”**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

Autor:

Pinta Robalino, Héctor Cristian

Tutor:

Ing. Tito Castillo, PhD.

Riobamba, Ecuador. 2022

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Héctor Cristian Pinta Robalino** con cédula de ciudad: **060413622-6**, autor del trabajo de investigación titulado: **“CAPACIDAD COLABORATIVA DE ESTUDIANTES Y PROFESIONALES CAPACITADOS BAJO LA METODOLOGÍA BIM”**, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 05 de diciembre del 2022.



Héctor Cristian Pinta Robalino

C.I: 0604136226

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR

Yo, **Ing. Tito Castillo**, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: “**CAPACIDAD COLABORATIVA DE ESTUDIANTES Y PROFESIONALES CAPACITADOS BAJO LA METODOLOGÍA BIM**”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a los señores; **Héctor Cristian Pinta Robalino**, para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente;




PhD. Tito Castillo

Tutor de Tesis

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“CAPACIDAD COLABORATIVA DE ESTUDIANTES Y PROFESIONALES CAPACITADOS BAJO LA METODOLOGÍA BIM”**, presentado por: **Héctor Cristian Pinta Robalino** y dirigida por: Ing. Tito Oswaldo Castillo Campoverde. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Tito Castillo
Tutor del Proyecto



Firma

Ing. Alexis Andrade
Miembro del Tribunal



Firma

Ing. Carlos Saldaña
Miembro del Tribunal



Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **Héctor Cristian Pinta Robalino** con CC: **060413622-6**, estudiantes de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **CAPACIDAD COLABORATIVA DE ESTUDIANTES Y PROFESIONALES CAPACITADOS BAJO LA METODOLOGÍA BIM**", cumplen con el 0%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **OURIGINAL**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 05 de diciembre del 2022



Ing. Tito Castillo, Ph.D.
TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Para mi Padre del Cielo y a mi Madre la Virgen María Santísima Inmaculada, mis Padres, Hermanas y mi Madre Dolly.

Héctor Cristian Pinta Robalino

AGRADECIMIENTO

A mi Padre del Cielo y a la Intercesión de mi Madre la Virgen María Santísima Inmaculada, mis Padres, Hermanas y mi Madre Dolly.

Héctor Cristian Pinta Robalino

CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo General.....	16
1.2 Objetivos Específicos	16
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	26
3. Resultados y discusión	41
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
4.1. Conclusiones.....	71
• Limitaciones.....	71
• Futuras líneas de investigación	72
4.2. Recomendaciones	72
CAPITULO V. REFERENCIAS.....	73
ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de metodología de la investigación	26
Figura 2. Gráfico de Líneas de la evolución de respuestas diarias.....	40
Figura 3. Años de experiencia en la participación de proyectos de construcción bajo la metodología de trabajo colaborativo de profesionales encuestados	45
Figura 4. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes pregunta 6 ¿Qué le motivó para capacitarse en la metodología BIM?	46
Figura 5. Diagrama de barras de respuestas de profesionales pregunta 6 ¿Qué le motivó para capacitarse en la metodología BIM?.....	47
Figura 6. Diagrama de cajas de respuestas de estudiantes y profesionales 7.....	47
Figura 7. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes 8. En función al aprendizaje de BIM y conocimiento adquirido, ¿en qué nivel de trabajo colaborativo cree que se encuentra?.....	48
Figura 8. Diagrama de barras de respuestas de profesionales 8. En función al aprendizaje de BIM y conocimiento adquirido, ¿en qué nivel de trabajo colaborativo cree que se encuentra?.....	49
Figura 9. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes 9. Dentro de los siguientes niveles BIM, ¿hasta cuál cree usted que se desarrolló dentro de las capacitaciones recibidas sobre la metodología BIM?	50
Figura 10. Diagrama de barras de respuestas de profesionales 9. Dentro de los siguientes niveles BIM, ¿hasta cuál cree usted que se desarrolló dentro de las capacitaciones recibidas sobre la metodología BIM?	50
Figura 11. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes 10. ¿Qué contenidos revisó en la capacitación recibida de la metodología BIM?	51
Figura 12. Diagrama de barras de respuestas de profesionales 10. ¿Qué contenidos revisó en la capacitación recibida de la metodología BIM?.....	51
Figura 13. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes 11. ¿Cuáles de los siguientes softwares utilizó en la capacitación recibida de la metodología BIM?	52
Figura 14. Diagrama de barras de respuestas de profesionales 11. ¿Cuáles de los siguientes softwares utilizó en la capacitación recibida de la metodología BIM?	52
Figura 15. Diagrama de cajas de respuestas de estudiantes 12. ¿Cuál de los siguientes enfoques se priorizó en las capacitaciones BIM recibidas en Ecuador?	53

Figura 16. Diagrama de cajas de respuestas de profesionales 12. ¿Cuál de los siguientes enfoques se priorizó en las capacitaciones BIM recibidas en Ecuador?	54
Figura 17. Diagrama de cajas de respuestas de estudiantes 13. Al desarrollar un trabajo colaborativo, ¿qué tan importante es para usted estas tres actitudes?	54
Figura 18. Diagrama de cajas de respuestas de profesionales 13. Al desarrollar un trabajo colaborativo, ¿qué tan importante es para usted estas tres actitudes?	55
Figura 19. Diagrama de cajas de respuestas de profesionales 14. ¿Qué nivel de desarrollo logró mediante la capacitación BIM en las siguientes habilidades?	56
Figura 20. Diagrama de radar dimensión querer por género expresado en porcentaje, correspondiente a estudiantes (a) y profesionales (b).....	57
Figura 21. Diagrama de radar dimensión querer por edad expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	57
Figura 22. Diagrama de radar dimensión querer por Profesión expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	58
Figura 23. Diagrama de radar dimensión querer por nivel de estudios expresado en porcentaje de profesionales respondientes	59
Figura 24. Diagrama de radar dimensión poder por género expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	59
Figura 25. Diagrama de radar dimensión poder por edad expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	60
Figura 26. Diagrama de radar dimensión poder por profesión expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	61
Figura 27. Diagrama de radar dimensión poder por nivel de estudios expresado en porcentaje de profesionales respondientes	61
Figura 28. Diagrama de radar dimensión saber por género expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	62
Figura 29. Diagrama de radar dimensión saber por edad expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	63
Figura 30. Diagrama de radar dimensión saber por profesión expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	63
Figura 31. Diagrama de radar dimensión saber por nivel de estudios expresado en porcentaje de profesionales respondientes	64
Figura 32. Diagrama de radar dimensiones querer, poder, saber por género de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes.....	65

Figura 33. Diagrama de radar dimensiones querer, poder, saber por profesión de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes	66
Figura 34. Diagrama de radar, dimensiones querer, poder, saber por edad de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes.....	66
Figura 35. Diagrama de radar, dimensiones querer, poder, saber por nivel de estudio de profesionales respondientes	67
Figura 36. Diagrama de radar dimensiones querer, poder, saber por estudiantes y profesionales respondientes	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de contenido: factores, preguntas con justificación bibliográfica	27
Tabla 2. Resumen: Dimensiones, factores, tipo de escala y preguntas de la encuesta.....	33
Tabla 3. Listado de Instituciones de Educación Superior.....	42
Tabla 4. Listado de Instituciones de Educación Superior con maestrías entorno a BIM ...	42
Tabla 5 Listado de instituciones capacitadoras con temáticas BIM en el Ecuador	42
Tabla 6 Características personales de: Género, Edad y Perfil académico: Profesión de los estudiantes	43
Tabla 7 Características personales: Género, Edad y Perfil académico: Profesión, Nivel de estudios de los profesionales	44

RESUMEN

La constante capacitación de profesionales en el mundo laboral actual se ha convertido en una necesidad debido a la constante innovación de procesos de construcción, como la aparición de nuevas tecnologías y herramientas digitales.

Este es el caso de la industria de la AEC, donde la metodología BIM ha revolucionado la forma de desarrollar un proyecto de construcción, por ello ingenieros y arquitectos se encuentran actualizando sus conocimientos mediante cursos y capacitaciones impartidas por entidades públicas y privadas.

En efecto, es necesario conocer si estos conocimientos, actitudes y habilidades adquiridas, están al nivel de lo que se requiere para una correcta y exitosa incursión en BIM.

Es por ello que la presente investigación busca conocer el estado de la capacidad colaborativa de estudiantes y profesionales desarrollada posteriormente al haber cursado una capacitación o curso con enfoque en temática BIM. Esto se llevó a cabo mediante la aplicación de una encuesta estructurada en las dimensiones querer, poder y saber. La misma que tuvo un alcance de 207 respuestas entre estudiantes y profesionales de ingeniería civil y arquitectura capacitados bajo la metodología BIM. Los resultados obtenidos nos muestran el enfoque que están tomando los cursos y capacitadoras en el Ecuador, además de identificar la influencia que tienen los mismos en el desarrollo de la capacidad colaborativa.

Palabras clave: capacitación, capacidad colaborativa, metodología BIM, estudiantes, profesionales, AEC

ABSTRACT

The constant training of professionals in today's working world has become a necessity due to the uninterrupted innovation of construction processes, such as the appearance of new technologies and digital tools.

This is the case of the AEC industry, where the BIM methodology has revolutionized the way of developing a construction project, therefore engineers and architects are updating their knowledge through courses and training provided by public and private entities.

In fact, it is necessary to know if these acquired knowledge, attitudes and skills are at the level of what is required for a correct and successful incursion into BIM.

That is why this research seeks to know the state of the collaborative capacity of students and professionals developed after having taken a training or course focused on BIM. This was carried out through the application of a structured survey in the dimensions of wanting, being able and knowing. The survey had a scope of 207 responses among students and professionals of civil engineering and architecture trained under the BIM methodology. The results obtained show us the approach being taken by courses and trainers in Ecuador, in addition to identifying the influence they have on the development of collaborative capacity.

Keywords: training, collaborative capacity, BIM methodology, students, professionals, AEC.



Financiación:
SANDRA
LILIANA
ABARCA GARCIA

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La incursión de la metodología BIM se hace indispensable en el país. Por lo tanto, implementar correctamente BIM representa desde la perspectiva del BIM Forum Chile (2017), una serie de efectos beneficiosos en muchas aristas según el nivel de experiencia que se alcance, el nivel de compromiso de todos los actores y el proyecto a ejecutar.

La implementación BIM exige a los profesionales el trabajo colaborativo entre los agentes involucrados para optimizar el desarrollo de proyectos (Herrera, Vielma, & Muñoz, 2017). Hablar de trabajo colaborativo consiste en el desarrollo de un proyecto de edificación donde todos los actores involucrados se enfocan en obtener beneficios compartidos de las tareas que se realizan durante el ciclo de vida. Esto apunta a que la generación de información sea coordinada independiente del proceso o la forma de contrato. Para lograr el trabajo colaborativo es necesario que los distintos actores del proyecto generen información utilizando procesos estandarizados y métodos de comunicación establecidos que garanticen la calidad (Planbim, 2019). Es así que los profesionales deben conocer las tecnologías de la información y poseer prácticas de colaboración apropiadas (Zhao, 2015).

En nuestro país se desconoce la situación de capacidad colaborativa en estudiantes y profesionales de ingeniería civil y arquitectura, capacitados en cursos de metodología BIM, al igual de los contenidos que proveen los cursos de formación de metodología BIM, impartidas por universidades y cursos privados.

Por ende, es importante conocer el nivel de colaboración que cada miembro entrega al proyecto, pero existe un vacío en la industria de arquitectura, ingeniería y construcción de prácticas colaborativas en proyectos con el uso de la metodología BIM (Guaranga y Pinta 2021).

Una las causas podría ser la capacitación inadecuada de la metodología BIM en el país, ya que en los centros de formación privados y universidades ofertan BIM sin capacidades colaborativas.

La aparición de capacitadores sin un rumbo correcto y con un mal enfoque de la enseñanza de la metodología BIM nos está dejando muy lejos de poder redefinir a un sector productivo tan importante como es la AEC (Valverde & Garrido, 2016). Por todo lo mencionado y descrito es de gran importancia el conocer si los cursos, capacitaciones y mallas curriculares impartidas en la actualidad en el país están siendo efectivas al momento de preparar profesionales con capacidades colaborativas para integrarse de manera satisfactoria a proyectos BIM o en su efecto sean agentes participativos de la incursión de BIM en el país.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar si los estudiantes y profesionales de ingeniería civil y arquitectura, capacitados en cursos con metodología BIM, cuentan con capacidades colaborativas en proyectos BIM.

1.2 Objetivos Específicos

- Conocer el enfoque y contenidos que se provee en cursos de formación de la metodología BIM.
- Identificar las mínimas capacidades colaborativas de estudiantes y profesionales, para la correcta práctica de trabajo colaborativo en proyectos BIM.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

En el mundo laboral actual, un servicio o trabajo de calidad y que cumpla con las necesidades de los clientes ha dejado de ser una ventaja competitiva, por el hecho de existir una gran oferta de profesionales. En efecto el concepto de capacitarse de manera simultánea ha venido tomando fuerza al pasar de los años, enfocándose no solamente en los avances tecnológicos, sino también en las nuevas necesidades de las empresas de tener personal con nuevas habilidades, actitudes y conocimientos (Parra & Rodriguez, 2016).

La industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) no es un punto aparte, puesto que en la actualidad la incursión de la metodología de trabajo BIM, demanda de nuevos perfiles profesionales con conocimiento de recursos y requerimientos necesarios para colaborar y co-diseñar de manera eficiente y eficaz con todos los agentes participantes (Zaragoza & Morea, 2015), además la American Society of Civil Engineers (2010) indica que el nuevo perfil profesional del ingeniero civil 2025 es colaborar en equipos tradicionales y virtuales de naturaleza intradisciplinar, interdisciplinar y multidisciplinar.

Sin embargo, la falta de especialistas y profesionales con competencias BIM, el desconocimiento del tema y sobre todo la falta de capacitación son los principales impedimentos para una correcta implementación de la metodología BIM (Briones & Soto, 2017).

Por esta razón se observan acciones orientadas para implementar BIM, principalmente por parte de asociaciones y cámaras profesionales, fabricantes y vendedores de softwares y profesionales independientes los cuales ofertan diversos cursos asegurando a los usuarios que los están capacitando para trabajar bajo la metodología BIM (Lacaze, 2021).

En Ecuador, al realizar una revisión en las principales empresas capacitadoras se ha encontrado que la Cámara de la Industria de la Construcción ofrece un Diplomado Internacional BIM, destinado a profesionales ingenieros civiles y arquitectos. La temática que abarca incluye conceptos básicos y dan énfasis al desarrollo y aplicación de softwares como Etabs, Autodesk Revit, Microsoft Excel, Microsoft Project y Autodesk Navisworks Manage (CAMICON, 2021).

La empresa capacitadora Arkadis del Ecuador, desarrolla dos cursos acerca de la metodología BIM, el primero se centra en el software Autodesk Revit y el segundo promete una especialización BIM Management con conocimientos en las siete dimensiones de BIM (Arkadis, 2022). Sin embargo, en ninguna de las dos descripciones se menciona temática acerca del trabajo colaborativo o pretenden desarrollar dicha capacidad.

Dentro de lo que oferta la empresa Graphisoft, se está promocionando un Diplomado BIM Management, en la descripción del curso es enfatiza que no se trata de una formación enfocada a la utilización de software, sino en la adquisición de competencias de documentación, de modelado y, sobre todo, de colaboración extrema de manera interna y externa para así consolidar un proyecto OPEN BIM que será compartido al final de la capacitación (GRAPHISOFT, 2021).

Por otro lado, al menos el 7.7% de las instituciones de educación superior a nivel de Latinoamérica están implementando de manera progresiva la metodología BIM mediante sus ofertas académicas, cursos y capacitaciones (Lacaze, 2021). En este aspecto, en las universidades del Ecuador, existe gran difusión de herramientas computacionales como AutoCAD, Microstation, Sap2000, Etabs, Revit, ArchiCAD, Allplan, Tekla Structure, CypeCAD. Las mismas herramientas que hoy en día pueden ser utilizadas con gran facilidad en ciertas etapas de un proyecto BIM. Sin embargo, la falta de una buena y continua capacitación, acompañada de un enfoque hacia el desarrollo de capacidades colaborativas han provocado que no se obtenga el máximo provecho (Maya, 2018).

De acuerdo a la información recolectada respecto a universidades del Ecuador, la Escuela Superior politécnica del Litoral ha realizado capacitaciones introductorias a la metodología BIM, pero manteniendo un enfoque al uso de software Autodesk Revit (ESPOL, 2020). La Universidad Tecnológica Equinoccial, de igual manera ha fomentado mediante conferencias en la facultad de arquitectura y urbanismo una reseña sobre lo que trata BIM, pero se mantiene el enfoque hacia el uso de software en este caso ARCHICAD en un uso avanzado como herramienta base para trabajo bajo la metodología BIM (UTE, 2020). Otra de las universidades que se encuentran realizando acciones para difundir el concepto de la metodología BIM es la Universidad de las Américas, mediante la presentación de conferencias en colaboración de empresas privadas (ARKADIS), indicando

que esta metodología es el presente y futuro para la carrera de arquitectura, además aseguran que dentro de su plan de estudios ya se imparte REVIT y BIM en la escuela de Arquitectura Interior (UDLA, 2018).

En este aspecto, al hablar de la formación de los futuros profesionales de la industria AEC en el Ecuador, solo la Universidad Internacional San Estanislao de Kostka (UISEK) posee una Maestría en Gerencia de Proyectos BIM (UISEK, 2022), la cual llama mucho la atención, puesto que en su descripción se acerca bastante hacia el verdadero concepto de BIM y lo esencial que se debe impartir para formar profesionales con capacidades y conocimientos actualizados para desempeñarse de manera satisfactoria en proyectos bajo la metodología BIM.

Por otra parte, son pocas las universidades que ofertan maestrías con temáticas BIM, como ejemplo tenemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, la Universidad de las Fuerzas Armadas y por último a la Universidad Espíritu Santo, quienes si bien es cierto el nombre de sus maestrías no indican la palabra BIM, más bien se enfocan a la gestión y administración de proyectos de construcción, pero abarcando dentro de sus mallas curriculares contenidos y enseñanzas sobre esta metodología de trabajo.

A pesar de todo lo expuesto anteriormente es importante recalcar que en el Ecuador no existe ninguna normativa, legislación o protocolo para la aplicación de BIM (Andrade, 2020), por lo que los cursos y capacitaciones impartidas en el país no podrían estar tomando el rumbo correcto para un desenvolvimiento favorable del profesional en torno al trabajo colaborativo. Lo cual se lograría al fusionar la capacidad colaborativa y el manejo correcto de las herramientas y softwares enfocados hacia BIM (Guaranga & Pinta, 2021).

Es así que el trabajo colaborativo toma protagonismo como factor fundamental para una correcta implementación de la metodología BIM en los proyectos relacionados a la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción, pues permite la colaboración simultánea entre profesionales en comparación con los flujos de trabajo tradicionales (generación, análisis de información, etc.) y mejora e integra las tareas separadas como estimación, programación y coordinación del proyecto (Becerik-Gerber et al., 2012). Por ende, es importante conocer el nivel de colaboración que cada miembro entrega al proyecto pues garantiza la optimización en el intercambio de información y en la comunicación (Adamu et al., 2015).

Para medir la capacidad colaborativa en estudiantes y profesionales se considerará a la colaboración como una competencia y esta se alcanza o cumple al aplicar adecuadamente las dimensiones querer, poder y saber (Blas, 2007; Campón, 2004). Esto corresponde a mantener una motivación adecuada y satisfacción en el trabajo (querer), disponer de una administración eficiente y efectiva (poder) y saber cómo hacerlo a través de la capacitación y entrenamiento (saber) (Serpell, 2002). Partiendo de lo mencionado, acerca de las tres dimensiones lo relacionaremos con la capacidad colaborativa en BIM, teniendo como resultado que el querer contempla las motivaciones para trabajar colaborativamente, mientras que el poder corresponde al ambiente e instalaciones necesarias para desarrollar un trabajo colaborativo, y, por último, el saber incluye tres tipos de saberes, el saber en conocimiento que es acerca de roles BIM y manejo de softwares, el saber estar que consiste en las actitudes necesarias para trabajar en equipo y el saber hacer que abarca las habilidades blandas requeridas para trabajar colaborativamente (Guaranga & Pinta, 2021).

En la dimensión querer, la producción individual y la producción de un equipo depende directamente del nivel de motivación que tengan los participantes del proyecto (Rojas & Aramvareekul, 2003). Entonces es necesario indicar cuales son los factores motivacionales que poseen estudiantes y profesionales para participar en un trabajo colaborativo y por ende para capacitarse bajo la metodología BIM. Dentro de los factores principales para motivar a ingenieros, arquitectos y estudiantes se encuentra al crecimiento en conocimientos y habilidades, el reconocimiento por la tarea realizada y los trabajos desafiantes (Asad & Dainty, 2005). Sin embargo, los factores, mejora de calidad del proyecto, ahorrar tiempo, y detectar interferencias, limitar errores y omisiones en los proyectos, son importantes para evaluar la motivación, ya que son los únicos factores encontrados que motivan al personal (AECO) para incorporarse en un proyecto BIM (Bimobject Corporate HQ, 2020). En base a esto se puede determinar los factores que motivan a participar en un trabajo colaborativo.

Ahora bien, la dimensión poder consiste en tener una administración eficiente y efectiva (Serpell, 2002) la cual debe ofrecer el entorno laboral propicio para que el personal logre el cumplimiento de metas y objetivos (Galicia et al., 2017). Existen dos principales campos de análisis como son la Gestión de reuniones colaborativas y los entornos colaborativos (Guaranga & Pinta, 2021). El primero nos indicará si los involucrados han aprendido a definir estrategias y objetivos, evaluado resultados, comparado alternativas, tomado

decisiones de diseño, si han establecido prioridades, planificado procesos y entregables, establecido metodologías de trabajo, resuelto incidencias del equipo y coordinado al equipo.

Además, se contempla en este aspecto que el estudiante o profesional debe haber aprendido a generar agendas, acta de compromisos, acta de asistencia, convocatorias, dirigir la reunión, generar ambiente de planificación colaborativa (Esbim, 2018). En relación a los entornos colaborativos se refiere a la experiencia que se tiene en trabajar en espacios colaborativos que ofrecen participación de diferentes disciplinas, aportación activa en la toma de decisiones, infraestructura tecnológica adecuada (pizarrones inteligentes, proyectores, equipo de cómputo, conexión a la red, etc.), espacios abiertos en la pared (mostrar planos, tableros de control, programación Gantt) además conocer si han trabajado de manera colaborativa en línea (uso de comunicación por internet) con plataformas como Moodle, Adobe Connect, Google Doc, Elluminate, Wiki, Google Drive (Erdogan, Anumba, Bouchlaghem, & Nielsen, 2014).

Dentro de los entornos colaborativos se debe verificar el nivel de colaboración que están demostrando los involucrados en un proyecto BIM, pues se puede obtener una colaboración nula o aislamiento donde no existe una colaboración con otros profesionales, seguido de la colaboración emergente que solo ocurre eventualmente y no es de forma natural. También se puede tener una colaboración irregular o balcanizada, donde grupos que no interactúan entre sí, lo hacen tan solo en momentos específicos, posterior tenemos a la colaboración sostenida y regular donde ya se observan actividades coordinadas y colaborativas entre estudiantes, equipos y profesionales, pasando al siguiente nivel donde la colaboración forma parte de una cultura colegiada, es decir se lo realiza de manera natural y cotidiana, y como máximo nivel de colaboración representada por la relación simbiótica la cual ya existe una necesidad común de trabajar en conjunto donde se comparten aprendizajes profesionales y personales además de variedad de experiencias y experticias (LideresEducativos, 2018).

Una vez analizado los niveles de colaboración que pudiera existir o haber desarrollado a lo largo de su formación, capacitación o experiencia laboral, deberíamos identificar a que nivel BIM estamos realizando nuestro trabajo, mediante una sencilla escala creada por Reino Unido. El Nivel 0, es descrita como la ausencia de colaboración manteniendo la metodología de impresión a papel y desarrollo de modelos 2D CAD como base para la generación de información del proyecto. En el Nivel 1 el trabajo es desarrollado en 2D y 3D y compartido

mediante el uso de la nube, sin tomar en cuenta si el formato utilizado o extensión del archivo será compartible para el resto de involucrados. Pasando al Nivel 2 se hace presente el flujo de trabajo colaborativo, en base al manejo de información en un mismo formato común para todos los participantes del proyecto y exclusivamente en modelos 3D. Finalmente tenemos al Nivel 3 donde todos los participantes del proyecto pueden trabajar, acceder y modificar un único modelo por medio de una plataforma colaborativa, eliminando los conflictos de información (ArquiParados, 2022).

Para el caso de la dimensión saber incluye cuatro tipos de saberes, saber en conocimientos, saber hacer (habilidades), saber estar (actitudes) y saber ser (rasgos de personalidad) (Véliz, 2016). En la presente investigación solo se tratará los tres primeros saberes para determinar la capacidad colaborativa de estudiantes y profesionales. El saber ser no se le ha incluido pues la personalidad en el ámbito social es el resultado de un sinnúmero de características pertenecientes a la base social en la que se encuentra inmersa la persona, pues todo lo que ocurre en el contexto puede afectarla o beneficiarla, lo que dificulta medir el constructo de personalidad (Montaño et al., 2009).

Para el saber estar consiste en las actitudes necesarias para trabajar colaborativamente. Net-UBIEP (2018), establece a las actitudes como condiciones previas de las características del equipo de colaboración en BIM. Considerando la confianza como la actitud determinante más importante, junto con el respeto mutuo y el entendimiento común que establecen los miembros apropiados del equipo. Para que exista una conversación eficaz es necesario un clima de confianza que promueva compartir las inquietudes y pensamientos (Pérez de Maldonado et al., 2009), respetando las contribuciones individuales de los miembros del grupo (Maldonado, 2007), llegando al entendimiento común mediante la comunicación coherente de la información (NET-UBIEP, 2018).

Es así que basándonos en la bibliografía encontrada se evaluará si en las capacitaciones se promueve y desarrolla la confianza, respeto mutuo y entendimiento común, como actitudes para trabajar colaborativamente.

Ahora bien, el saber en conocimientos incluye el manejo de varias herramientas tecnológicas que se usan en las distintas etapas de un proyecto BIM. Es así que, en un estudio desarrollado por la Corporación de Fomento de la Producción (2016), presenta un

diagnóstico de la situación actual de formación de capital humano en BIM en Chile, en el cual se indica que las herramientas más utilizadas en desarrollo de proyectos BIM son Autodesk Revit, seguido de Autodesk Navisworks, Graphisoft ArchiCAD y Design Review. Además, Almonacid, Navarro & Rodas (2015), añaden a Nemetschek Allplan, AutoCAD y Bentley Architecture como herramientas BIM más aplicadas a nivel internacional.

Por su parte Mohsen & Issa (2012), a través de un estudio realizado para investigar la aplicación de BIM en los programas existentes de arquitectura, ingeniería civil, diseño estructural y construcción en los Estados Unidos, indican a Revit y Architecture como softwares más utilizados en programas académicos que implementa cursos orientados en BIM. Igualmente, Cerón & Liévano (2017), señalan a Revit como uno de los programas más importante de la industria BIM, añadiendo a AllPlan y ArchiCAD. También, Coloma (2008), presenta la comparativa entre las herramientas BIM más vendidas: AutoCAD, Revit, ArchiCAD, AllPlan y Architecture. Acorde a la revisión bibliográfica realizada se tiene a Revit, ArchiCAD, AllPlan y Architecture como los softwares más empleados en proyectos BIM los cuales permiten mejorar la colaboración e interacción entre los diferentes actores. En base al gran uso e importancia de los softwares, estos deben ser evaluados en estudiantes y profesionales acerca del nivel de dominio de los mismos.

Continuando con el saber en conocimientos, cabe indicar que BIM demanda una capacitación constante puesto que abarca mucha información y conocimiento. Algunos centros de capacitación concuerdan en los temas a tratar dentro de una formación o capacitación entorno a BIM. Una introducción a la metodología BIM comúnmente es el punto inicial, después tenemos a la formalización de Modelos BIM: Autodesk Revit, seguido de la Organización y Gestión de Recursos Aplicado al BIM, la Gestión Comercial, las Habilidades de Comunicación Técnico-Cliente, la Medición y Contabilización del Proyecto BIM, el Impacto Energético y Económico del Proyecto BIM y finalmente la Gestión del Proyecto con NavisWorks (UNIR, 2022).

Cabe recalcar que los contenidos siempre estarán ligados hacia el enfoque que la entidad capacitadora quiera darle al curso, puesto que, al pasar los años, el concepto de BIM ha ido evolucionando con la aparición de nuevas aplicaciones y diversos usos. Por esta razón muchas de las veces BIM ha sido catalogado tan solo como el uso de softwares como Revit, AutoCAD, Microsoft Project, etc. Al pasar el tiempo, se identificó la necesidad de realizar

un trabajo de manera colaborativa para un correcto desarrollo de proyectos BIM. Hoy por hoy se entiende que BIM es capaz de englobar siete dimensiones (1D concepto, 2D Vectorización del Boceto, 3D Modelado, 4D Planificación, 5D Costes, 6D Sostenibilidad Energética, 7D Seguimiento/ Mantenimiento). Aun así, parece ser que en algunos países se mantiene el concepto que BIM se trata del desarrollo de modelos 3D tan solo para su visualización (Sánchez, Higuera, Ramírez, Nope, & Soto, 2020).

En lo que respecta al saber hacer abarca las habilidades blandas requeridas para el trabajo colaborativo. Es así que Vera (2016), ha identificado a la comunicación efectiva, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo, el aprendizaje permanente, el emprendimiento y liderazgo como las siete habilidades blandas más representativas. Del mismo modo Guaranga y Pinta (2021), toman en cuenta estas habilidades dentro del campo del saber hacer al momento de evaluar la capacidad colaborativa de los estudiantes y profesionales de la industria de la AEC.

Una vez revisado los aspectos que debemos analizar con respecto al querer, poder y saber dentro del campo de la capacidad colaborativa, debemos también añadir cuestionamientos de identificación para un análisis más minucioso como lo realizan Guaranga y Pinta (2021), los cuales integran a su encuesta al género, edad, profesión, nivel de estudios y los años de experiencia que posee cada uno de los encuestados. Todo esto será recopilado en una encuesta, pues este instrumento permite una aplicación masiva obteniendo datos sobre varios parámetros al mismo tiempo de forma rápida y eficaz (Casas et al., 2003).

Finalmente es necesario indicar que el costo de no llevar a cabo la medición de capacidades del personal, antes de incorporarlo es demasiado elevado, causando la disminución de la productividad, limitantes al crecimiento económico empresarial, deficiente aprovechamiento de recursos destinado a educación, capacitación y formación (Prada & Rucci, 2016).

En la actualidad la incursión de BIM en el Ecuador, Maya (2018), indica que, en marzo del 2016, el ingeniero Marco Tapia realizó una presentación sobre el Contexto de BIM en el Ecuador, presentando información relevante sobre el estado actual del conocimiento y la implementación de BIM en la industria de la construcción. Tras realizar encuestas en las principales provincias del país, entre ellas: Pichincha, Guayas, Manabí y Azuay, se obtuvo

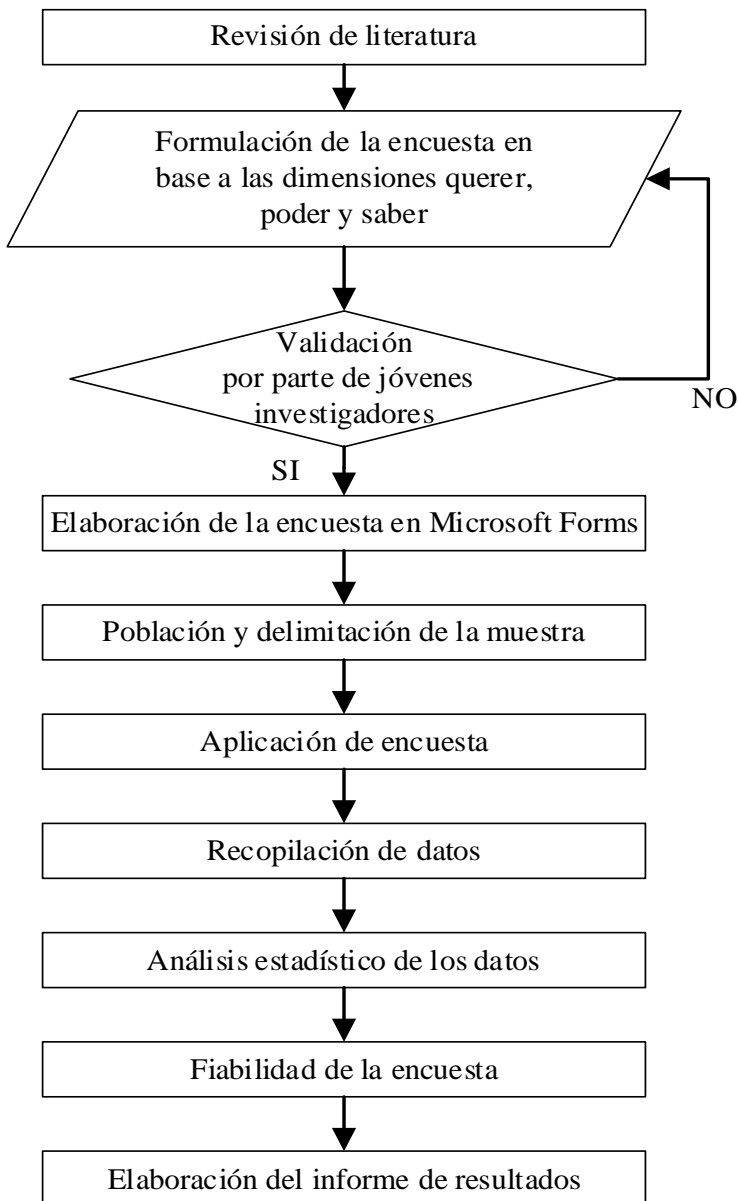
que el cincuenta y ocho por ciento de los entrevistados conocen de las metodologías y procesos BIM. Sin embargo, esto no implica que las pongan en práctica en su totalidad. El setenta y siete por ciento utiliza herramientas computacionales que permiten una representación de sus proyectos en dos y tres dimensiones. Además, se concluyó que solo el diecinueve por ciento del total, implementan procesos BIM en su organización.

La capacidad colaborativa aun es un tema poco desarrollado a pesar de su creciente demanda en proyectos multidisciplinarios (Mohammad, 2018). La aparición de capacitadores sin un rumbo correcto y con un mal enfoque de la enseñanza de la metodología BIM nos está dejando muy lejos de poder redefinir a un sector productivo tan importante como es la AEC (Valverde & Garrido, 2016). Por todo lo mencionado y descrito es de gran importancia el conocer si los cursos, capacitaciones y mallas curriculares impartidas en la actualidad en el país están siendo efectivas al momento de preparar profesionales con capacidades colaborativas para integrarse de manera satisfactoria a proyectos BIM o en su efecto sean agentes participativos de la incursión de BIM en el país.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

Al describir la capacidad colaborativa de estudiantes y profesionales capacitados en metodología BIM, la presente investigación tendrá un carácter descriptivo. A continuación, la metodología de este estudio se presenta en un esquema gráfico:

Figura 1. Esquema de metodología de la investigación



- a) **Revisión de literatura:** En los buscadores: Scopus, Science Direct, Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), Web of Science, repositorios y páginas web de instituciones de educación superior del Ecuador se encontró información

respecto a: necesidad de los profesionales por capacitarse, demanda de profesionales para BIM, capacitación con temática BIM en el Ecuador, incursión de BIM en la educación superior, manifestación de la capacidad colaborativa en tres dimensiones (saber, querer y poder) y medición de la capacidad colaborativa. La revisión bibliográfica incluye palabras claves como: capacitación, capacidad colaborativa, metodología BIM, estudiantes, profesionales, AEC.

b) Formulación de la encuesta: el instrumento de medición usado es la encuesta, porque permite una aplicación masiva permitiéndonos obtener datos sobre varios parámetros a evaluar (Casas et al., 2003), lo que resulta conveniente al momento de medir la capacidad colaborativa en las dimensiones querer, poder y saber. Para constituir la encuesta se ha tomado como base lo realizado por Guaranga y Pinta (2021), pues evalúan la capacidad colaborativa de estudiantes y profesionales del área de ingeniería civil y arquitectura. Del instrumento de evaluación en cuestión, se ha optado por mantener las preguntas de identificación, correspondiente al género, edad, profesión, nivel de estudios, y años de experiencia. A continuación, se muestra las preguntas en torno a las dimensiones querer, poder y saber que se llevó a cabo en la aplicación de la encuesta.

Tabla 1. Resumen de contenido: factores, preguntas con justificación bibliográfica

Dimensión	Factor	Pregunta	Fuente	Justificación
Querer	Motivación	¿Qué le motivó para capacitarse en la metodología BIM?		“Las principales
		a) Crecimiento en conocimientos y habilidades	Bimobject Corporate HQ. (23 de marzo de 2020). <i>blog.bimobject</i> . Obtenido de	motivaciones que llevan a los
		b) Reconocimiento por la tarea realizada	https://blog.bimobject.com/es-fabricantes/motivos-para-trabajar-en-bim	profesionales del sector a trabajar en BIM están
		c) Trabajos desafiantes		relacionadas
		d) Mejora de calidad del proyecto		precisamente con la mejora en los procesos de trabajo.”
		e) Ahorrar tiempo		
		f) Detectar interferencias, limitar errores y		

omisiones en los proyectos			
Gestión de reuniones colaborativas	¿Cuánto conoce Ud. sobre gestionar reuniones de trabajo colaborativo en los siguientes aspectos: generar agendas, acta de compromisos, acta de asistencia, convocatorias, dirigir la reunión, generar ambiente de planificación colaborativa, etc.?	Esbim. (30 de mayo de 2018). www.esbim.es . Obtenido de https://www.esbim.es/wp-content/uploads/2018/10/GUIA-ELABORACION-PLAN-DE-EJECUCION-BIM.pdf	“Para una correcta revisión del flujo de trabajo colaborativo, así como de los propios entregables suele ser necesario realizar reuniones presenciales y/o a distancia entre los diferentes equipos que intervienen en el proyecto.”
Poder	En función al aprendizaje de BIM y conocimiento adquirido, ¿en qué nivel de trabajo colaborativo cree que se encuentra? a) Aislamiento (no existe colaboración con otros profesionales) b) Colaboración Emergente (ocurre eventualmente y no es natural)	Erdogan, B., Anumba, C. J., Bouchlaghem, D. y Nielsen, Y. (2014). Collaboration environments for construction: Management of organizational changes. <i>Journal of Management in Engineering</i> ,30(3). DOI:10.1061/(asce)me.1943-5479.0000231.	"El éxito de la implementación de un sistema colaborativo depende en un 80% en el seguimiento de los empleados y un 20% en resolver los aspectos tecnológicos".
Entornos colaborativos	c) Colaboración Irregular o Balcanizada (colaboración entre grupos que no interactúan entre sí en momentos específicos) d) Colaboración sostenida y regular (actividades coordinadas y colaborativas entre estudiantes y equipos y profesionales) e) Cultura Colegiada (se refleja una cultura	LideresEducativos. (2018). <i>Niveles de colaboración</i> . RedLab. http://redlab.lidereseducativos.cl/wp-content/uploads/2018/07/Niveles-de-Colaboracion-C3%B3n.pdf	"El éxito de un ambiente colaborativo no depende únicamente de la tecnología con características colaborativas introducida en la organización, sino que depende en gran medida en cómo la tecnología es introducida"

natural y cotidiana de
colaboración)

- f) Relación Simbiótica
(Existe la necesidad
común de trabajar en
conjunto, donde se
comparten aprendizajes
profesionales y
personales y variedades
de experiencias y
experticias)

Dentro de los siguientes
niveles BIM, ¿hasta cuál cree
usted que se desarrolló
dentro de las capacitaciones
recibidas sobre la
metodología BIM?

- a) Impresión a papel y
desarrolló de modelos
2D (CAD) como base
para la producción de
información del
proyecto
- b) Desarrollo de trabajo en
2D y 3D entre los
involucrados del
proyecto que comparten
información mediante el
uso de la nube
omitiendo la utilización
de un formato común
- c) Se hace presente el flujo
de trabajo colaborativo
en base al manejo de
información en un
mismo formato
(Exclusivamente
modelos 3D)
- d) Todos los involucrados
del proyecto pueden

ArquiParados. (2022).

*¿Qué son los Niveles BIM
(BIM Levels)?*. PunBB.

<https://www.arquiparados.com/t834-que-son-los-niveles-bim-bim-levels>

	trabajar, acceder y modificar un único modelo por medio de una plataforma colaborativa, eliminando los conflictos de información		
Saber” Roles colaborativos	¿Qué contenidos revisó en la capacitación recibida de la metodología BIM?		
	a) Introducción a la metodología BIM		
	b) Formalización de Modelos BIM: Autodesk Revit		
	c) Organización y Gestión de Recursos Aplicado al BIM	UNIR. (2022). <i>Máster BIM Management</i> Mundo Posgrado. https://www.mundoposgrado.com/master-bim-management-unir/#1532676108613-72bd59b4-4c4f	“Es necesario comprobar que se han adquirido las competencias necesarias para desarrollar un proyecto completo.”
	d) Gestión Comercial y Habilidades de Comunicación Técnico-Cliente		
	e) Medición y Contabilización del Proyecto BIM		
	f) Impacto Energético y Económico del Proyecto BIM		
	g) Gestión del Proyecto con NavisWorks		
	¿Cuáles de los siguientes software utilizó en la capacitación recibida de la metodología BIM?	Othman, I., Al-Ashmori, Y. Y., Rahmawati, Y., Amran, Y. M., & Al-Bared, M. A. M. (2021). The level of building information modelling (BIM) implementation in Malaysia. <i>Ain Shams Engineering Journal</i> , 12(1), 455-463.	“Los softwares más empleados en los proyectos BIM son los cuales permiten mejorar la colaboración e interacción entre los diferentes actores.”
	a) Revit		
b) AutoCAD			
c) Microsoft Project			
d) Allplan Architecture			
e) Tekla Structures			
f) CypeCAD			

	g) Microsoft Excel		
	h) Interpro		
	i) Proexcel		
	j) Primavera		
	¿Cuál de los siguientes enfoques se priorizó en las capacitaciones BIM recibidas en Ecuador?		
	a) El uso de Softwares como: (REVIT, AUTO CAD, Microsoft Project,etc.)	Moreno, F. S., Higuera, J. F., López, A. D. R., Bernal, Y. A. N., & Muñoz, J. O. S. (2020). Análisis de la implementación de metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos. <i>Revista Boletín Redipe</i> , 9(11), 165-191.	“El concepto BIM ha evolucionado en la medida del uso y nuevas aplicaciones del mismo en el transcurso del tiempo, y en este sentido las diversas definiciones dan cuenta de la profundidad y conocimiento en relación con su desarrollo.”
	b) El trabajo colaborativo como base para el desarrollo de proyectos BIM		
	c) Globalizan que se trata del desarrollo de modelos 3D		
	d) Se estudia por completo todas las dimensiones BIM (1D concepto, 2D Vectorización del Boceto, 3D Modelado, 4D Planificación, 5D Costes, 6D Sostenibilidad Energética, 7D Seguimiento/ Mantenimiento)		
Actitud es colaborativas	Al desarrollar un trabajo colaborativo, ¿qué tan importante es para Ud. estas tres actitudes? a) Confianza. (Compartir inquietudes, pensamientos y conocimientos) b) Respeto mutuo. (Respeto a las	NET-UBIEP. (agosto de 2018). <i>net-ubiep.eu</i> . Obtenido de http://www.net-ubiep.eu/wp-content/uploads/2018/08/D3.5-Materiales-de-formaci%C3%B3n-para-profesionales.pdf	“Las actitudes y la motivación parecen ser individuales intestinas en el aprendizaje del BIM y el incentivo de utilizarlo. En cuanto a las actitudes, se considera que la confianza es el factor determinante más

	<p>contribuciones individuales de los miembros del grupo)</p> <p>c) Entendimiento común. (Comunicación coherente de la información)</p>		<p>importante, junto con el respeto mutuo y el entendimiento común que determinan los miembros apropiados del equipo.”</p>
	<p>¿Qué nivel de desarrollo logró mediante la capacitación BIM en las siguientes habilidades?</p> <p>a) Comunicación efectiva. (Emitir ideas de manera clara y efectiva)</p> <p>b) Pensamiento crítico. (Pensar más allá de la solución)</p> <p>c) Resolución de problemas técnicos y sociales. (Comparar situaciones problemáticas)</p> <p>d) Trabajo en equipo. (Interactuar y trabajar efectivamente con otros)</p> <p>e) Formación autónoma permanente. (Relacionar las experiencias con nuevos aprendizajes)</p> <p>f) Emprendimiento. (Dar soluciones novedosas a una necesidad o problema)</p> <p>g) Liderazgo de equipo. (Saber supervisar y</p>	<p>American Society of Civil Engineers. (12 de abril de 2010). <i>ASCE</i>. Obtenido de https://www.asce.org/uploadedFiles/About_Civil_Engineering/Content_Pieces/vision2025-espanol.pdf</p>	<p>“El ingeniero civil posee muchas y variadas destrezas (...) Entre otros ejemplos figuran el uso de una hoja de cálculo; el aprendizaje permanente; la solución de problemas; el pensamiento crítico, global, integrador/sistémico y el pensamiento creativo; el trabajo en equipo; la comunicación; y el autoanálisis.”</p>
Habilidades colaborativas			

ayudar a conseguir las metas del equipo)

h) Autoliderazgo. (Esfuerzo y determinación para lograr las metas y manejo de imprevistos)

Una vez elaborada la tabla anterior, se observa un total de nueve preguntas. En este punto es necesario establecer una escala o método de valoración, el cual para este caso se empleó una escala de Likert de cinco puntos, las mismas que se encuentran definidas de la siguiente manera:

1. Muy Bajo
2. Bajo
3. Neutral
4. Alto
5. Muy Alto

Para una evaluación y análisis de los datos más minucioso, se colocó al inicio del formulario dos preguntas de identificación correspondientes a género y edad, a continuación, se indagó sobre su perfil académico para lo cual se preguntó la profesión o rama de estudios y el nivel de estudios alcanzado. Estas preguntas permiten diferenciar si las capacidades colaborativas de estudiantes y profesionales están relacionadas con el nivel de formación, años de experiencia, edad o género (Gutiérrez, 2015) (Chirinos, 2009). Cabe recalcar que todas las preguntas de identificación fueron de selección única entre dicotómicas y politómicas, a diferencia de las preguntas planteadas en torno al saber querer y poder, las mismas que fueron de tipo politómica de selección múltiple y en base a la escala de Likert, donde el encuestado respondió según su conveniencia. Todo lo mencionado se detalla en la tabla 3 expuesta a continuación.

Tabla 2. *Resumen: Dimensiones, factores, tipo de escala y preguntas de la encuesta*

Dimensiones	Factores	Tipo de escala	Preguntas
Identificación del encuestado	Características personales	Dicotómica	1. Género
			a) Femenino
			b) Masculino

			<p>2. ¿En qué rango de edad te encuentras?</p> <p>a) De 20 a 38 años</p> <p>b) De 39 a 59 años</p> <p>c) Más de 60 años</p>
		Politómica	
			<p>3. ¿Cuál es su profesión o carrera universitaria?</p> <p>a) Ingeniería Civil</p> <p>b) Arquitectura</p>
		Dicotómica	
	Perfil académico		<p>4. ¿Qué nivel de estudios posee Ud.?</p> <p>a) Educación Universitaria (En curso)</p> <p>b) Título de grado profesional</p> <p>c) Maestría</p> <p>d) Doctorado</p> <p>e) Postdoctorado</p>
		Politómica	
			<p>5. ¿Cuántos años de experiencia tiene en la participación de proyectos de construcción bajo la metodología de trabajo colaborativo?</p> <p>a) De 0 a 1 año</p> <p>b) De 1 a 3 años</p> <p>c) De 3 a 4 años</p> <p>d) De 4 a 8 años</p> <p>e) De 8 a 12 años</p> <p>f) De 12 a 15 años</p> <p>g) Más de 15 años</p>
	Experiencia en trabajos colaborativos		
		Politómica	
			<p>6. ¿Qué le motivó para capacitarse en la metodología BIM?</p> <p>a) Crecimiento en conocimientos y habilidades</p> <p>b) Reconocimiento por la tarea realizada</p> <p>c) Trabajos desafiantes</p> <p>d) Mejora de calidad del proyecto</p> <p>e) Ahorrar tiempo</p>
Querer	Motivación	Politómica de selección múltiple	

			f) Detectar interferencias, limitar errores y omisiones en los proyectos
			7. ¿Cuánto conoce Ud. sobre gestionar reuniones de trabajo colaborativo en los siguientes aspectos: ¿generar agendas, acta de compromisos, acta de asistencia, convocatorias, dirigir la reunión, generar ambiente de planificación colaborativa, etc.?
	Gestión de reuniones colaborativas	Escala de Likert de 5 puntos	
			8. En función al aprendizaje de BIM y conocimiento adquirido, ¿en qué nivel de trabajo colaborativo cree que se encuentra?
			a) Aislamiento (no existe colaboración con otros profesionales)
			b) Colaboración Emergente (ocurre eventualmente y no es natural)
			c) Colaboración Irregular o Balcanizada (colaboración entre grupos que no interactúan entre sí en momentos específicos)
			d) Colaboración sostenida y regular (actividades coordinadas y colaborativas entre estudiantes y equipos y profesionales)
			e) Cultura Colegiada (se refleja una cultura natural y cotidiana de colaboración)
			f) Relación Simbiótica (Existe la necesidad común de trabajar en conjunto, donde se comparten aprendizajes profesionales y personales y variedades de experiencias y experticias)
Poder		Politómica de selección múltiple	
	Entornos colaborativos		

		<p>9. Dentro de los siguientes niveles BIM, ¿hasta cuál cree usted que se desarrolló dentro de las capacitaciones recibidas sobre la metodología BIM?</p> <p>a) Impresión a papel y desarrolló de modelos 2D (CAD) como base para la producción de información del proyecto</p> <p>b) Desarrollo de trabajo en 2D y 3D entre los involucrados del proyecto que comparten información mediante el uso de la nube omitiendo la utilización de un formato común</p> <p>c) Se hace presente el flujo de trabajo colaborativo en base al manejo de información en un mismo formato (Exclusivamente modelos 3D)</p> <p>d) Todos los involucrados del proyecto pueden trabajar, acceder y modificar un único modelo por medio de una plataforma colaborativa, eliminando los conflictos de información</p>
<p>Saber</p>	<p>Politómica de selección múltiple</p>	<p>10. ¿Qué contenidos revisó en la capacitación recibida de la metodología BIM?</p> <p>a) Introducción a la metodología BIM</p> <p>b) Formalización de Modelos BIM: Autodesk Revit</p> <p>c) Organización y Gestión de Recursos Aplicado al BIM</p> <p>d) Gestión Comercial y Habilidades de Comunicación Técnico-Cliente</p> <p>e) Medición y Contabilización del Proyecto BIM</p>

Roles colaborativos	f) Impacto Energético y Económico del Proyecto BIM g) Gestión del Proyecto con NavisWorks
Politómica de selección múltiple	11. ¿Cuáles de los siguientes software utilizó en la capacitación recibida de la metodología BIM? a) Revit b) AutoCAD c) Microsoft Project d) Allplan Architecture e) Tekla Structures f) CypeCAD g) Microsoft Excel h) Interpro i) Proexcel j) Primavera
Escala de Likert de 5 puntos	12. ¿Cuál de los siguientes enfoques se priorizó en las capacitaciones BIM recibidas en Ecuador? a) El uso de Softwares como: (REVIT, AUTO CAD, Microsoft Project, etc.) b) El trabajo colaborativo como base para el desarrollo de proyectos BIM c) Globalizan que se trata del desarrollo de modelos 3D d) Se estudia por completo todas las dimensiones BIM (1D concepto, 2D Vectorización del Boceto, 3D Modelado, 4D Planificación, 5D Costes, 6D Sostenibilidad Energética, 7D Seguimiento/ Mantenimiento)
Actitudes colaborativas	Escala de Likert de 5 puntos
	13. Al desarrollar un trabajo colaborativo, ¿qué tan importante es para Ud. estas tres actitudes?

-
- a) Confianza. (Compartir inquietudes, pensamientos y conocimientos)
 - b) Respeto mutuo. (Respeto a las contribuciones individuales de los miembros del grupo)
 - c) Entendimiento común. (Comunicación coherente de la información)
-

14. ¿Qué nivel de desarrollo logró mediante la capacitación BIM en las siguientes habilidades? Qué nivel de desarrollo tiene Ud. en las siguientes habilidades?

Habilidades colaborativas

Escala de Likert de 5 puntos

- a) Comunicación efectiva. (Emitir ideas de manera clara y efectiva)
 - b) Pensamiento crítico. (Pensar más allá de la solución)
 - c) Resolución de problemas técnicos y sociales. (Comparar situaciones problemáticas)
 - d) Trabajo en equipo. (Interactuar y trabajar efectivamente con otros)
 - e) Formación autónoma permanente. (Relacionar las experiencias con nuevos aprendizajes)
 - f) Emprendimiento. (Dar soluciones novedosas a una necesidad o problema)
 - g) Liderazgo de equipo. (Saber supervisar y ayudar a conseguir las metas del equipo)
 - h) Autoliderazgo. (Esfuerzo y determinación para lograr las metas y manejo de imprevistos)
-

c) Validación por expertos: Una vez finalizada la encuesta se procedió a realizar la validación y asegurar la consistencia de la misma, para lo cual con la ayuda del grupo de jóvenes investigadores YR4 AECI (Young Researchers for Architecture

Engineering and Construction Industry) quienes después de revisar y analizar el formulario enviaron sus críticas y observaciones para mejorar el orden de preguntas, adición y eliminación de ítems y redacción de las mismas para proceder a validarla.

- d) Elaboración de la encuesta:** El formulario se planteó en Microsoft Forms (ver anexo A), la cual es una potente herramienta de creación de encuestas y cuestionarios que permite la visualización de los resultados en tiempo real, con gráficas dinámicas fáciles de comprender y sus resultados pueden ser exportados a Microsoft Excel para su posterior análisis y tabulación.
- e) Población y delimitación de la muestra:** La población de estudio, para el desarrollo de esta investigación fueron los estudiantes de último semestre de las carreras de ingeniería civil y arquitectura, pertenecientes a las Instituciones de Educación Superior del Ecuador que han añadido a sus mallas curriculares temas BIM además en las que se hayan dictado cursos y capacitaciones con temáticas BIM.
- f)**

En cuestión de los profesionales de ingeniería civil y arquitectura se determinó la población de modo que se consideró a estudiantes de maestrías de administración y gestión de proyectos de construcción con enfoque a la implementación y desarrollo de la metodología BIM. También se tomó en cuenta a quienes han asistido a capacitaciones, cursos o conferencias por parte de empresas capacitadoras.

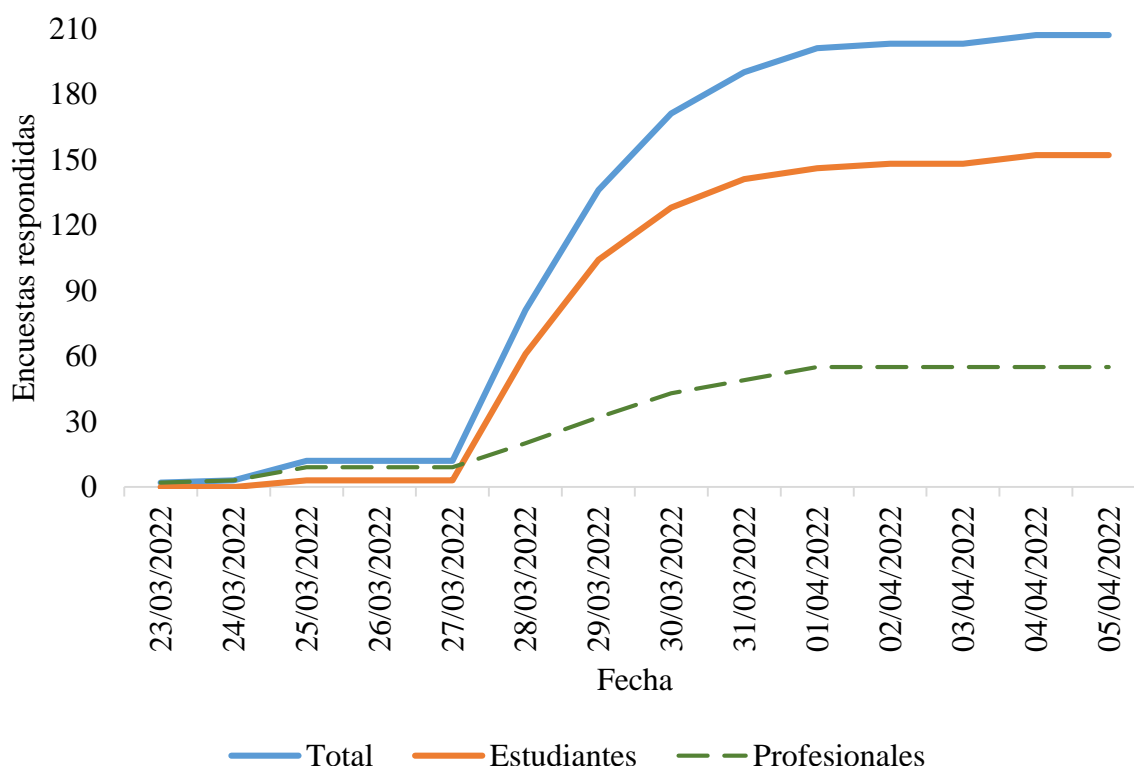
Respecto al tamaño de la muestra se obtuvo una cantidad de 207 respondientes entre estudiantes y profesionales de ingeniería civil y arquitectura capacitados bajo la metodología BIM. Con este dato se procedió a calcular el nivel de confiabilidad mediante la fórmula de población no finita (Reinoso, 2009):

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

- g) Aplicación de la encuesta mediante sitio web:** El proceso para la aplicación de la encuesta consistió en dos etapas. Al inicio se envió oficios vía correo electrónico institucional a decanos y directores de las carreras de ingeniería civil y arquitectura de las instituciones de educación superior que han sido seleccionadas, encargados de las maestrías con temáticas BIM y a empresas capacitadoras, solicitando su colaboración por medio de la autoridad que ejercen en las diferentes instituciones para la participación en la presente investigación, explicando la finalidad del estudio

y anexando el link respectivo. En efecto se dio inicio a la aplicación del formulario de encuesta el 23 de abril del 2022, pero no se obtuvo una tasa de respuesta favorable, esto se debe que la mayoría de instituciones de educación han retornado a clases presenciales por lo que el uso de redes ha disminuido. Dando inicio a la segunda etapa, la cual consistió en ir personalmente a las diferentes instituciones tanto educativas como capacitadoras para solicitar se proceda a la difusión del formulario de encuesta a partir del 28 de abril del 2022, dando como resultado una alta tasa de respuesta. Desde la fecha 4 de abril del 2022 la tasa de respuesta tanto de estudiantes como de profesionales, disminuyó en su totalidad por lo cual se tomó la decisión de finalizar la aplicación de la encuesta el 5 de abril del 2022 obteniendo un total de 207 respuestas entre estudiantes y profesionales. En la siguiente figura se observa el progreso de la tasa de repuesta de forma global e individual de los estudiantes y profesionales.

Figura 2. Gráfico de Líneas de la evolución de respuestas diarias



En la Figura 2 se puede observar que la difusión de la encuesta vía internet no obtiene una respuesta favorable a diferencia de la difusión de forma presencial, la cual

permitió la mayoría de respondientes de la encuesta. Esto da a conocer que la difusión por medios digitales ahora que las clases han vuelto a ser presenciales no tiene el mismo impacto ni éxito como lo fue en la investigación realizada por Guaranga y Pinta (2021).

- h) Recopilación de datos:** El tiempo que se mantuvo activa la encuesta fueron 15 días durante las cuales se obtuvo un total de 207 respuestas entre estudiantes y profesionales.
- i) Análisis estadístico de los datos:** Los softwares SPSS v.25. y Microsoft Excel fueron las herramientas con las cuales se llevaron a cabo el análisis de los datos.
- j) Fiabilidad de la encuesta:**

La fiabilidad de la encuesta fue analizada en base al coeficiente alfa de Cronbach, el cual es el método más utilizado para este objetivo. Los valores del coeficiente van de 0 a 1, donde la fiabilidad del cuestionario aumenta cuando se acerca a la unidad. George y Mallery (2003), sugieren los siguientes umbrales para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach, mayor a .9 es excelente, mayor a .8 es bueno, mayor a .7 es aceptable, mayor a .6 es cuestionable, mayor a .5 es pobre y menor a .5 es inaceptable.

3. Resultados y discusión

Para realizar el análisis de los resultados, se obtuvo el reporte de recopilación de datos en archivo Excel proveniente de Microsoft Forms. Inicialmente se realizó una identificación del número de participantes por entidad encuestada, diferenciándolos en su rama de estudios y profesión (Tabla 3,4 y 5). Una vez obtenido el número de participantes hasta el cierre de la encuesta, se calculó el nivel de confiabilidad de la herramienta de evaluación. Con ello se procedió a realizar un análisis descriptivo de las características personales de los encuestados diferenciando entre estudiantes (Tabla 6) y profesionales (Tabla 7). A continuación, se analiza cada una de las preguntas correspondientes a las dimensiones querer poder y saber, representadas en diagramas de barras para las preguntas politómicas y diagrama de cajas para las preguntas con alternativa de respuesta escala de Likert (5 puntos). A partir de este punto se consolidan las respuestas de manera individual en cada dimensión (querer, poder y saber) en base a las características personales como: género, edad, profesión y nivel de estudios, todo esto representado en diagramas de radar. Finalmente, se obtienen gráficas de tipo radar unificando las tres dimensiones conforme al género, edad, profesión y nivel de estudios, como resultado final la comparación entre estudiantes y profesionales en torno a las tres dimensiones, las cuales integran la capacidad colaborativa.

Iniciando con el análisis se presenta el número de participantes según a la institución a la que pertenecen.

Tabla 3. *Listado de Instituciones de Educación Superior*

Institución de Educación Superior	Número de estudiantes encuestados	
	Ingeniería Civil	Arquitectura
Universidad Nacional de Chimborazo	5	26
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	12	32
Universidad Espíritu Santo	11	14
Escuela Politécnica Nacional	5	0
Universidad Católica de Cuenca	5	14
Universidad de Cuenca	0	8
Universidad Central del Ecuador	8	9
Universidad de Guayaquil	3	0
Total	49	103

Tabla 4. *Listado de Instituciones de Educación Superior con maestrías entorno a BIM*

Instituciones de Educación Superior	Número de profesionales encuestados	
	Ingeniería Civil	Arquitectura
Universidad Internacional SEK	3	5
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	5	0
Universidad Nacional de Chimborazo	3	0
Universidad Espíritu Santo	2	5
Total	13	10

A continuación, se detalla el nombre de las empresas capacitadoras las cuales dieron contestación a la encuesta:

Tabla 5 *Listado de instituciones capacitadoras con temáticas BIM en el Ecuador*

Instituciones capacitadoras	Número de profesionales encuestados
------------------------------------	--

	Ingeniería Civil	Arquitectura
CENAC	3	2
ARCADIS	3	3
REVIT BIM ECUADOR	2	2
GRUPO BIM ECUADOR	3	1
CENADEPRO	1	1
CAMICON	5	6
Total	17	15

En efecto, tenemos a 152 estudiantes y 55 profesionales que respondieron al formulario, los cuales nos da un total de 207 respondientes; valor con el que se calculó el nivel de confianza del presente estudio, con un error de estimación de 0.05 ($E=0.05$) y valores para $p=50\%$, $q=50\%$: dando como resultado un $Z= 1.44$, el cual representa un nivel de confianza del 85.02%.

El instrumento de evaluación fue sometido al análisis de fiabilidad mediante el método de Alpha de Cronbach. Donde se tiene que los valores pueden variar de 0 a 1, teniendo umbrales que varían de acuerdo al autor. Para esta investigación citamos a Nunnally (1978), el cual menciona que un instrumento de evaluación podrá ser considerado como válido y aceptable si el valor del coeficiente es mayor a 0.7. En este aspecto el valor resultante como coeficiente de Alpha de Cronbach para el presente instrumento de evaluación es de 0.86 estando sobre el valor mínimo permitido, por lo cual la fiabilidad queda demostrada satisfactoriamente.

A continuación, en la Tabla 6 y 7 respectivamente se presenta un análisis descriptivo de los factores características personales y perfil académico de estudiantes y profesionales.

Tabla 6 Características personales de: Género, Edad y Perfil académico: Profesión de los estudiantes

Factores	Pregunta	Categorías de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Características personales	Género	Femenino	79	51.97%
		Masculino	73	48.03%
	Edad	De 20 a 38 años	148	97.37%
		De 39 a 59 años	3	1.97%
		Más de 60 años	1	0.66%

Perfil académico	Profesión o carrera universitaria	Ingeniería Civil	49	32.24%
		Arquitectura	103	67.76%

En relación al género se mantiene una diversidad en la muestra de los estudiantes pues la diferencia entre hombres y mujeres encuestados no varía significativamente en comparación con la profesión de los estudiantes. Pues se tiene un 67.76% de estudiantes cursando la carrera de arquitectura frente a un 32.24% de estudiantes de ingeniería civil. Por otro lado, respecto a la edad de los estudiantes era previsto que se obtendría el mayor porcentaje de estudiantes en el rango de 20 a 38 años (97.37%), sin embargo, dentro la muestra se encuentra un encuestado hasta más de 60 años de edad, pero sin llegar a ser una cantidad importante.

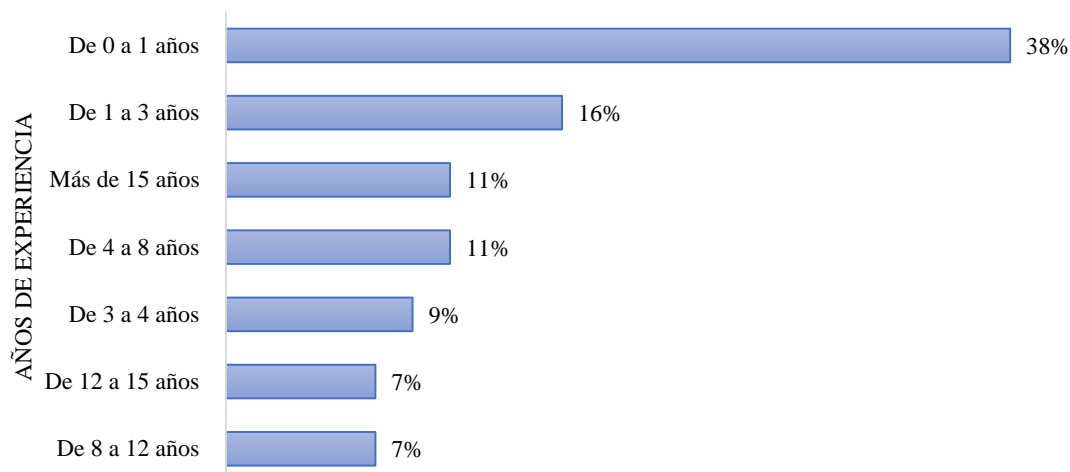
Tabla 7 Características personales: Género, Edad y Perfil académico: Profesión, Nivel de estudios de los profesionales

Factores	Pregunta	Categorías de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Características personales	Género	Femenino	13	23.64%
		Masculino	42	76.36%
	Edad	De 20 a 38 años	36	65.45%
		De 39 a 59 años	16	29.09%
		Más de 60 años	3	5.46%
Perfil académico	Profesión o carrera universitaria	Ingeniería Civil	30	54.55%
		Arquitectura	25	45.45%
	Nivel de Estudios	Título de grado profesional	30	54.55%
		Maestría	21	38.18%
		Doctorado	3	5.45%
		Post doctorado	1	1.82%

Al analizar a los profesionales se nota una clara diferencia entre profesionales de género femenino y masculino, siendo el último quien alcanza un porcentaje de 76.36%. En torno a la edad más de la mitad de los encuestados se encuentran en el rango de edad de 20 a 38 años (65.45%), dividiéndose el restante en los demás rangos de 29.09% para 39 a 59 años y 5.46% para más de 60 años de edad. Acerca de la profesión encontramos más ingenieros civiles que arquitectos. Sobre el nivel de estudios prevalece con mayor porcentaje los encuestados con título de grado profesional (54.55%), seguido por magísteres (38.18%), y finalmente como parte minoritaria a los doctores (5.45%) y post doctorados (1.82%).

A continuación, se analiza la pregunta 5, la cual pretende conocer los años de experiencia que posee los encuestados profesionales en la participación de proyectos de construcción bajo la metodología de trabajo colaborativo

Figura 3. Años de experiencia en la participación de proyectos de construcción bajo la metodología de trabajo colaborativo de profesionales encuestados



Conforme a lo indicado por el Centro Argentino de Ingenieros (2014), la categoría Ingeniero Junior posee una experiencia de 0 a 4 años, en este rango se encuentra el 63% de los profesionales encuestados, quienes debido a su baja experiencia necesitan de instrucciones para realizar su trabajo, lo que dificulta incluirlos en trabajos colaborativos.

La categoría Ingenieros Semi Senior abarca profesionales que se desenvuelven en ambientes multidisciplinarios, en este estudio se obtuvo dentro de esta categoría el 11% (4 a 8 años) de respondientes. Por otro lado, el 7% de encuestados se encuentran en la categoría Ingeniero Senior (8 a 12 años), los cuales se caracterizan en colaborar en proyectos como especialistas o consejeros.

En el caso de los ingenieros y arquitectos con experiencia entre 12 a 15 años, poseen cualidades que permiten desarrollar nuevos procedimientos para la resolución de problemas, a estos profesionales se les denomina Consultor.

Por último, se tiene a los profesionales bajo la categoría Project Manager, quienes debido a su alta experiencia

Es importante mencionar que se tiene al menos el 11% de profesionales en la categoría Project Manager, los cuales en base a sus años de experiencia (más de 15 años), creatividad, visión y juicio se desenvuelven en proyectos de carácter colaborativo como es la metodología BIM.

Seguidamente se realiza un análisis de la pregunta 6 a la pregunta 14, representando sus resultados en diagramas de barras y diagramas de cajas respectivamente.

La Figura 4 y 5 corresponde a las respuestas de estudiantes y profesionales respecto a la motivación para capacitarse bajo la metodología BIM. Según los datos recolectados se evidencia que tanto estudiantes como profesionales se sienten motivados por el crecimiento de habilidades y conocimientos. Por lo que se puede evidenciar que los encuestados consideran que la metodología BIM incluye capacidades y habilidades entre ellas la capacidad colaborativa.

El siguiente motivador elegido por los profesionales radica en el ahorro de tiempo, costos, imprevistos y aumentos de plazos en obra (opción c), a diferencia de los estudiantes que eligieron la opción mejorar la calidad de proyectos (opción b). Como último factor motivador, los estudiantes eligieron la opción d) que corresponde a cambiar la manera tradicional de llevar un proyecto, por el contrario, los profesionales señalaron al aprendizaje de software como una baja motivación para capacitarse en BIM, lo que pretende demostrar que la metodología BIM no es la utilización o manejo de software para el desarrollo de un proyecto.

Figura 4. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes pregunta 6 ¿Qué le motivó para capacitarse en la metodología BIM?

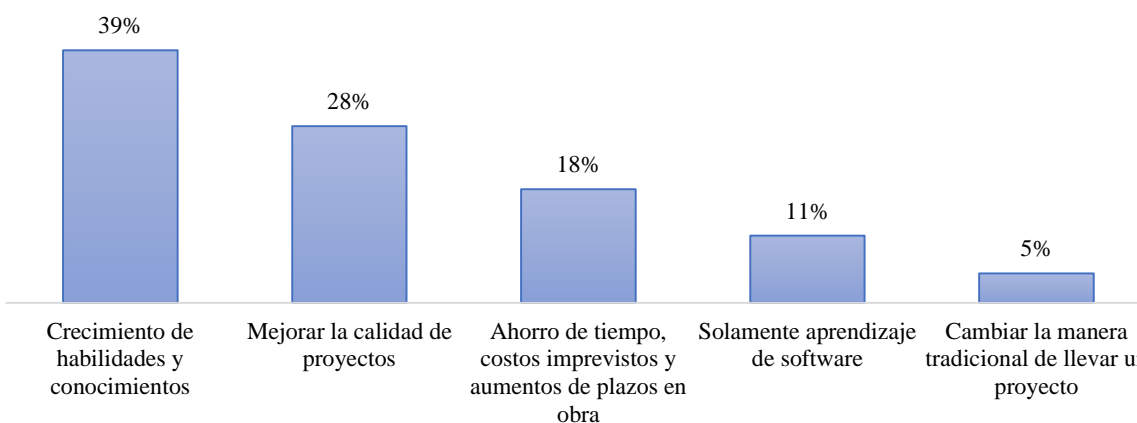
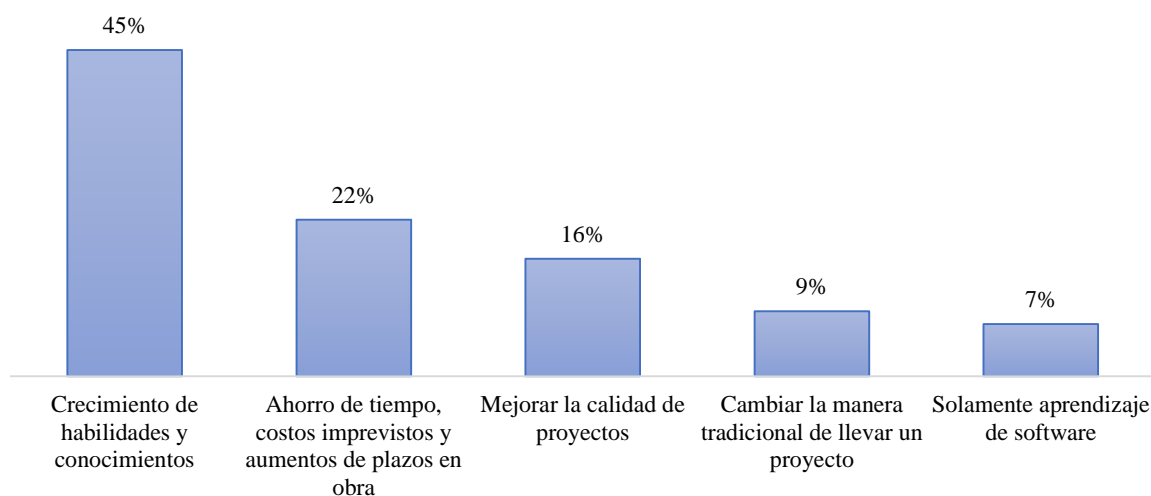


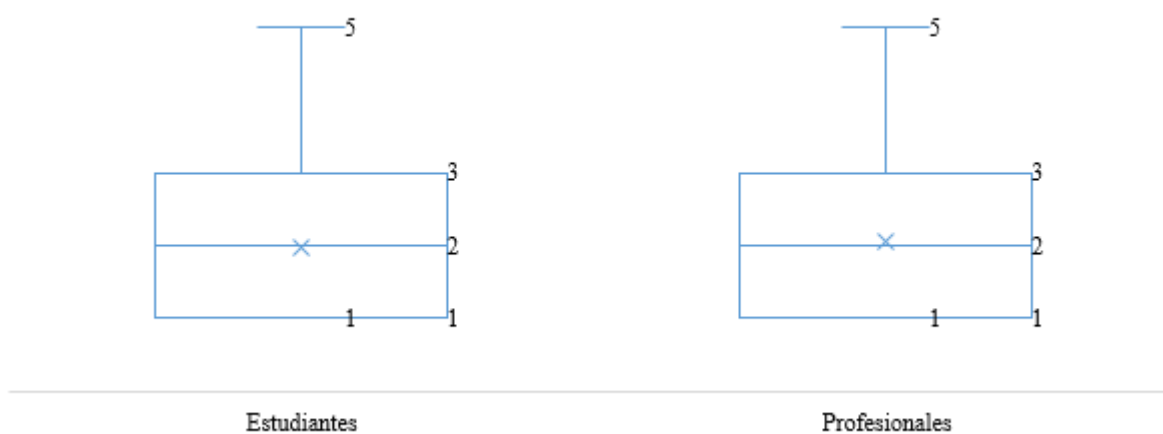
Figura 5. Diagrama de barras de respuestas de profesionales pregunta 6 ¿Qué le motivó para capacitarse en la metodología BIM?



Para saber si estudiantes y profesionales tienen conocimientos acerca de la gestión de reuniones para trabajo colaborativo, Guaranga & Pinta (2021) han establecido la pregunta 7, teniendo como opción de respuesta la escala de Likert de 5 puntos, donde equivale a 1 muy bajo, 2 bajo, 3 normal, 4 alto y 5 muy alto.

En la Figura 6 se muestra el diagrama de cajas para el análisis de la pregunta 7, donde se puede observar que tanto estudiantes y profesionales poseen un bajo nivel sobre el conocimiento de generar agendas, acta de compromisos, acta de asistencia, convocatorias, dirigir la reunión y generar ambientes de planificación colaborativa. Lo que indica que los cursos o capacitaciones relacionadas con la metodología BIM no dan importancia a la enseñanza de gestión de reuniones colaborativas.

Figura 6. Diagrama de cajas de respuestas de estudiantes y profesionales 7.



¿Cuánto conoce usted sobre gestionar reuniones de trabajo colaborativo en BIM en los siguientes aspectos?: generar agendas, acta de compromisos, acta de asistencia, convocatorias, dirigir la reunión y generar ambientes de planificación colaborativa?

A continuación, se va analizar el factor entornos colaborativos, correspondiente a las preguntas 8 y 9 del formulario de encuesta. En la figura 7 y 8 se muestran los resultados de estudiantes y profesionales respecto al nivel de trabajo colaborativo que poseen respectivamente. Para el caso de los estudiantes se tiene que el 32% se encuentra en un nivel de aislamiento, es decir no hay colaboración con otros estudiantes. Sin embargo, el 25% señala que partir del aprendizaje en la metodología BIM han alcanzado a desarrollar actividades coordinadas y colaborativas entre estudiantes y equipos. Al contrario de los profesionales, que indican no existe colaboración con otros profesionales (22%) y de ser el caso ocurre eventualmente (29%). Apenas el 9% de estudiantes y profesionales indica haber logrado la colaboración como una necesidad común de trabajar en conjunto para compartir experiencias profesionales y personales. Lo que deja en evidencia que, pese a las capacitaciones recibidas, la capacidad colaborativa no está siendo desarrollada correctamente para poder integrarse a un proyecto bajo la metodología BIM.

Figura 7. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes 8. En función al aprendizaje de BIM y conocimiento adquirido, ¿en qué nivel de trabajo colaborativo cree que se encuentra?

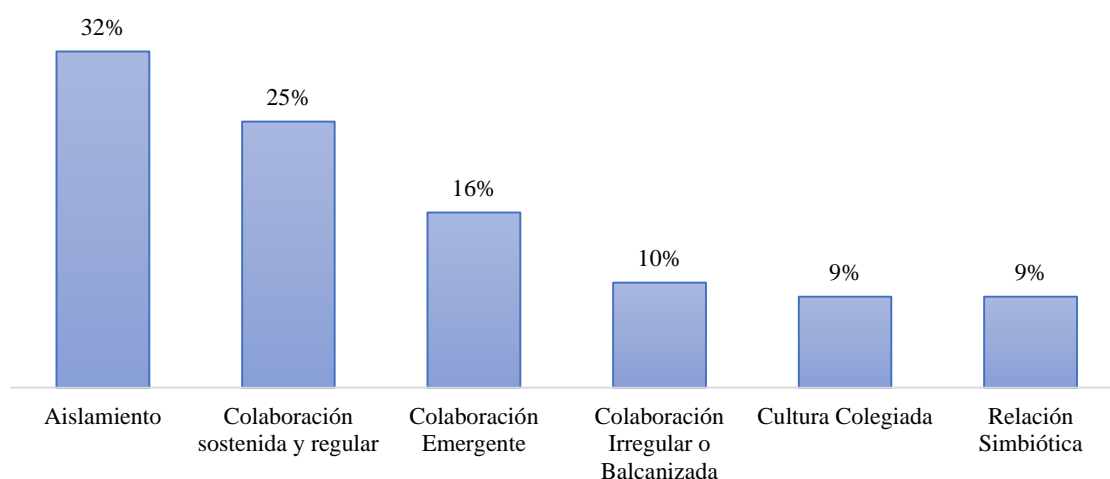
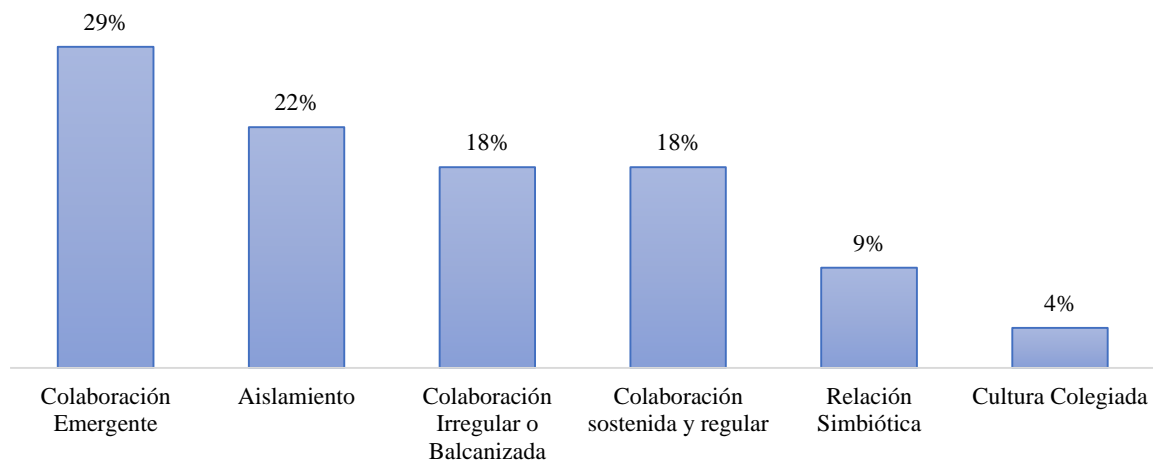


Figura 8. Diagrama de barras de respuestas de profesionales 8. En función al aprendizaje de BIM y conocimiento adquirido, ¿en qué nivel de trabajo colaborativo cree que se encuentra?



Dentro del factor entornos colaborativos, se estudia el nivel BIM conseguido por los encuestados en capacitaciones sobre metodología BIM (pregunta 9). Las elecciones de respuesta para esta pregunta fueron:

- a) Impresión a papel y desarrollo de modelos 2D (CAD) como base para la producción de información del proyecto
- b) Desarrollo de trabajo en 2D y 3D entre los involucrados del proyecto que comparten información mediante el uso de la nube omitiendo la utilización de un formato común
- c) Se hace presente el flujo de trabajo colaborativo en base al manejo de información en un mismo formato (Exclusivamente modelos 3D)
- d) Todos los involucrados del proyecto pueden trabajar, acceder y modificar un único modelo por medio de una plataforma colaborativa, eliminando los conflictos de información

Según los resultados obtenidos de los estudiantes (Figura 9), cerca del 50% desarrolla los proyectos en las dimensiones 2D y 3D, compartiendo la información del proyecto mediante el uso de la nube. Es importante señalar que, pese a la incorporación de enseñanza de software en las instituciones de educación superior, existe aún un porcentaje considerable (30%) de estudiantes que limitan el desarrollo de sus proyectos en 2D y sin colaboración alguna. Por otro lado, el 10% de estudiantes se encuentra en el nivel 2, donde cada participante elabora su modelo en 3D en el mismo formato dando paso al inicio de la colaboración. Finalmente, el nivel 3, todos los involucrados del proyecto comparten, acceden

y modifican un único modelo, trabajando simultáneamente en una misma plataforma colaborativa, este nivel es alcanzado por el 12% de estudiantes respondientes.

Los resultados obtenidos por parte de los profesionales (Figura 10) mantienen el mismo panorama descrito de los estudiantes. Lo que significa que los encuestados comparten la información de su proyecto elaborado en las dimensiones 2D y 3D, pero sin existir trabajo colaborativo entre las disciplinas de los involucrados. Es así que se deja en incertidumbre la calidad de los cursos y capacitaciones ofertadas hacia la enseñanza de la metodología BIM, pues respecto al trabajo colaborativo estudiantes y profesionales mantiene niveles bajos.

Figura 9. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes 9. Dentro de los siguientes niveles BIM, ¿hasta cuál cree usted que se desarrolló dentro de las capacitaciones recibidas sobre la metodología BIM?

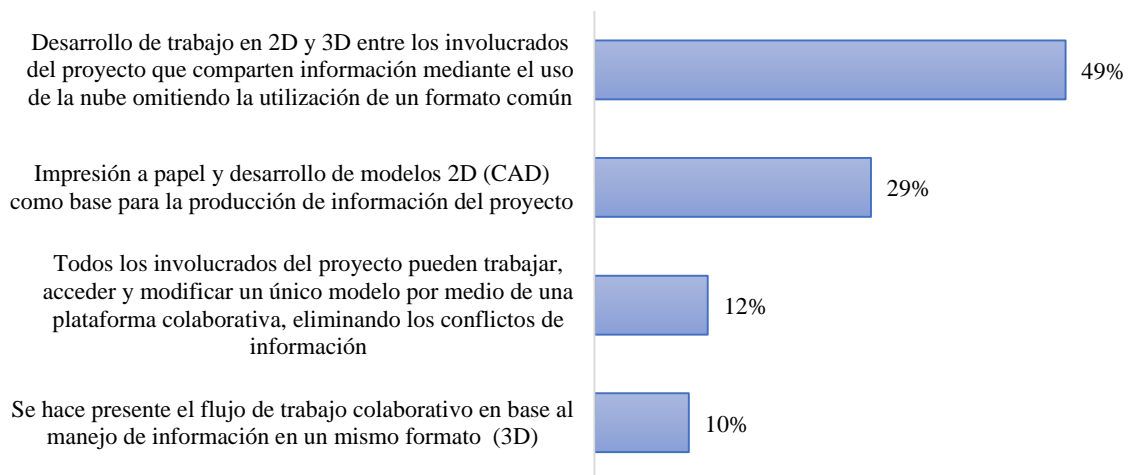
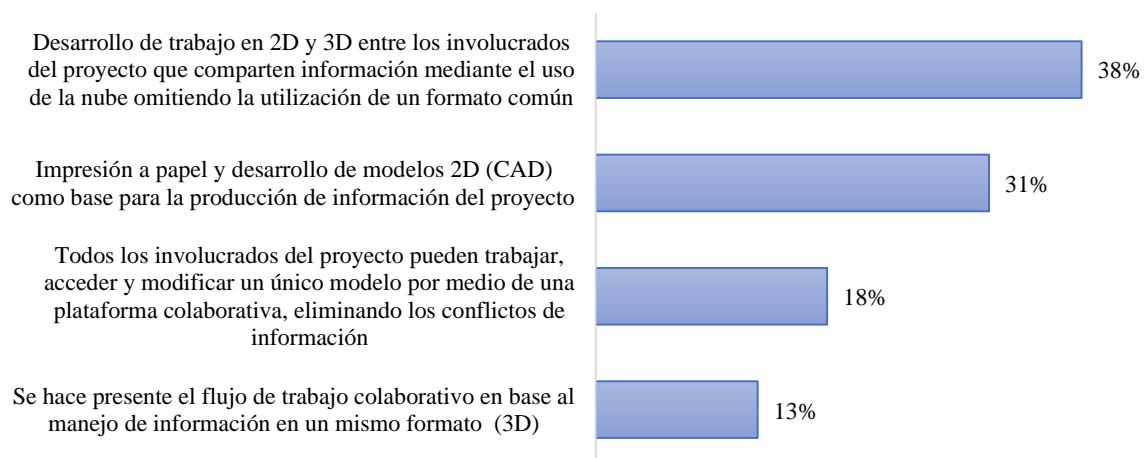


Figura 10. Diagrama de barras de respuestas de profesionales 9. Dentro de los siguientes niveles BIM, ¿hasta cuál cree usted que se desarrolló dentro de las capacitaciones recibidas sobre la metodología BIM?



El análisis de las preguntas 10,11 y 12 concierne al factor roles colaborativos. La figura 11 y 12 corresponde a las respuestas de los estudiantes y profesionales respectivamente sobre los contenidos revisados en las capacitaciones recibidas. En ambas figuras se destaca una gran diferencia de entre las opciones escogidas, pues el mayor porcentaje (64%) se encuentra en la opción a) introducción a la metodología BIM. La siguiente opción escogida por estudiantes (24%) y profesionales (13%) es la formalización de modelos BIM: Autodesk Revit. Respecto a la organización y gestión de recursos aplicado al BIM, sólo el 8 y 11% de encuestados han revisado dicho contenido. De entre las demás opciones apenas alcanzan el 1% los estudiantes y el 5% los profesionales.

Figura 11. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes 10. ¿Qué contenidos revisó en la capacitación recibida de la metodología BIM?

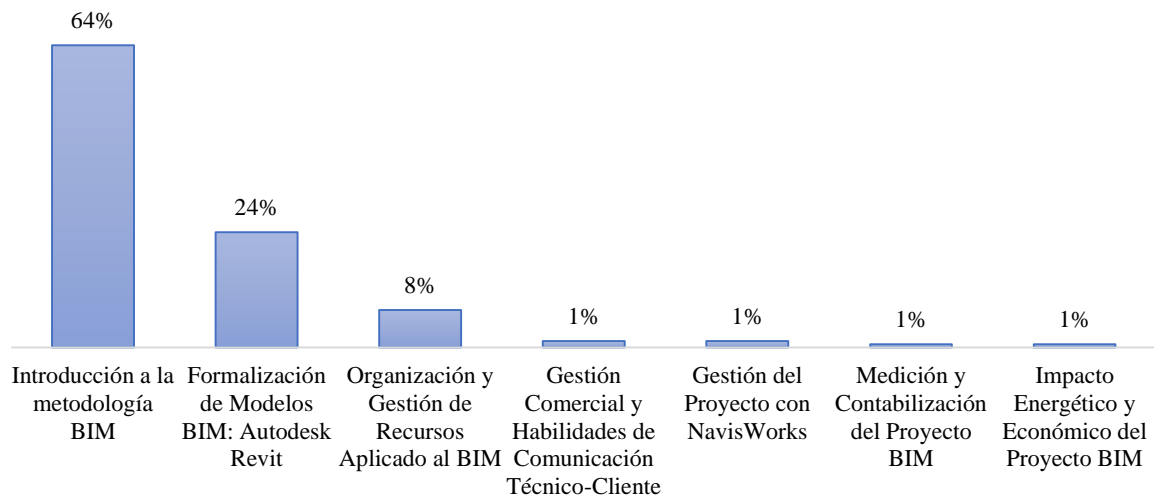
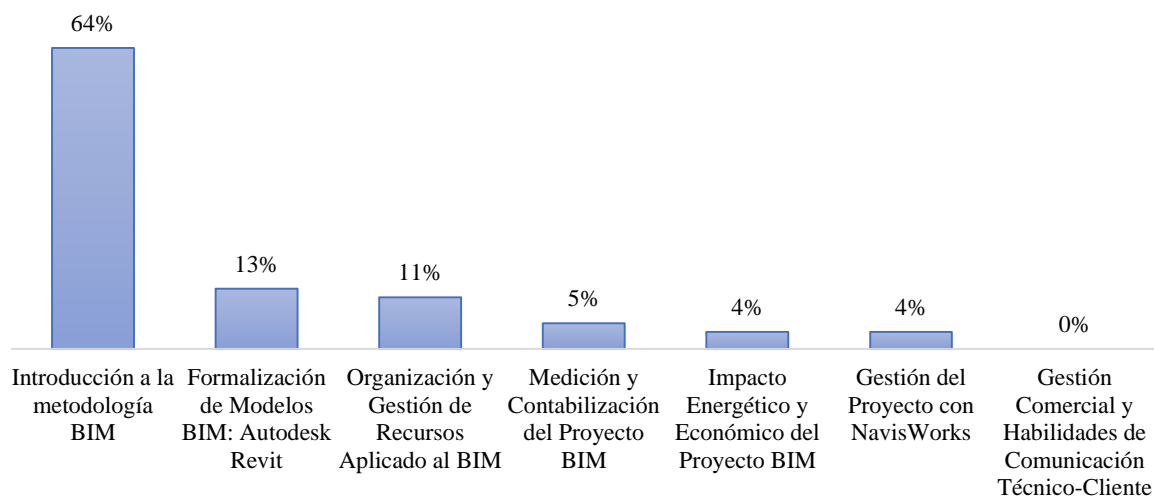


Figura 12. Diagrama de barras de respuestas de profesionales 10. ¿Qué contenidos revisó en la capacitación recibida de la metodología BIM?



A continuación, se presenta el diagrama de barras para analizar el uso de software en capacitaciones sobre la metodología BIM por parte de estudiantes (Figura 13) y profesionales (Figura 14). En ambas gráficas se puede apreciar que los únicos softwares utilizados son AutoCAD y Revit, siendo este último el que tiene mayor porcentaje. Por otro lado, el uso de software como CypeCAD y Microsoft Project apenas alcanzan el 1% en estudiantes y 5% en profesionales. De cierta manera los cursos y capacitaciones en el Ecuador están tomando una filosofía errada de lo que es la metodología BIM, argumentando que su uso se limita al modelamiento 3D y no al trabajo colaborativo, idea que se demuestra con los resultados obtenidos.

Figura 13. Diagrama de barras de respuestas de estudiantes 11. ¿Cuáles de los siguientes softwares utilizó en la capacitación recibida de la metodología BIM?

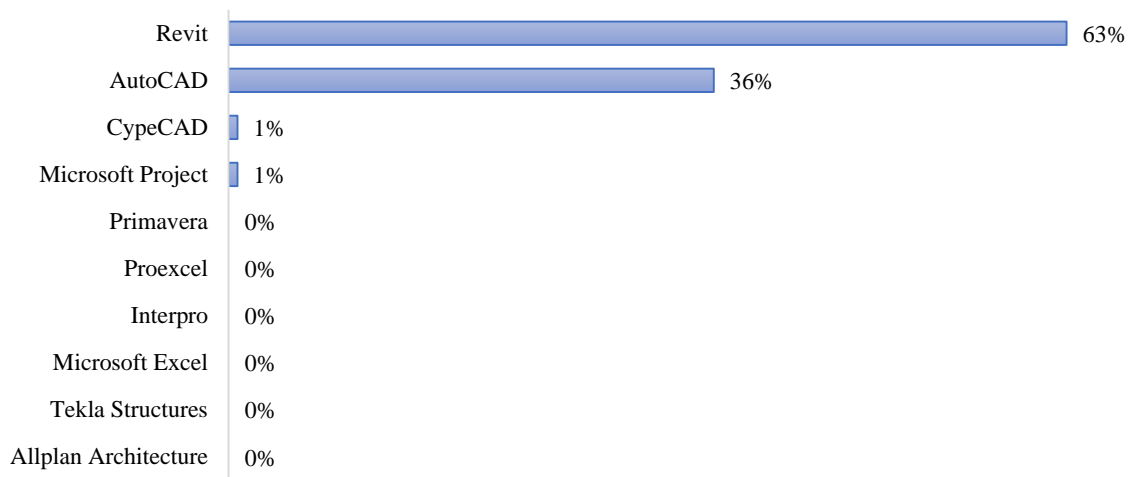
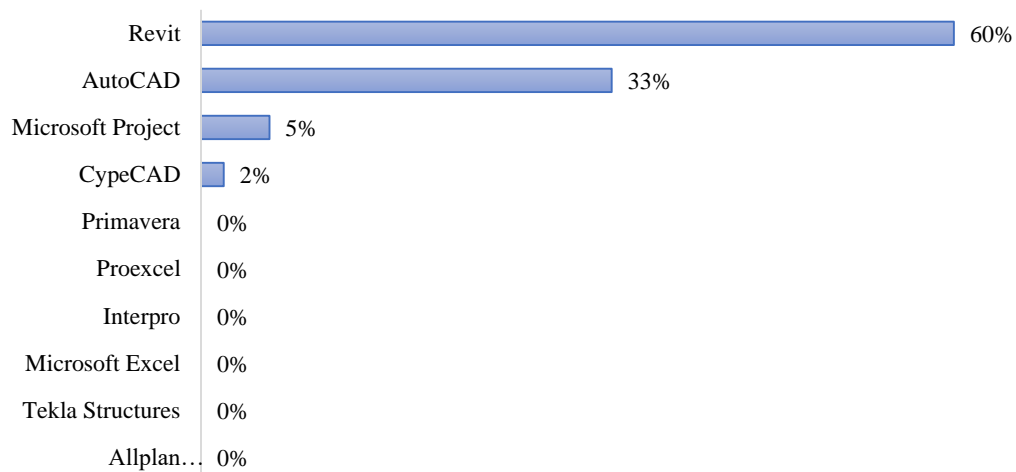
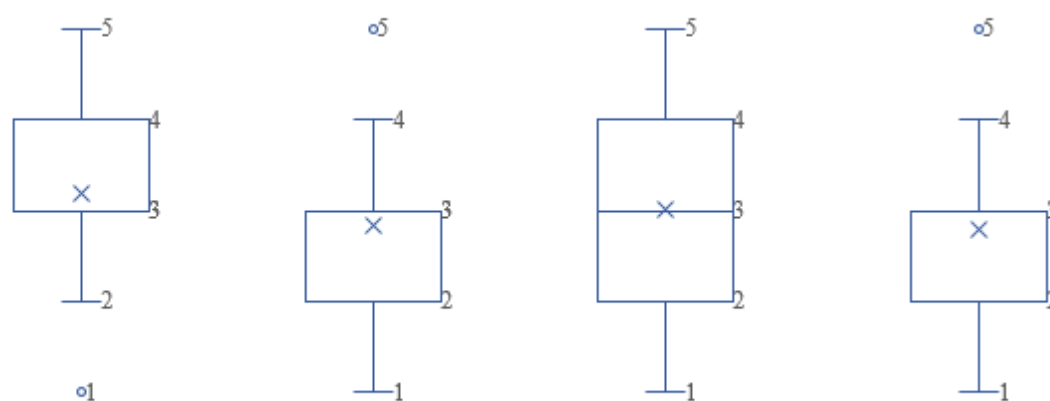


Figura 14. Diagrama de barras de respuestas de profesionales 11. ¿Cuáles de los siguientes softwares utilizó en la capacitación recibida de la metodología BIM?



En la figura 15 se expone las respuestas de los encuestados respecto a los enfoques priorizados en capacitaciones BIM. En la presente investigación se encuentra que el 75% de estudiantes señalan que los cursos recibidos anteponen como enseñanza principal el uso de software como: Revit, AutoCAD, Microsoft Project, etc. Mientras que las opciones b y d respecto al trabajo colaborativo y dimensiones BIM respectivamente, el 75% de estudiantes encuestados indican que son temas poco tratados con tendencia a muy bajo.

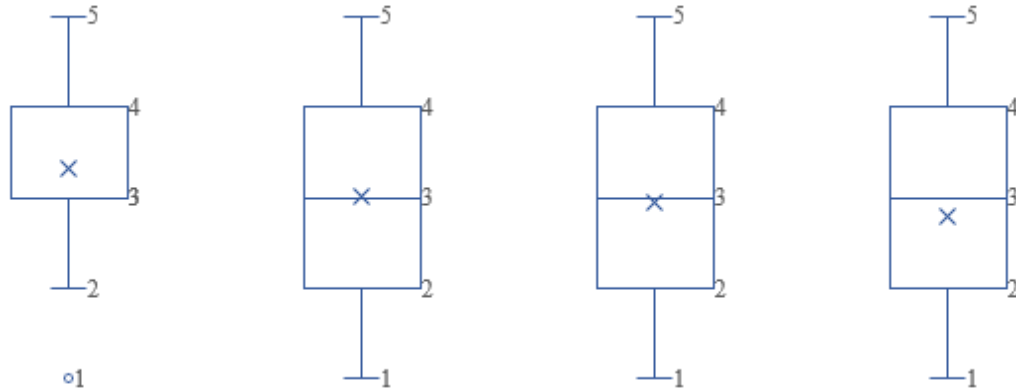
Figura 15. Diagrama de cajas de respuestas de estudiantes 12. ¿Cuál de los siguientes enfoques se priorizó en las capacitaciones BIM recibidas en Ecuador?



El uso de Softwares como: (REVIT, AUTO CAD, Microsoft Project, etc.)	El trabajo colaborativo como base para el desarrollo de proyectos BIM	Globalizan que se trata del desarrollo de modelos 3D	Se estudia por completo todas las dimensiones BIM (1D - 7D)
--	---	--	---

Para el caso de los profesionales (figura 16), de igual manera cerca del 75% de respondientes exponen que el uso de software es el tema principal en las capacitaciones recibidas. de las demás opciones presentadas todas presentan variabilidad en sus respuestas, lo que quiere decir que los cursos y capacitaciones no poseen una normativa en la cual referirse para la enseñanza de la metodología BIM.

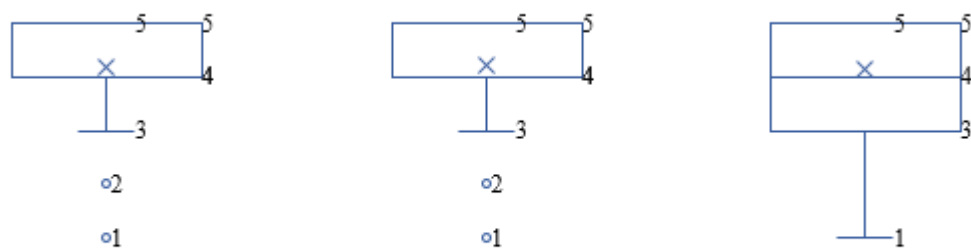
Figura 16. Diagrama de cajas de respuestas de profesionales 12. ¿Cuál de los siguientes enfoques se priorizó en las capacitaciones BIM recibidas en Ecuador?



El uso de Softwares como: (REVIT, AUTO CAD, Microsoft Project,etc.)	El trabajo colaborativo como base para el desarrollo de proyectos BIM	Globalizan que se trata del desarrollo de modelos 3D	Se estudia por completo todas las dimensiones BIM (1D - 7D)
--	---	--	---

En relación a las actitudes colaborativas de los encuestados. Los estudiantes muestran que la confianza y respeto mutuo son las principales actitudes que deben tener los integrantes para un trabajo colaborativo (figura 17). Al contrario de los profesionales donde señalan que, si son importantes estas actitudes, pero no más que el entendimiento común entre participantes (figura 18).

Figura 17. Diagrama de cajas de respuestas de estudiantes 13. Al desarrollar un trabajo colaborativo, ¿qué tan importante es para usted estas tres actitudes?

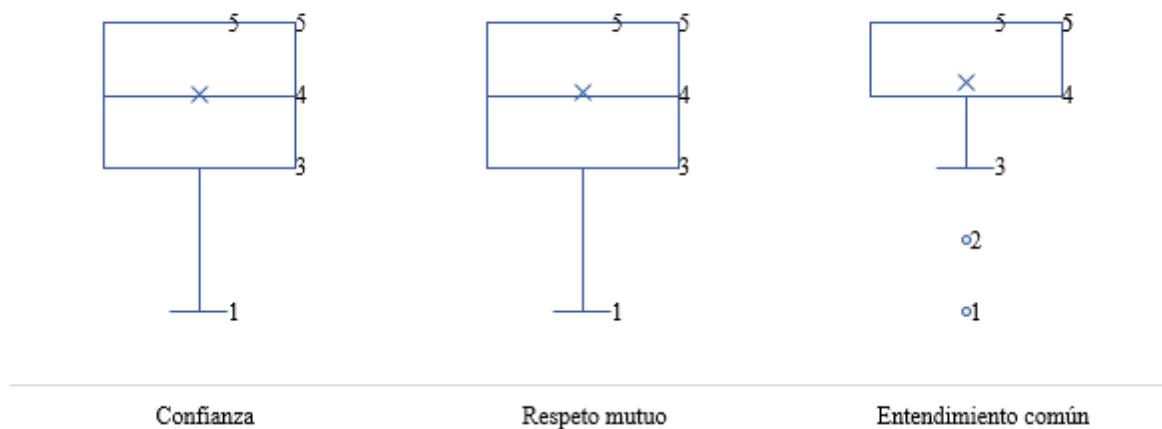


Confianza

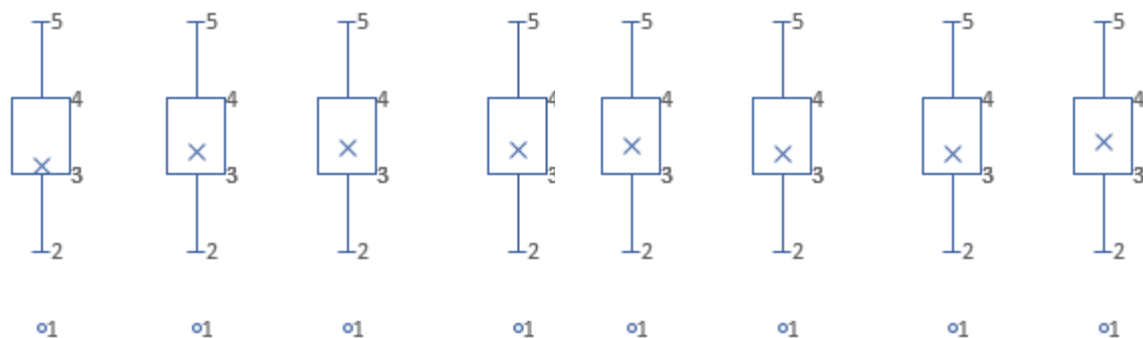
Respeto mutuo

Entendimiento común

Figura 18. Diagrama de cajas de respuestas de profesionales 13. Al desarrollar un trabajo colaborativo, ¿qué tan importante es para usted estas tres actitudes?

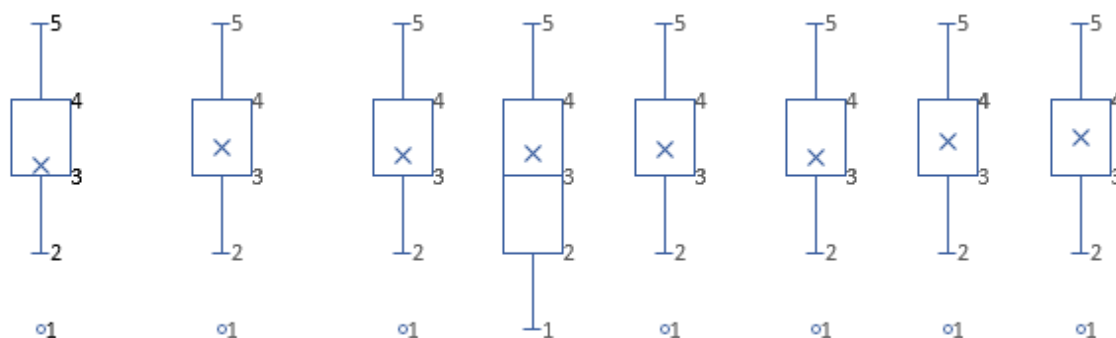


Por último, se analiza la pregunta 14 destinada a las habilidades colaborativas. Observando los diagramas de cajas de respuestas de estudiantes y profesionales.



Comunicación efectiva. (Emitir ideas de manera clara y efectiva)	Pensamiento crítico. (Pensar más allá de la solución)	Resolución de problemas técnicos y sociales. (Comparar situaciones problemáticas)	Trabajo en equipo. (Interactuar y trabajar efectivamente con otros)	Formación autónoma permanente. (Relacionar las experiencias con nuevos aprendizajes)	Emprendimiento. (Dar soluciones novedosas a una necesidad o problema)	Liderazgo de equipo. (Saber supervisar y ayudar a conseguir las metas del equipo)	Autoliderazgo. (Esfuerzo y determinación para lograr las metas y manejo de imprevistos)
--	---	---	---	--	---	---	---

Figura 19. Diagrama de cajas de respuestas de profesionales 14. ¿Qué nivel de desarrollo logró mediante la capacitación BIM en las siguientes habilidades?

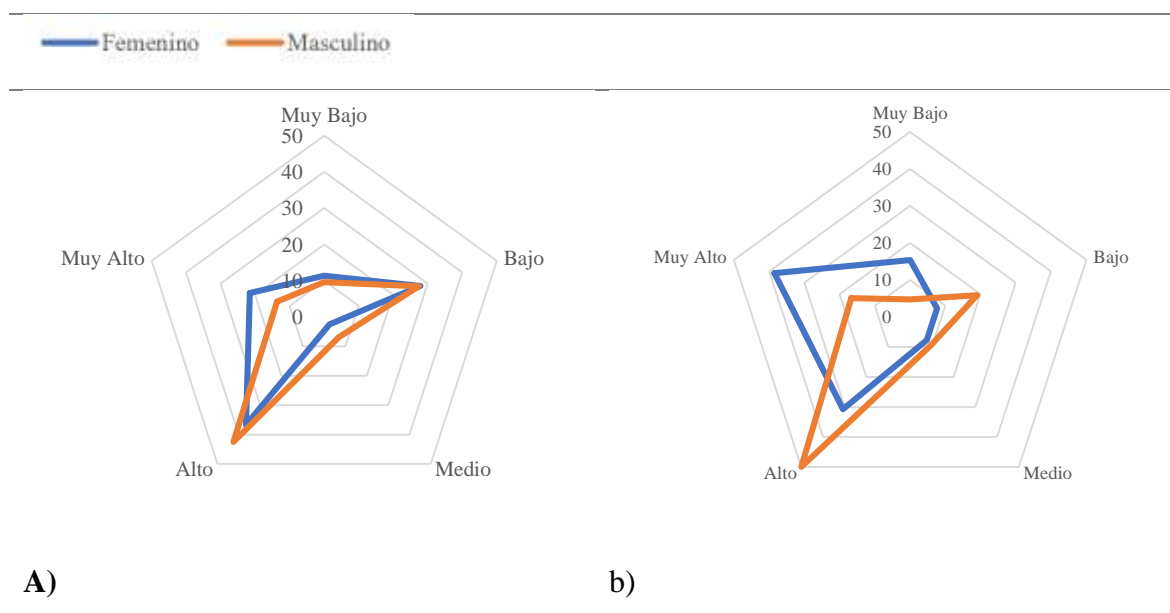


Comunicación efectiva. (Emitir ideas de manera clara y efectiva)	Pensamiento crítico. (Pensar más allá de la solución)	Resolución de problemas técnicos y sociales. (Comparar situaciones problemáticas)	Trabajo en equipo. (Interactuar y trabajar efectivamente con otros)	Formación autónoma permanente. (Relacionar las experiencias con nuevos aprendizajes)	Emprendimiento. (Dar soluciones novedosas a una necesidad o problema)	Liderazgo de equipo. (Saber supervisar y ayudar a conseguir las metas del equipo)	Autoliderazgo. (Esfuerzo y determinación para lograr las metas y manejo de imprevistos)
---	---	---	---	--	---	---	---

Los respondientes poseen un nivel de bajo a normal en el desarrollo de habilidades colaborativas, recalcando que el trabajo en equipo es la habilidad menos desarrollada por parte de los profesionales lo cual se puede fundamentar en que los profesionales han sido educados bajo una método tradicional en el cual todas las disciplinas trabajan de manera aislada (Becerik-Gerber, A.M.ASCE, Ku, & Jazizadeh, 2012). Estos resultados tienen congruencia con los análisis realizados anteriormente, pues si los cursos y capacitaciones no ofertan a la metodología BIM como una metodología de trabajo colaborativo, los estudiantes y profesionales no podrán desarrollar la capacidad colaborativa. De esta manera se puede decir que el concepto de BIM está siendo entendido de diferentes maneras.

En el siguiente análisis mediante diagramas de radar, se muestra el porcentaje de respondiente acorde a cada pregunta de identificación, consolidados en las dimensiones, querer poder y saber.

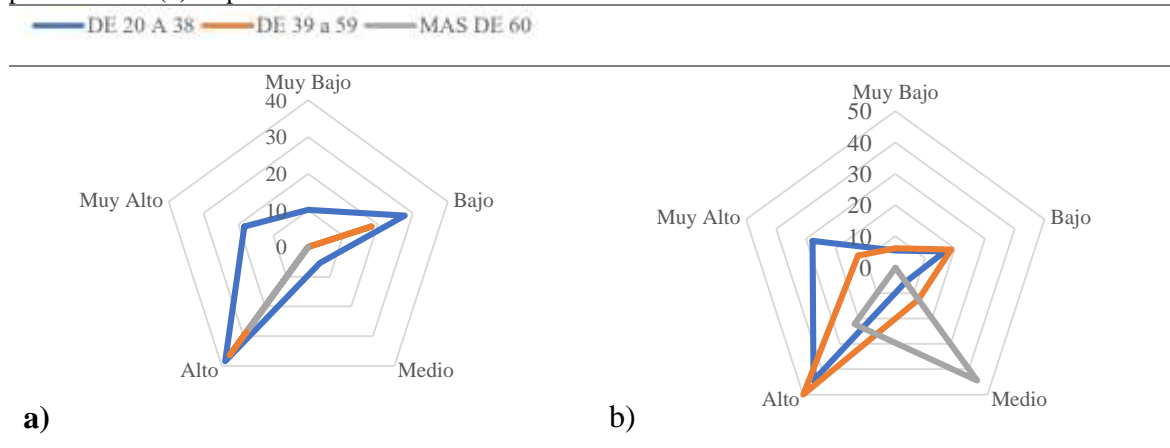
Figura 20. Diagrama de radar dimensión querer por género expresado en porcentaje, correspondiente a estudiantes (a) y profesionales (b)



En la figura anterior, se detalla la dimensión querer identificada por el género, tanto para estudiantes como para profesionales, donde se observa que el género femenino está por encima del masculino marcado una tendencia hacia un nivel muy alto en relación con el masculino, que se queda en un nivel alto. A pesar de esta diferencia, el resultado nos demuestra que los estudiantes y profesionales ya sean de género masculino o femenino están motivados para trabajar colaborativamente. Como añadidura se evidencia un ligero nivel más alto de motivación en los profesionales que en los estudiantes.

Los gráficos expuestos a continuación, tienen como fin identificar el nivel del encuestado en la dimensión querer teniendo en cuenta su edad.

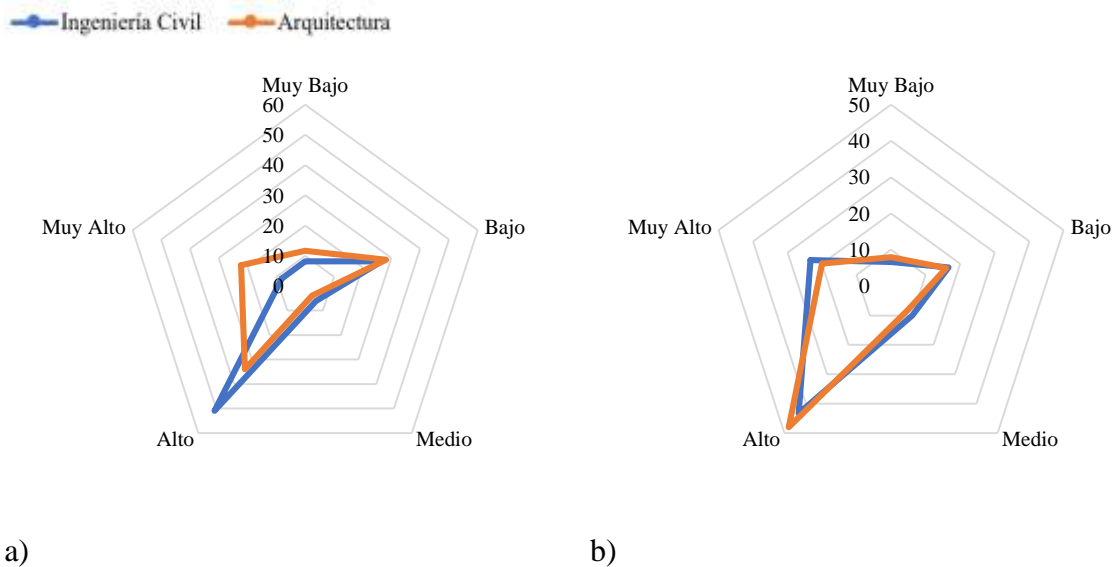
Figura 21. Diagrama de radar dimensión querer por edad expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



En lo que respecta a los estudiantes de 20 a 38 años de edad hay que indicar que poseen una mayor motivación para trabajar colaborativamente, en comparación a los de mayor edad. Para el caso de los profesionales de igual manera la lista la encabeza los de 20 a 38 años de edad con un nivel enfocado hacia muy alto seguido de los de 39 a 59 años con un nivel alto y finalmente con un nivel medio los profesionales de más de 60 años. Lo que indica que la edad y características generacionales estarían influyendo en la motivación para trabajar colaborativamente y por consecuencia en la dimensión querer.

En el siguiente grafico se muestra el nivel que se obtiene en la dimensión querer diferenciando a los encuestados por la rama de estudios o profesión.

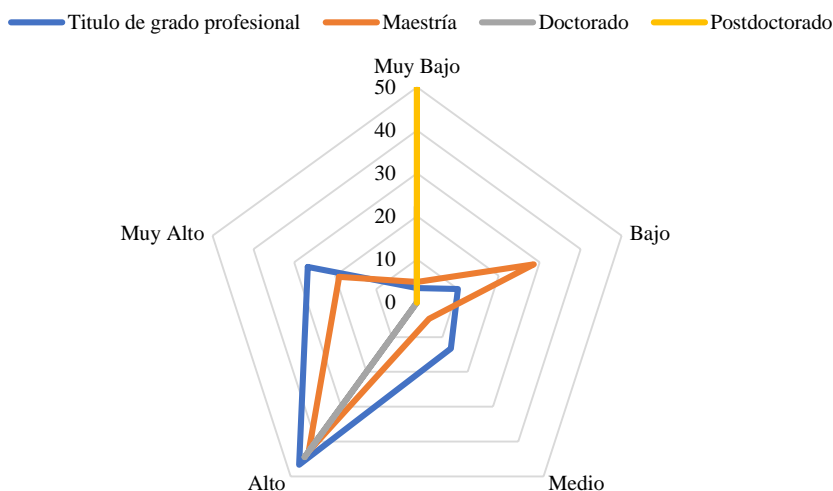
Figura 22. Diagrama de radar dimensión querer por Profesión expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



Los estudiantes de la carrera de ingeniería civil que reciben cursos y capacitaciones sobre la metodología BIM, se encuentran más motivados para trabajar colaborativamente que los estudiantes de arquitectura, resultado que se evidencia también en el caso de los profesionales donde ligeramente se ve una superioridad de los ingenieros civiles en comparación con los arquitectos.

Por otra parte, la dimensión querer también se la identificado tomando en cuenta el nivel de estudios que poseen los profesionales de las ramas de ingeniería civil y arquitectura.

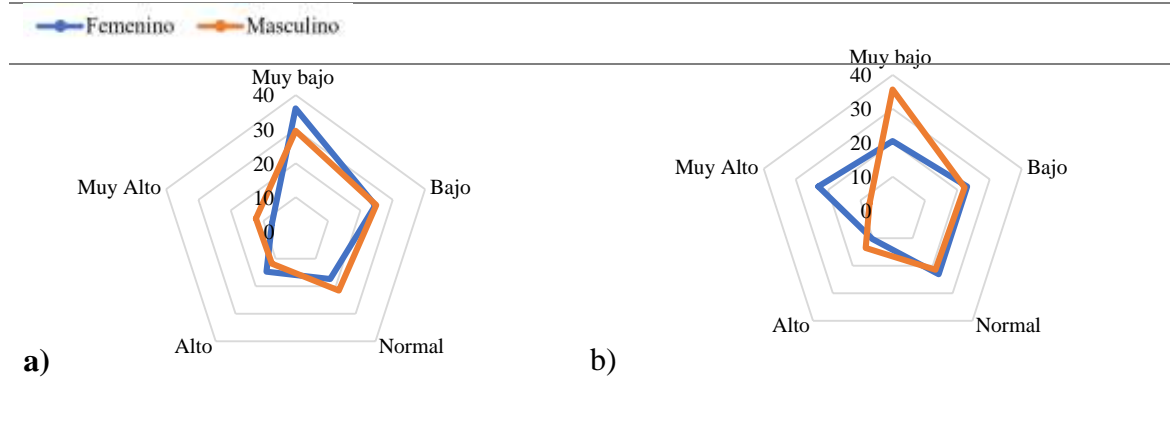
Figura 23. Diagrama de radar dimensión querer por nivel de estudios expresado en porcentaje de profesionales respondientes



Es evidente identificar la falta de motivación que tienen los profesionales con posdoctorado, obteniendo un nivel muy bajo, a diferencia de los demás profesionales quienes tienen una marcada tendencia hacia un nivel Alto de motivación para trabajar colaborativamente. Cabe recalcar que los profesionales con título de tercer nivel son los que mantienen cierta superioridad sobre los demás, seguido de los que poseen maestría y finalmente los que han conseguido llevar sus estudios hasta culminar su doctorado.

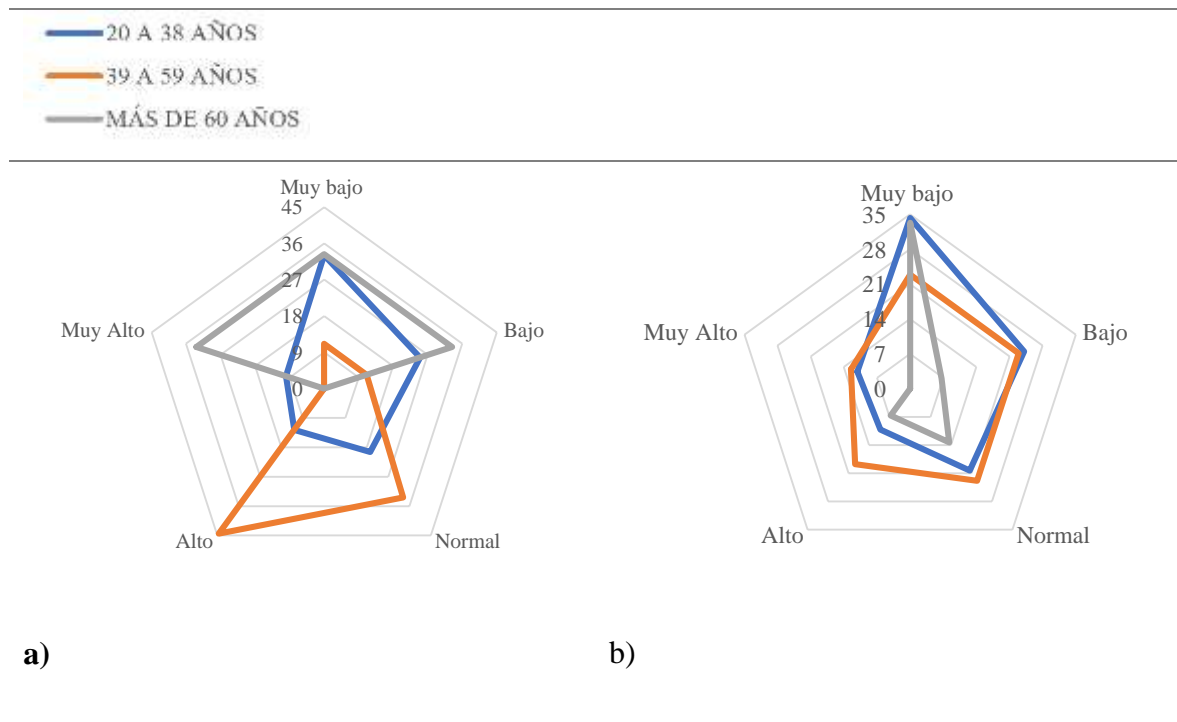
Una revisado la dimensión querer, se procede al análisis de la dimensión poder en base a las características identificativas de los encuestados. Para ello la siguiente figura muestra la diferencia que existe entre estudiantes y profesionales del género masculino y femenino.

Figura 24. Diagrama de radar dimensión poder por género expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



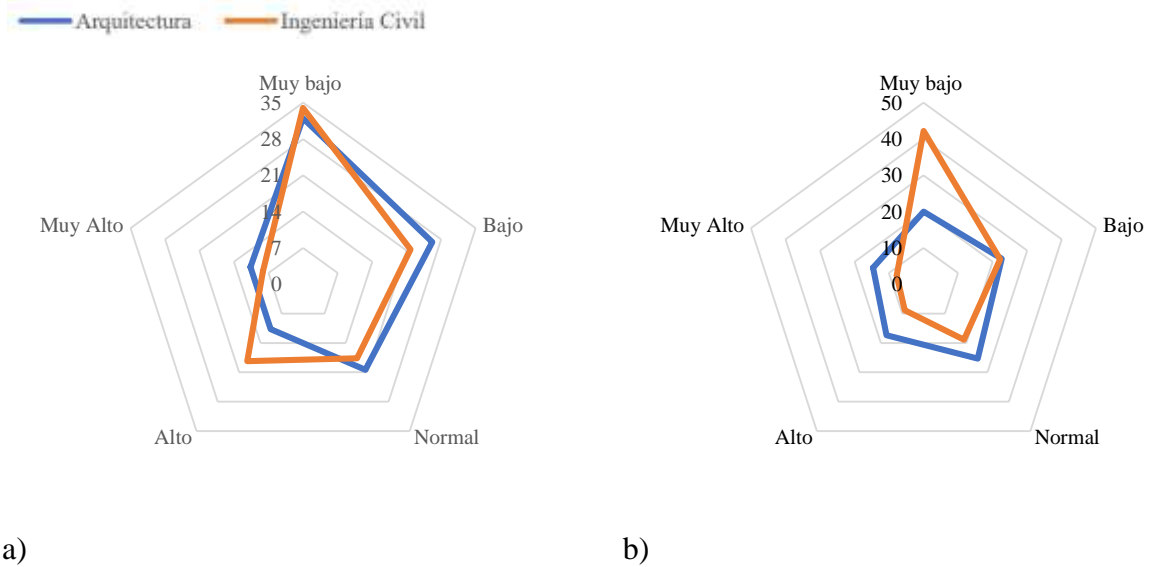
En cuestión del poder, los estudiantes del género masculino supera al femenino, sin dejar de lado que los dos se encuentran en un nivel bajo a muy bajo de poder trabajar colaborativamente. Por el contrario, se puede observar que para los profesionales el género femenino deja por detrás al género masculino, pero evidenciando que los dos se albergan entre el nivel normal, bajo y muy bajo, aun sabiendo que ya fueron capacitados bajo la metodología BIM.

Figura 25. Diagrama de radar dimensión poder por edad expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



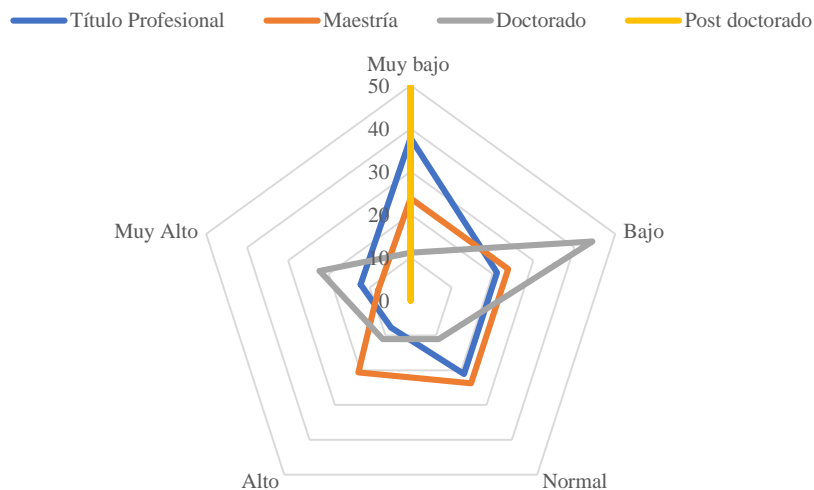
El nivel que obtienen los estudiantes acorde a la dimensión poder respecto a su edad, es variado, pues los pertenecientes a la generación Y mantienen un nivel bajo, los de la generación X se encuentran entre normal y alto. Finalmente en los baby Boomers hay una gran diversidad puesto que un gran porcentaje se encuentran en un nivel alto, pero más de la mitad mantienen un nivel de bajo a muy bajo. Para los profesionales es clara la superioridad de los de 39 a 59 años seguido de los de 20 a 38 años y marcando una tendencia hacia el nivel muy bajo los de más de 60 años. Lo cual nos indicaría que la edad es un factor influyente en la dimensión poder.

Figura 26. Diagrama de radar dimensión poder por profesión expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



Ahora bien, con respecto a la rama de estudios o profesión, los estudiantes de ingeniería civil muestran un mejor desenvolvimiento en temas acordes a la dimensión poder que los estudiantes de arquitectura. Esto no se asemeja con lo visto en los profesionales, por la razón que los Arquitectos superan a los ingenieros civiles en la dimensión poder.

Figura 27. Diagrama de radar dimensión poder por nivel de estudios expresado en porcentaje de profesionales respondientes



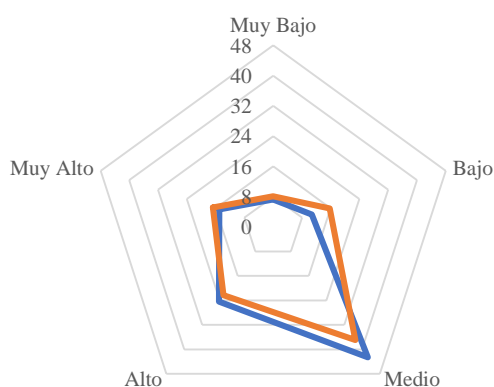
Los estudiantes de post doctorado no muestran ni el más mínimo interés por desenvolverse en entornos colaborativos y desconocen del tema de organización y planeación de reuniones colaborativas, por lo cual su nivel en la dimensión poder se alberga en su totalidad en el nivel más bajo. Al contrario de los que poseen maestría quienes lideran

esta categoría, pero manteniendo un nivel que va del normal a muy bajo, seguido de los profesionales con doctorado con un nivel bajo y finalmente con una tendencia hacia muy bajo los que tienen título de grado profesional.

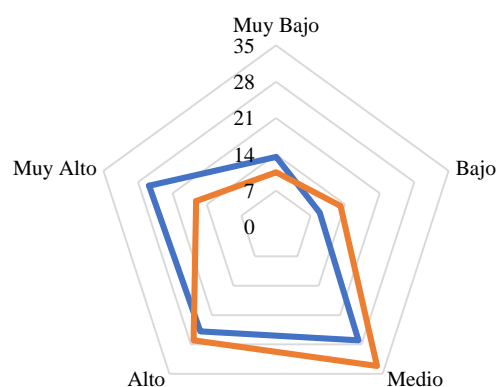
A continuación se muestra las gráficas de radar correspondientes a la dimensión saber de acuerdo con cada identificativo de los encuestados e iniciamos con el análisis por género.

Figura 28. Diagrama de radar dimensión saber por género expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes

— Femenino — Masculino



a)

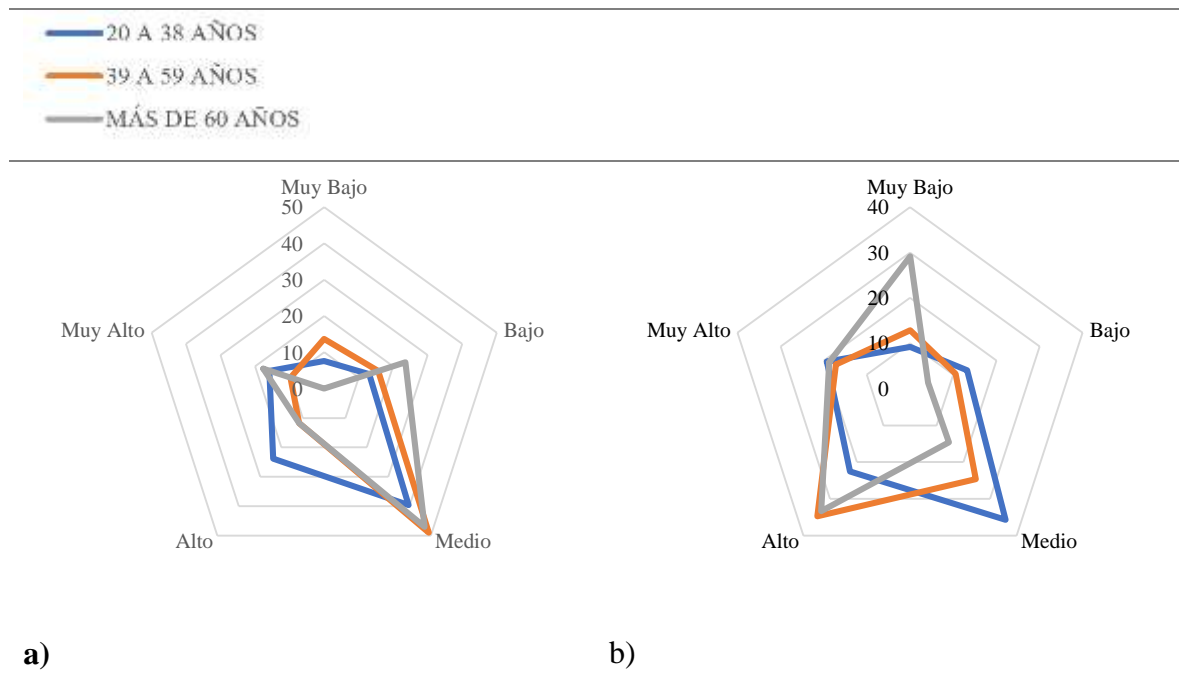


b)

El resultado nos demuestra que el género femenino tiene un nivel superior que los de género masculino, tanto para los estudiantes y profesionales, pero es importante mencionar que los profesionales poseen un nivel superior a los estudiantes y es algo que se podría esperar al menos en la dimensión saber puesto que los profesionales ya sea por cursos estudios más avanzados o experiencias vividas, sus conocimientos están más desarrollados.

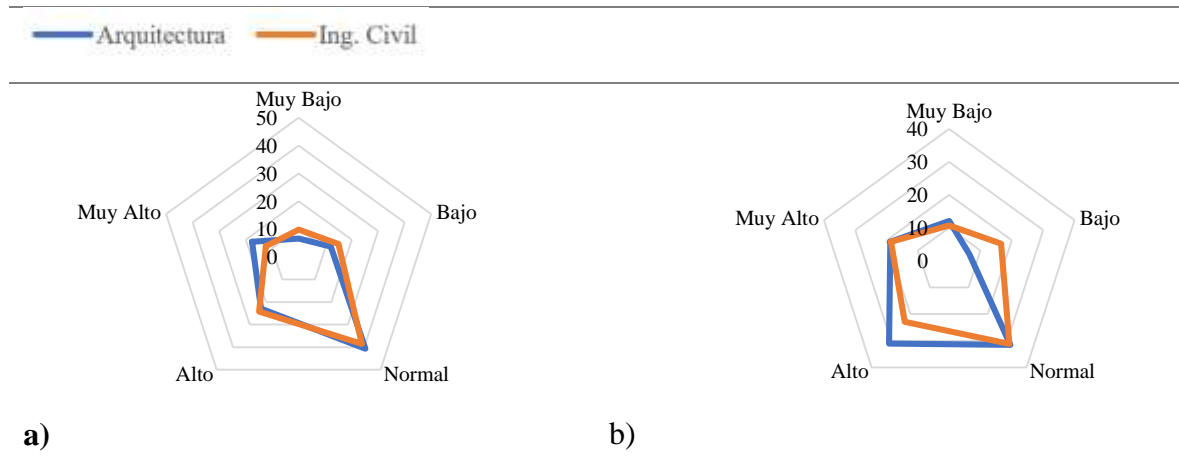
En el gráfico anterior, la dimensión saber se hace evidente acorde a la edad del encuestado.

Figura 29. Diagrama de radar dimensión saber por edad expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



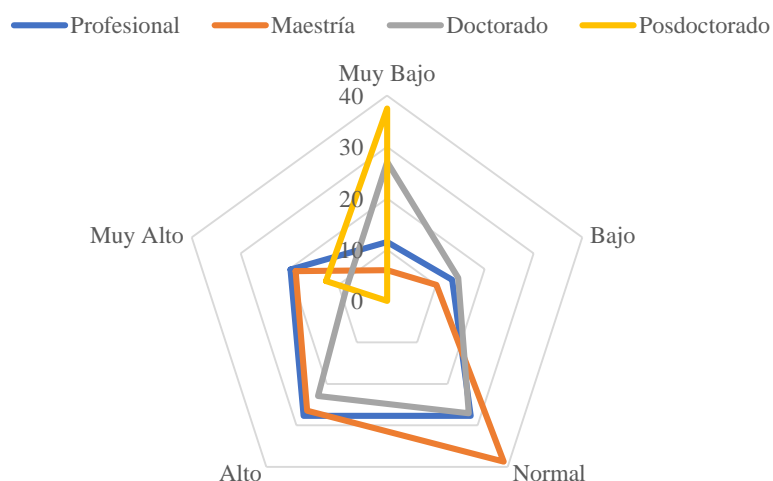
En efecto, se tiene que los estudiantes con edad entre 20 a 38 años, poseen un nivel de alto a medio, superando por poco a los mayores de 60 años quienes ocupan el segundo lugar con un nivel medio, y por último a los estudiantes entre 39 a 59 años los cuales están bajo el nivel medio. En cambio, en los profesionales, la generación X, tienen una tendencia hacia el nivel alto, seguido de los mayores de 60 años obteniendo un nivel en la dimensión saber entre alto y medio y al final la generación Y con un nivel medio. Nuevamente se evidencia una superioridad de los profesionales sobre los estudiantes en este análisis.

Figura 30. Diagrama de radar dimensión saber por profesión expresado en porcentaje de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



Al observar los gráficos de radar se identifica que los profesionales de ingeniería civil están relativamente por debajo que los arquitectos obteniendo un nivel alto en la dimensión saber. No obstante, en el caso de los estudiantes la diferencia que existe es mínima, pero se puede aseverar que los estudiantes de arquitectura están con un nivel por encima que los estudiantes de ingeniería civil.

Figura 31. Diagrama de radar dimensión saber por nivel de estudios expresado en porcentaje de profesionales respondientes



Finalizando el análisis de la dimensión saber, tenemos que un factor importante dentro de los aspectos que engloba esta dimensión es el nivel de estudios, puesto que los profesionales con post doctorado, se diferencia de los demás manteniendo un nivel muy bajo, de igual manera los que poseen doctorado tienden a tener un nivel muy bajo, pero al observar a los de maestría ya se mantienen en el nivel normal, pero sobre todos los anteriores se encuentran los que cuentan con un título de grado profesional llegando a tener el nivel alto.

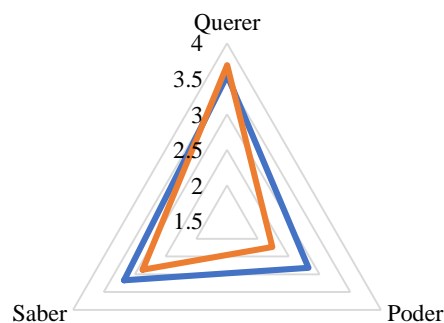
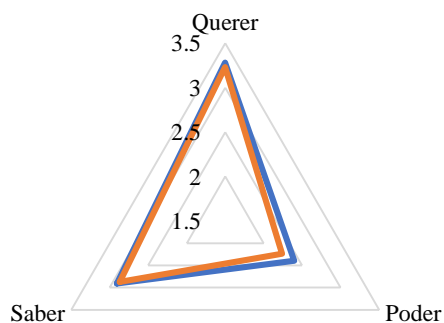
Una vez realizado el análisis de forma individual del querer, poder y saber, es necesario juntar las tres dimensiones con lo cual podremos conocer el resultado consolidado de nuestra investigación donde cada uno de los factores de identificación tendrá su valoración sobre cinco en cada una de las dimensiones representadas en un gráfico de radar.

Esta calificación final está en base a la escala de Likert de 5 puntos utilizada para la evaluación de las preguntas de nuestra encuesta. Iniciamos dando una calificación de 1 a Muy Bajo, 2 Bajo, 3 Normal, 4 Alto y 5 el nivel Muy Alto.

Como primer punto tenemos la diferencia entre estudiantes y profesionales teniendo como filtro el género de los mismo.

Figura 32. Diagrama de radar dimensiones querer, poder, saber por género de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes

— Femenino — Masculino

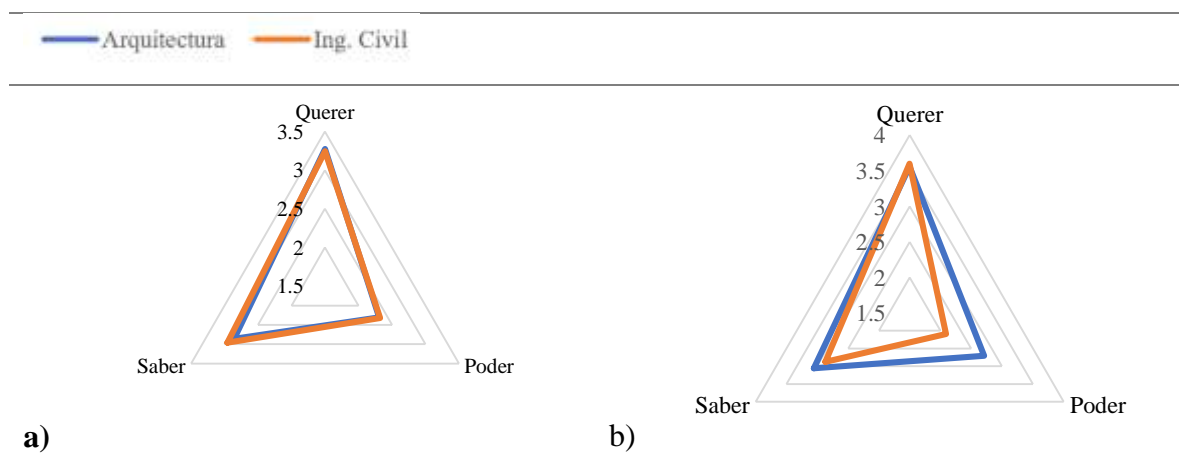


a)

b)

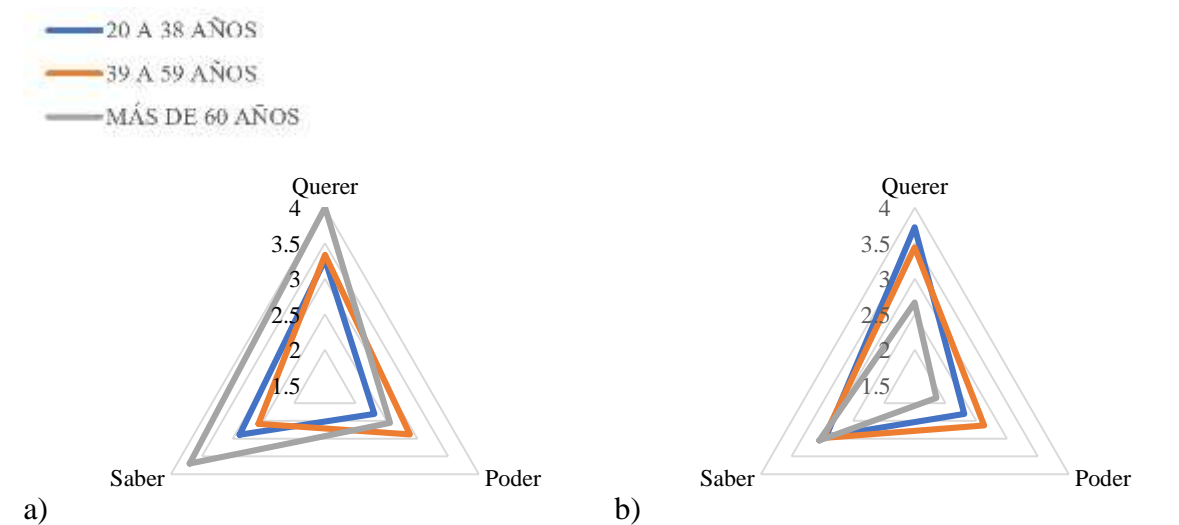
Los resultados arrojados por las gráficas anterior nos demuestran que los estudiantes de género masculino y femenino tienen gran similitud, pero con cierta superioridad por parte del género femenino en las tres dimensiones, pero es imprescindible mencionar que la dimensión con mayor puntuación es la del querer seguida del saber y finalmente el poder, resultado que se asemeja al obtenido por Guaranga y Pinta (2021). En relación a los profesionales la diferencia es más notoria donde el género femenino supera al masculino en las dimensiones poder y saber, únicamente en el querer es donde el género masculino obtiene una puntuación mayor. De igual manera como en los estudiantes los profesionales obtienen una puntuación mayor en la dimensión querer, después la segunda el saber y por último el poder.

Figura 33. Diagrama de radar dimensiones querer, poder, saber por profesión de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



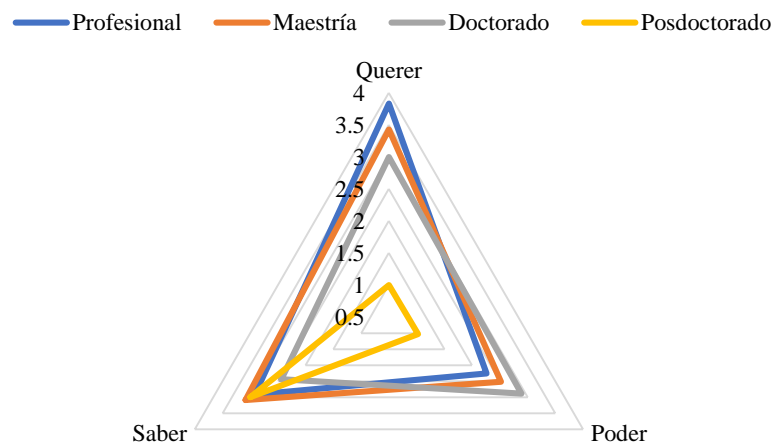
En este aspecto se observa que tanto los estudiantes de arquitectura e ingeniería civil poseen una puntuación similar en las tres dimensiones, pero nuevamente la dimensión querer toma la delantera por delante del saber, y este a su vez del poder. En cambio, los profesionales su diversidad es evidenciada en el resultado pues las diferencias son perceptibles, donde los arquitectos se encuentran más aptos que los ingenieros civiles al menos en las dimensiones saber y poder. En el querer no existe diferencia como tal lo que indica que los profesionales se sienten igual de motivados para realizar trabajos colaborativos pero tal vez no saben lo necesario y por ende no podrían desenvolverse correctamente en un ambiente BIM.

Figura 34. Diagrama de radar, dimensiones querer, poder, saber por edad de estudiantes (a) y profesionales (b) respondientes



La edad de los estudiantes y profesionales de la ingeniería y arquitectura resultaron ser un factor importante puesto que se observan diferencias entre las puntuaciones obtenidas. Para el primer caso (a), los estudiantes de la generación “Y” y Baby Boomers obtienen una mayor calificación en el querer, seguido del saber y por último el poder, resultado que no comparten los estudiantes de 39 a 59 años, quienes quieren y pueden más de lo que saben. Para los profesionales de la generación Y, sostienen una puntuación mayor en la dimensión querer, en segundo lugar, la dimensión saber y último lugar al poder. En la generación X, pueden más que las demás generaciones, pero le faltaría motivación para incursionarse en BIM, de igual forma a los Baby Boomers quienes su puntuación esta sobre las demás generaciones en el saber, pero se evidencia que el querer y el poder es un punto débil para este grupo de profesionales. Con este resultado se puede mencionar que de cierta manera el tema generacional y sus estigmas de a poco se van rompiendo puesto que las constantes capacitaciones y la demanda de nuevos perfiles profesionales, están obligando tanto en estudiantes y profesionales a modificar su forma de pensar y de actuar con el fin de no quedarse fuera de la nueva revolución de la industria de la construcción.

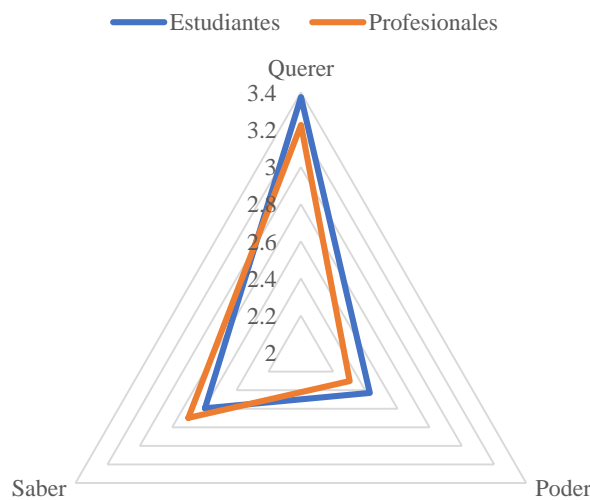
Figura 35. Diagrama de radar, dimensiones querer, poder, saber por nivel de estudio de profesionales respondientes



En base al nivel de estudios de los profesionales, se evidencia que para la dimensión querer los que poseen un título de grado profesional, mantienen el nivel más alto, precedido por los de maestría, doctorado y post doctorado respectivamente. Por otra parte, la dimensión poder la lideran los que han obtenido su doctorado, seguido de los maestrantes, profesionales con título de tercer nivel, y por debajo de todos, los que tienen post doctorado. Ahora bien, la dimensión saber la puntuación más alta es compartida entre los de post doctorado, maestría

y profesionales con título de tercer nivel, sin embargo, los de doctorado se muestran un poco por detrás de los demás. En este punto, la calificación obtenida por los de post doctorado se hace curiosa, por la razón que no muestran ningún interés en el querer y poder incursionarse de manera colaborativa en proyectos BIM, podría ser que su campo laboral ya sea limitado a la investigación, pero poseen evidentemente los conocimientos habilidades y actitudes (dimensión saber), por razón de su trayectoria académica.

Figura 36. Diagrama de radar dimensiones querer, poder, saber por estudiantes y profesionales respondientes



Del resultado final obtenemos una comparación en base a las dimensiones querer, poder y saber entre los estudiantes y profesionales, donde se determina que los estudiantes se encuentran más motivados que los profesionales, esto puede deberse a las constantes conferencias y nuevas noticias sobre la incursión de BIM al país, y su revolucionaria y novedosa manera de llevar a cabo un proyecto en la industria de la construcción. Al hablar de la dimensión poder de igual manera los estudiantes están por encima de los profesionales, y esto puede aplicarse a que las nuevas generaciones están llevando un ritmo de estudio digital, aún más con la influencia del confinamiento a causa de la pandemia por COVID 19, lo cual ha obligado a estudiantes a organizarse de manera distinta a la tradicional por medios digitales y sin tener encuentros personales con sus compañeros de trabajo y de estudios, creando de manera inconsciente reuniones y entornos de colaboración (Aguilar, 2020). Por lo contrario, en la dimensión saber los profesionales tienen superioridad sobre los estudiantes ya sea por razón de experiencia, trabajo en campo, desarrollo de proyectos de diseño y construcción, donde su situación demanda el conocimiento de nuevos saberes como lo son

roles, actitudes y habilidades colaborativas, los cuales son parte de la nueva metodología de trabajo colaborativo BIM.

En base a un análisis general de las tres dimensiones querer, poder y saber que comprende la capacidad colaborativa, se obtiene que los estudiantes y profesionales después de haber sido capacitados se encuentran principalmente motivados para trabajar colaborativamente. Respecto a la dimensión saber la experiencia, el desenvolverse en el campo laboral, la capacitación y por ende el nivel de estudios influye en el resultado, demostrando que los profesionales superan a los estudiantes en esta dimensión. Recalcando que, en ambos casos el saber supera al poder, pero no al querer. Es así que el poder es la dimensión menos desarrollada por parte de estudiantes y profesionales, resultados que concuerdan con lo dicho por Guaranga y Pinta (2021), lo cual nos indica que las capacitaciones e instituciones de educación superior no estarían llevando a la práctica (poder) los conocimientos impartidos. Entregándonos profesionales voluntariosos para trabajar de manera colaborativa, con conocimientos, actitudes y habilidades adquiridas con un enfoque errado sobre el concepto de la filosofía BIM, y que además presentan signos de inseguridad sobre poder o no poder desarrollar su trabajo bajo la metodología BIM.

Los resultados obtenidos en la dimensión querer son similares para ambos géneros, tanto en estudiantes como profesionales, sin embargo, se estimaría por la respuesta de los encuestados que el género femenino estaría más apto para trabajar colaborativamente, concordando con lo expuesto por Guaranga y Pinta (2021). Ahora bien, los estudiantes de ingeniería civil y arquitectura no muestran diferencias notorias en ninguna dimensión, al contrario de los profesionales, pues los arquitectos se encontrarían más aptos para incorporarse a proyectos BIM (Lacaze, 2021). Respecto a la edad, el tema generacional ha dejado de ser un factor determinante para la capacidad colaborativa, pues los integrantes de la generación Baby Boomers se encuentran vigentes y muestran interés en la participación de proyectos colaborativos al igual que las demás generaciones, situación que no se asemeja a lo encontrado por Guaranga y Pinta (2021), pues indican una marcada diferencia generacional. En el análisis del nivel de estudio, los que poseen maestría tienen un cuadro más equilibrado en las tres dimensiones que el resto. Es importante destacar que los pertenecientes a post doctorado tienen un conocimiento basto y superior al resto, pero no están interesados y tampoco pueden incursionarse en BIM.

Los resultados obtenidos confirman la baja calidad de cursos y capacitaciones impartidas pues el contenido estudiado lo ven de una manera superficial e introductoria, quizás definiendo términos conceptuales relacionados a la metodología BIM y priorizando el uso de software, pero no desarrollando todas las etapas que comprende, por lo que la capacidad colaborativa no se ha enseñado ni se ha puesto en práctica en ningún momento.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los estudiantes y profesionales de ingeniería civil y arquitectura, después de haber sido capacitados bajo la metodología BIM, han desarrollado la capacidad colaborativa de manera parcial pues se puede observar que se sienten motivados para trabajar colaborativamente después de haber sido capacitados, pero sus conocimientos, actitudes y habilidades adquiridas no han sido desarrollados de manera práctica en entornos y reuniones de tipo colaborativas entendiendo que dichos conocimientos parecieran no ser los necesarios para incluirlos en un proyecto bajo la metodología BIM . Lo cual nos indica que el profesional se mostraría voluntarioso para trabajar colaborativamente, pero sus conocimientos, actitudes y habilidades sobre la filosofía BIM son limitados, puesto que inducen que BIM es el manejo de un software y no una metodología de trabajo colaborativo debido al enfoque estarían tomando las entidades capacitadoras, además de tener duda de poder o no poder desenvolverse de manera correcta en entornos y reuniones colaborativas, concluyendo que quieren más de lo que saben y pueden.

En efecto los profesionales de arquitectura de género femenino, con un nivel de estudios de maestría, sin mayor relevancia de su edad podrían estar más capacitados para desenvolverse en proyectos desarrollados bajo la metodología BIM. En este aspecto, se puede decir que poseen una motivación enfocada el crecimiento de habilidades y conocimientos, un nivel alto en el manejo de softwares como AutoCAD y Revit, demostrando actitudes de confianza y respeto mutuo con rasgos de autoliderazgo.

- **Limitaciones**

Una limitación del presente estudio es que no se logró ahondar sobre la información de los contenidos específicos de los centros y capacitaciones impartidas en el Ecuador, puesto que se me indicó que era información reservada de las empresas capacitadoras, debido a políticas internas. Esto hubiera sido de gran importancia con el fin de poder contrastarlo con los resultados obtenidos en la presenta investigación.

- **Futuras líneas de investigación**

A continuación, se proponen ideas para futuras líneas de investigación, donde se trata de mejorar, ampliar o dar seguimiento al presente estudio.

Se debería investigar las causas por las cuales la dimensión poder mantiene una puntuación baja en comparación con el querer y el poder.

Medir la capacidad colaborativa a los profesionales involucrados en el desarrollo de un proyecto bajo la metodología BIM antes y después de su ejecución.

Medir la capacidad colaborativa de los estudiantes en el desarrollo de un proyecto simulador bajo la metodología BIM realizado en las instituciones de educación superior antes y después de su ejecución.

4.2. Recomendaciones

A las entidades de regulación de empresas capacitadoras se recomienda establecer una guía para la implementación de la metodología BIM en el Ecuador, en base al cual se dará seguimiento y control de la calidad de los contenidos impartidos en los cursos y capacitaciones.

Se recomienda a las instituciones de educación superior y empresas capacitadoras, se concientice a todos los estudiantes y profesionales de la industria AEC sobre la importancia que tiene la capacidad colaborativa para incorporarse de manera exitosa en proyectos desarrollados bajo la metodología BIM.

CAPITULO V. REFERENCIAS

- Adamu, Z., Emmitt, S., & Soetanto, R. (Febrero de 2015). Social BIM: Co-creation with shared situational awareness. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 20, 230-252.
- Almonacid, K., Navarro, J. & Rodas, I. (2015). *Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria "IJ Proyecta"* (Tesis de Master). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Santiago De Surco, Lima, Perú.
- American Society of Civil Engineers. (12 de abril de 2010). ASCE. Obtenido de https://www.asce.org/uploadedFiles/About_Civil_Engineering/Content_Pieces/visi on2025-espanol.pdf
- Andrade, R. (2020). *Análisis en la variación en cantidades de obra y presupuesto entre la metodología tradicional y metodología BIM, caso de estudio: edificio de carrera de arquitectura, UNACH*. Escuela Politécnica Nacional.
- Arkadis. (1 de Abril de 2022). Arkadis. Obtenido de <https://www.arkadis.net/>
- ArquiParados. (04 de 04 de 2022). Arquiparados. Obtenido de <https://www.arquiparados.com/t834-que-son-los-niveles-bim-bim-levels>
- Asad, S., & Dainty, A. (2005). Job Motivational Factors for disparate occupational groups within the UK Construction Sector: a comparative analysis. *Journal of Construction Research*, 6(2), 223-236.
- Becerik-Gerber, B., A.M.ASCE, Ku, K., & Jazizadeh, F. (2012). BIM-Enabled Virtual and Collaborative Construction Engineering and Management. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(3), 234-245.
- Bimobject Corporate HQ. (23 de Marzo de 2020). *blog.bimobject*. Obtenido de <https://blog.bimobject.com/es-fabricantes/motivos-para-trabajar-en-bim>
- Blas, F. d. (2007). *Competencias profesionales en la formación profesional*. Alianza Editorial.
- Briones, C., & Soto, C. (2017). La enseñanza de BIM en Chile, el desafío de un cambio de enfoque centrado en la metodología por sobre la tecnología. *Blucher Design Proceedings*, 3(12), 431-438.
- CAMICON. (14 de Septiembre de 2021). CAMICON . Obtenido de <https://www.camicon.ec/diplomado-internacional-bim-2/>

- Campón, E. (2004). "Poder,saber,saber hacer, querer hacer". Evolución del concepto de competencia. *Training & development digest*(49), 24-26.
- Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación.Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Aten Primaria*, 31(8), 527-538.
- Cerón, I. & Liévano, D. (2017). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto* (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C.
- Chirinos, N. (Julio de 2009). Características generacionales y los valores. Su impacto en lo laboral. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 2(4), 133-153. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2190/219016846007.pdf>
- Coloma, E. (2008). *Introducción a la tecnología BIM*. (U. P. (EGA1), Ed.)
- Consultora P.M.G. (2016). *Diagnóstico de la situación actual de formación de capital humano en BIM en Chile*. Obtenido de <http://www.planbim.cl/InformeDiagnostico/Informe%20de%20Diagnostico.pdf>.
- Erdogan, B., Anumba, C. J., Bouchlaghem, D., & Nielsen, Y. (2014). Collaboration environments for construction: Management of organizational changes. *Journal of Management in Engineering*, 30(3).
- Esbim. (30 de Mayo de 2018). www.esbim.es. Obtenido de <https://www.esbim.es/wp-content/uploads/2018/10/guia-elaboracion-plan-de-ejecucion-bim.pdf>
- ESPOL. (2 de Junio de 2020). *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Obtenido de <https://www.espol.edu.ec/es/evento/curso-de-introducci%C3%B3n-bim-en-autodesk-revit>
- Galicia, S., García, M., & Hernández, L. (2017). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Recuperado el 15 de Agosto de 2020, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tepeji/n8/a9.html>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. (Cuarta ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- GRAPHISOFT. (21 de Mayo de 2021). *Archicad Ecuador*. Obtenido de Graphisoft: <https://archicadecuador.com/diplomado-bim-management/>
- Guaranga, J., & Pinta, L. (2021). *Capacidad colaborativa de los estudiantes y profesionales de ingeniería civil y arquitectura para el desarrollo de proyectos BIM*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.

- Gutiérrez, O. (2015). Estudios de liderazgo de hombres y mujeres. *Revista Política y Estrategia*(126), 13-35.
- Lacaze, L. (Enero de 2021). *Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Encuesta-BIM-America-Latina-y-el-Caribe-2020.pdf>
- LideresEducativos. (04 de Julio de 2018). *RedLab*. Obtenido de <http://redlab.lidereseducativos.cl/wp-content/uploads/2018/07/Niveles-de-Colaboraci%C3%B3n.pdf>
- Maya, L. (2018). *Análisis de la viabilidad para la implementación de metodologías y procesos Building Information Modeling en proyectos de ingeniería y construcción en el Ecuador*. Quito: Escuela politécnica nacional.
- Mohammad, Z. (2018). *BIM implementation in architectural practices: towards advanced collaborative approaches based on digital technologies* (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Mohsen, J. P., & Issa, R. R. (2012). BIM implementation in civil and construction. *Actas de la CIB 29a Conferencia internacional*. Beirut.
- Montaño, M., Palacios, J., & Gantiva, C. (Diciembre de 2009). Teorías de la personalidad. Un análisis histórico del concepto y su medición. *Psychologia. Avances de la disciplina*, 3(2), 81-107. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2972/297225531007.pdf>
- NET-UBIEP. (Agosto de 2018). *net-ubiep.eu*. Obtenido de <http://www.net-ubiep.eu/wp-content/uploads/2018/08/D3.5-Materiales-de-formaci%C3%B3n-para-profesionales.pdf>
- Parra, C., & Rodriguez, F. (2016). La capacitación y su efecto en la calidad dentro de las organizaciones. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 6(2), 131-143. doi:<http://dx.doi.org/10.19053/20278306.4602>
- Prada, M., & Rucci, G. (Julio de 2016). *Banco Interamerica de Desarrollo*. Obtenido de División de Mercados Laborales y Seguridad Social : <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Instrumentos-para-la-medici%C3%B3n-de-las-habilidades-de-la-fuerza-de-trabajo.pdf>
- Rojas, E., & Aramvareekul, P. (01 de 02 de 2003). Is construction labor productivity really declining? *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(01), 41-46. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:1(41)

- Sánchez, F., Higuera, J., Ramírez, A., Nope, Y., & Soto, J. (2020). Análisis de la implementación de la metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos. *Revista boletín Redipe*, 9(11), 165-191.
- Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción* (Segunda ed.). (S. d. C.V., Ed.) México: Alfa Omega Grupo Editor.
- UDLA. (05 de 08 de 2018). *Universidad de las Américas*. Obtenido de <https://www.udla.edu.ec/2018/08/conferencia-bim-udla-2018-el-presente-y-futuro-de-la-arquitectura/>
- UISEK. (04 de Abril de 2022). *Universidad Internacional SEK*. Obtenido de <https://uisek.edu.ec/postgrado/maestria-en-gerencia-de-proyectos-bim/>
- UNIR. (04 de 04 de 2022). *Mundo Posgrado*.
- UTE. (07 de Febrero de 2020). *Universidad Tecnológica Equinoccial*. Obtenido de <https://www.ute.edu.ec/course-item/archicad-avanzado-con-tecnologia-bim/>
- Valverde, D., & Garrido, A. (2016). Cinco cosas que le pido al BIM, una reflexión profesional. *Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, 9, 26-32.
- Véliz, P. (2016). La necesidad de identificar las competencias profesionales en el Sistema Nacional de Salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, 42(3), 484-486. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662016000300015
- Vera, F. (Agosto de 2016). Infusión de habilidades blandas en el currículo de a educación superior: clave para el desarrollo de capital humano avanzado. *Revista akademèia*, 7(1), 53-73.
- Zaragoza, J., & Morea, J. (2015). Guía práctica para la implantación de entornos BIM en despachos de arquitectura. *Madrid: Fe de erratas*.

ANEXOS

Anexo A. Encuesta aplicada a estudiantes y profesionales de ingeniería civil y arquitectura.

CAPACIDAD COLABORATIVA DE ESTUDIANTES Y PROFESIONALES CAPACITADOS BAJO LA METODOLOGÍA BIM

Estimado Profesional/Estudiante

La carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo, se encuentra desarrollando la investigación sobre la medición de las capacidades colaborativas de estudiantes y profesionales de arquitectura e ingeniería civil capacitados bajo la metodología BIM. Por esta razón solicitamos su colaboración respondiendo el siguiente formulario. La explicación necesaria se muestra en cada pregunta. Su participación se mantendrá en absoluta reserva y confidencialidad. Los datos recolectados serán utilizados con fines de investigación únicamente. La actividad le tomará menos de 10 minutos. Agradecemos que sus respuestas sean sinceras y apegadas a la realidad de su experiencia como profesional o estudiante al haber cursado capacitaciones sobre BIM.

El equipo de investigación agradece su participación.

Inf: hcpinta.fic@unach.edu.ec

* Obligatorio

1. ¿Cuál es su género? *

- Femenino
 Masculino

2. ¿En qué rango de edad se encuentra? *

- a. De 20 a 38 años
 b. De 39 a 59 años
 c. Mas de 60 años

3. ¿Cuál es su profesión o carrera universitaria? *

- Ingeniería Civil
 Arquitectura

4. ¿Qué nivel de estudios posee usted? *

- Estudiante universitario
- Título de grado profesional
- Maestría
- Doctorado
- Post doctorado

5. ¿Cuántos años de experiencia tiene en la participación de proyectos de construcción bajo la metodología de trabajo colaborativo? *

- De 0 a 1 año
- De 1 a 3 años
- De 3 a 4 años
- De 4 a 8 años
- De 8 a 12 años
- De 12 a 15 años
- Mas de 15 años

6. **¿Qué le motivó para capacitarse en la metodología BIM? ***

- a) Crecimiento de habilidades y conocimientos
- b) Mejorar la calidad de proyectos
- c) Ahorro de tiempo, costos imprevistos y aumentos de plazos en obra
- d) Cambiar la manera tradicional de llevar un proyecto
- e) Solamente aprendizaje de software

7. **¿Cuánto conoce usted sobre gestionar reuniones de trabajo colaborativo en BIM en los siguientes aspectos? : generar agendas, acta de compromisos, acta de asistencia, convocatorias, dirigir la reunión, generar ambiente de planificación colaborativa ***

- Muy Bajo
- Bajo
- Normal
- Alto
- Muy Alto

8. En función al aprendizaje de BIM y conocimiento adquirido, ¿en qué nivel de trabajo colaborativo cree que se encuentra? *

- a) Aislamiento (no existe colaboración con otros profesionales)
- b) Colaboración Emergente (ocurre eventualmente y no es natural)
- c) Colaboración Irregular o Balcanizada (colaboración entre grupos que no interactúan entre sí en momentos específicos)
- d) Colaboración sostenida y regular (actividades coordinadas y colaborativas entre estudiantes y equipos y profesionales)
- e) Cultura Colegiada (se refleja una cultura natural y cotidiana de colaboración)
- f) Relación Simbiótica (Existe la necesidad común de trabajar en conjunto, donde se comparten aprendizajes profesionales y personales y variedades de experiencias y experticias)

9. Dentro de los siguientes niveles BIM, ¿hasta cuál cree usted que se desarrolló dentro de las capacitaciones recibidas sobre la metodología BIM? *

- a) Impresión a papel y desarrollo de modelos 2D (CAD) como base para la producción de información del proyecto
- b) Desarrollo de trabajo en 2D y 3D entre los involucrados del proyecto que comparten información mediante el uso de la nube omitiendo la utilización de un formato común
- c) Se hace presente el flujo de trabajo colaborativo en base al manejo de información en un mismo formato (Exclusivamente modelos 3D)
- d) Todos los involucrados del proyecto pueden trabajar, acceder y modificar un único modelo por medio de una plataforma colaborativa, eliminando los conflictos de información

10. ¿Qué contenidos revisó en la capacitación recibida de la metodología BIM? *

- a) Introducción a la metodología BIM
- b) Formalización de Modelos BIM: Autodesk Revit
- c) Organización y Gestión de Recursos Aplicado al BIM
- d) Gestión Comercial y Habilidades de Comunicación Técnico-Cliente
- e) Medición y Contabilización del Proyecto BIM
- f) Impacto Energético y Económico del Proyecto BIM
- g) Gestión del Proyecto con NavisWorks

11. ¿Cuales de los siguientes software utilizó en la capacitación recibida de la metodología BIM? *

- Revit
- AutoCAD
- Microsoft Project
- Allplan Architecture
- Tekla Structures
- CypeCAD
- Microsoft Excel
- Interpro
- Proexcel
- Primavera

12. ¿Cuál de los siguientes enfoques se priorizó en las capacitaciones BIM recibidas en Ecuador? *

	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
a) El uso de Softwares como: (REVIT, AUTO CAD, Microsoft Project,etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) El trabajo colaborativo como base para el desarrollo de proyectos BIM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) Globalizan que se trata del desarrollo de modelos 3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) Se estudia por completo todas las dimensiones BIM (1D concepto, 2D Vectorización del Boceto, 3D Modelado, 4D Planificación, 5D Costes, 6D Sostenibilidad Energética, 7D Seguimiento/ Mantenimiento)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Al desarrollar un trabajo colaborativo, ¿qué tan importante es para usted estas tres actitudes? *

	Muy bajo	bajo	Normal	Alto	Muy Alto
a) Confianza. (Compartir inquietudes, pensamientos y conocimientos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) Respeto mutuo. (Respeto a las contribuciones individuales de los miembros del grupo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) Entendimiento común. (Comunicación coherente de la información)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. ¿Qué nivel de desarrollo logró mediante la capacitación BIM en las siguientes habilidades? *

	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto
Comunicación efectiva. (Emitir ideas de manera clara y efectiva)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pensamiento crítico. (Pensar más allá de la solución)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resolución de problemas técnicos y sociales. (Comparar situaciones problemáticas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabajo en equipo. (Interactuar y trabajar efectivamente con otros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formación autónoma permanente. (Relacionar las experiencias con nuevos aprendizajes)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emprendimiento. (Dar soluciones novedosas a una necesidad o problema)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Liderazgo de equipo. (Saber supervisar y ayudar a conseguir las metas del equipo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autoliderazgo. (Esfuerzo y determinación para lograr las metas y manejo de imprevistos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Correo electrónico

Escriba su respuesta

Enviar

ANEXO A. Encuesta aplicada a estudiantes y profesionales de ingeniería civil y arquitectura.

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=dV4oPQIkGkCqgrACePSKQaUk6nUZVT9NgYU8Fn8_y6dUQU40Njk5R0NCVIAzUUhGREcxVkw3RUo5My4u