

A

Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Educación Técnica
Programa de Licenciatura en Educación Técnica



**Propuesta Didáctica para el estudio de la Metodología BIM en la
Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Profesional de
Artes y Oficios Nocturno de Cartago.**

Proyecto Final de Graduación

Carlos Andrés Quirós Coto

Cartago, 3 de diciembre, 2019

Resumen Ejecutivo

El presente estudio de investigación se basa en una Propuesta didáctica para la enseñanza de la metodología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico de Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.

La implementación y uso de la metodología BIM en el área de la construcción ha constituido un cambio en la forma de gestionar los proyectos constructivos. El rápido avance de las tecnologías de información ha logrado proponer nuevos sistemas de trabajo que realizan tareas con mayor eficiencia, en menor tiempo y con menos recursos. La metodología BIM es una de las nuevas propuestas que está generando un importante cambio en la forma de hacer las cosas en el sector de la construcción.

Estamos viviendo una etapa de transición entre la forma de trabajo tradicional, utilizando CAD para planos en 2 dimensiones y de trabajo independiente entre las especialidades a un trabajo utilizando BIM para modelar en 3 dimensiones y realizar un trabajo colaborativo entre las diferentes especialidades.

El cambio de la forma de trabajar provoca la demanda de profesionales y técnicos que dominen las nuevas tecnologías, es por ello que el Ministerio de Educación Pública y demás entidades de rectoras de la educación técnica en el Costa Rica se han preocupado por actualizar los estándares y competencias que deben de tener los técnicos en el área de la arquitectura y construcción.

La enseñanza de BIM en los Colegios Técnicos Profesionales, especialmente en la especialidad de Dibujo Arquitectónico está por implementarse desde la modificación de su plan de estudios. Para esto es importante considerar los cambios en los métodos de la enseñanza. Se entrevistaron a los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del COVAO nocturno quienes proponen diferentes metodologías para abordar la temática de BIM entre las más notorias el trabajo colaborativo e incentivar la investigación en los estudiantes

La propuesta va dirigida a los docentes quienes pronto enfrentaran un cambio significativo en la especialidad que imparten.

Palabras clave: Metodologías de Aprendizaje, BIM, Educación Técnica

Abstrac

This research study is based on a didactic proposal for the teaching of the BIM methodology in the Architectural Drawing career of the Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.

The implementation and use of the BIM methodology in the area of construction has constituted a change in the way of managing construction projects. The rapid advance of information technologies has managed to propose new work systems that perform tasks with greater efficiency, in less time and with less resources. The BIM methodology is one of the new proposals that is generating a major change in the way of doing things in the construction sector.

We are experiencing a transition stage between the traditional way of working, using CAD for plans in 2 dimensions and independent work between the specialties to a job using BIM to model in 3 dimensions and perform a collaborative work between the different specialties.

The change in the way of working provokes the demand of professionals and technicians who dominate the new technologies, that is why the Ministry of Public Education and other entities of the governing bodies of technical education in Costa Rica have been concerned with updating the standards and skills that technicians must have in the area of architecture and construction.

The teaching of BIM in the Professional Technical Colleges, especially in the career of Architectural Drawing is about to be implemented since the modification of its curriculum. For this it is important to consider the changes in teaching methods. Teachers of the Architectural Drawing career of the COVAO nocturno were interviewed who propose different methodologies to address the BIM theme among the most notorious collaborative work and encourage research in students

The proposal is aimed at teachers who will soon face a significant change in the career they teach.

Keywords: Learning Methodologies, BIM, Technical Education

Índice

Resumen Ejecutivo-----	ii
Abstrac-----	iv
Índice-----	v
Índice de Cuadros -----	viii
Índice de Figuras-----	viii
Tabla de Signos y Nomenclatura -----	ix
Dedicatoria-----	xi
Agradecimientos -----	xii
Hoja de Aprobación -----	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 1. Introducción -----	1
1.1 Tema.-----	1
1.2 El problema y su importancia -----	1
1.3 - Antecedentes teóricos o prácticos-----	2
1.4 Justificación-----	4
1.5 Objetivos-----	6
Objetivo General-----	6
Objetivos Específicos-----	6
Capítulo 2. Marco Teórico -----	7
2.1 Educación: -----	7
2.2 Sistema Educativo Costarricense-----	8
2.3 Consejo Superior de Educación-----	9
2.4 Política Educativa -----	9
El constructivismo social -----	9
2.5 Educación Técnica:-----	11
2.6 Marco Nacional de Cualificaciones-----	13
2.7 Especialidad de Dibujo Arquitectónico -----	18
Estándar de Cualificación Dibujo y Modelado de Edificaciones -----	19
2.8 Historia y Evolución del Dibujo Arquitectónico -----	23
2.9 Tecnologías de Información-----	28

2.10 Nuevas tecnologías en la industria de la construcción	29
2.11 Historia de BIM	32
2.12 Definición actual de BIM	33
Planificación y Gestión de Proyectos (4D – Tiempo)	34
Mediciones y Costos (5D - Control de Costos)	34
Análisis de Eficiencia Energética (6D - Ambiente y Sustentabilidad)	35
Administración, Operación y Mantenimiento (7D - Facility Management)	36
Futuro de BIM	36
2.13 Ventajas y posibles limitaciones de la Tecnología BIM en el proceso de enseñanza-aprendizaje.	37
2.14 Metodología BIM en Docencia	38
2.15 Consideraciones Pedagógicas	39
2.16 Fortalezas de los Procesos BIM en Docencia	40
2.17 Debilidades con respecto a los procesos BIM en docencia	42
2.18 Implementación Actual de BIM en Docencia	45
2.19 Trabajo Colaborativo	46
2.20 Metodología de Estudio de Casos	51
Capítulo 3. Marco Metodológico	53
3.1 Paradigma, enfoque y tipo de investigación	53
3.2 Finalidad de la investigación	54
3.3 Alcance de la investigación	54
3.4 Sujetos o fuentes de información	54
3.5 Variables	55
3.6 Técnicas de recolección de información	56
3.7 Descripción y validación de los instrumentos.	57
Capítulo 4. Análisis de Resultados	60
4.1 Encuesta realizada por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos	60
4.2 Entrevistas con Asesores de la DETCE	74
4.3 Entrevista a Coordinadora con la Empresa	77
4.4 Entrevistas a Docentes	79
4.4 Entrevistas a Empresas	85
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones	88

5.1	Recomendaciones	90
5.2	Recomendaciones para los Docentes	91
5.3.	Recomendaciones para la Institución	91
Capítulo 6.	Bibliografía	93
Capítulo 7.	Propuesta	96
7.1	Problema que se está presentando	96
7.2	Población que se beneficia con la Propuesta	97
7.3	Objetivos de la Propuesta	97
7.4	Objetivo General	97
7.5	Objetivos Específicos	97
7.6	Justificación de la Propuesta	98
7.7	Viabilidad de la Propuesta	98
7.8	Recursos Necesarios para Ejecutar la Propuestas	99
7.9	Metodología	99
7.10	Distribución de actividades para la ejecución de la propuesta	101
7.11	Apreciaciones finales y sugerencias	113
Capítulo 8.	Apéndices	114
8.1	Entrevista Dirigida a Asesor de la Dirección de Educación Técnica del Ministerio de Educación Pública	114
8.2	Entrevista Dirigida a Asesor Nacional de Dibujo de la Dirección de Educación Técnica del Ministerio de Educación Pública	117
8.3	Entrevista Dirigida a Coordinadora con la Empresa del Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago	119
8.4	Entrevista Dirigida a Docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Ministerio de Educación Pública	121
8.5	Entrevista Dirigida a empresas empleadoras de dibujantes en el área de construcción y arquitectura	123

Índice de Cuadros

Cuadro 6. Cuadro de variables-----	55
------------------------------------	----

Índice de Figuras

Figura 1: Niveles de cualificación de Programas Técnicos	16
Figura 2: Elementos descriptores y resultados de aprendizaje del Técnico 4.	18
Figura 3: Mapa de Cualificación. Dibujo y modela para edificaciones.....	20
Figura 4: Competencia específica del estándar Dibujo y modelado para edificaciones.....	22
Figura 5: Evaluación del logro de la competencia	22
Figura 6 Agremiados al CFIA	61
Figura 7 Sexo de las personas encuestadas	62
<i>Figura 8 Que es BIM para las personas encuestadas.....</i>	<i>63</i>
Figura 9 Personas interesadas en capacitarse en BIM	64
Figura 10 Uso de BIM según las distintas profesiones del CFIA.....	65
Figura 11 Rangos de edad de las personas que utilizan BIM	67
Figura 12 Profesionales que usan BIM según sector de trabajo	68
Figura 13 Personas que usan BIM según área que desempeñan.....	70
Figura 14 En que aplican BIM las personas encuestadas.....	71
Figura 15 Cantidad de personas que utilizan BIM según software de aplicación..	72
Figura 16 Cantidad de personas que utilizan BIM según software de aplicación..	72
Figura 17 Profesionales que no utilizan BIM según problema de implementación	73
Figura 18 Proceso de cambio o actualización de planes de estudio	75

Tabla de Signos y Nomenclatura

CACR – Colegio de Arquitectos de Costa Rica

CFIA - Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

CIIS - Comisión Interinstitucional para la Implementación y Seguimiento de la MNC-EFTP-CR

CIIU - Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas

CONARE - Consejo Nacional de Rectores

CONESUP - Consejo Nacional de Enseñanza Superior Universitaria Privada

COVAO - Colegio Vocacional de Artes y Oficios

CSE - Consejo Superior de Educación

CST - Consejo Superior de Trabajo

CTP - Colegio Técnico Profesional

DETCE - Dirección de Educación Técnica y Capacidades Emprendedoras

EFTP - Educación y Formación Técnico Profesional

EGB - Educación General Básica

ETP - Educación Técnica Profesional del Ministerio de Educación Pública (MEP)

INA - Instituto Nacional de Aprendizaje

INEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos

ITCR - Instituto Tecnológico de Costa Rica

MCEFTP - Marco de Cualificaciones de la Educación y Formación Técnico Profesional del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)

x

MEP - Ministerio de Educación Pública

MNC - Marco Nacional de Cualificaciones

MNC-EFTP-CR - Marco Nacional de Cualificaciones de la Educación y Formación Técnica Profesional de Costa Rica

MTSS - Ministerio de Trabajo y Seguridad Social

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OIT - Organización Internacional del Trabajo

PYME - Pequeñas y Medianas Empresas

SINAFOR - Sistema Nacional de Capacitación y Formación Profesional

SINETEC - Sistema Integrado Nacional de Educación Técnica para la Competitividad

TEC - Tecnológico de Costa Rica (antiguo ITCR)

ISO - (International Standard Organization) u Organización Internacional de Normalización

UCCAEP - Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones del Sector Empresarial Privado

UCR - Universidad de Costa Rica

UNESCO - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Dedicatoria

A mis padres por su apoyo en los diferentes proyectos académicos que he tenido la oportunidad de emprender.

Agradecimientos

A quienes fueron mis docentes de los diferentes cursos de la licenciatura que con mucha vocación me han enseñado a ser un mejor docente.

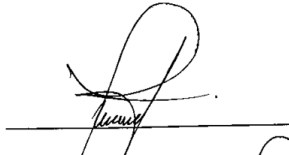
A mis compañeros del COVAO nocturno de la especialidad de Dibujo Arquitectónico quienes realizaron importantes aportes a la investigación.

HOJA DE APROBACIÓN

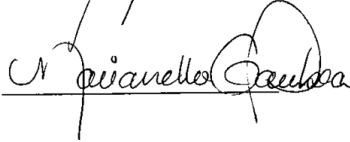
Estudiante: Carlos Quirós Coto

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Educación Técnica, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Educación Técnica.

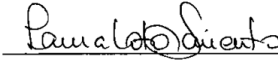
Ing. Hugo Navarro Serrano, M.Sc.
Director
Escuela de Educación Técnica



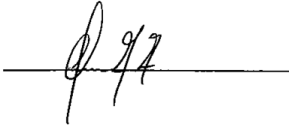
Ing. Marianela Gamboa
Tutor Proyecto



Ing. Laura Coto
Lector



Máster Jeison Alfaro
Lector



Capítulo 1. Introducción

1.1 Tema.

Desarrollar una Propuesta Didáctica para el estudio de la Tecnología BIM dentro de la Sub-área de Dibujo Arquitectónico Asistido por Computadora en el Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.

1.2 El problema y su importancia

Para el manejo de la complejidad de un proyecto edilicio, se han creado diversos programas computacionales que permiten no sólo replicar el dibujo técnico a mano sino el modelado de todos los elementos del edificio incluyendo sus instalaciones electromecánicas

¿Cómo enseñar las nuevas tecnologías que facilitan diversas tareas de la arquitectura y construcción en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?

Las nuevas exigencias de la globalización favorecen la apertura de mercados subregionales a la competencia internacional, así como la urgencia de poder incursionar con éxito en mercados específicos fuera de la región, esto implica cambios estructurales en el sector productivo, favoreciendo quizás en Costa Rica por su importante nivel de inversión fija la cual facilita la inserción en nuevas tecnologías intensivas en conocimientos. (Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, 2003). El sector de la construcción que además de su forma tradicional de trabajo basado en el diseño arquitectónico y estructural ahora suma una serie de complejidades como nuevas instalaciones electromecánicas que demandan el uso de nuevas tecnologías.

La metodología BIM siglas en inglés significan Building Information Modeling permite realizar modelos en tres dimensiones de cualquier edificación agregando información a cada uno de sus elementos.

La información almacenada en los elementos del modelado utilizando BIM son elementales para realizar el cálculo de materiales, presupuesto, especificaciones técnicas, tareas complejas del quehacer diario de las empresas dedicadas a la construcción y al diseño de edificaciones. Esto trae enormes beneficios a quienes se dedican a esta industria como realizar tareas de oficina de forma más rápida, cálculos de materiales con mayor precisión que a su vez, ayudan a bajar el porcentaje de desperdicios de materiales en una construcción.

Actualmente la especialidad de Dibujo Arquitectónico cuenta con una malla curricular que dedica 4 horas semanales en décimo, 8 horas semanales en undécimo y duodécimo al estudio de algún software de dibujo, éste dependiendo del conocimiento del docente puede variar de un colegio a otro. Sin embargo tanto colegios técnicos como universidades se han preocupado por formar a sus estudiantes para la utilización del software en la representación de un elemento en tres dimensiones solamente y no en la utilización de la herramienta tecnológica para almacenar datos y facilitar diversas tareas de dibujantes, arquitectos e ingenieros.

1.3 - Antecedentes teóricos o prácticos

Las tareas que ejecutaban los dibujantes arquitectónicos o delineantes fueron durante décadas dibujos a mano, utilizando instrumentos como reglas, escuadras, compás, plantillas, escalímetros, lápices, plumas de diferentes grosores, etc. El trabajo requería de mucha habilidad por parte del dibujante además de precisión. La metodología de la enseñanza de esta especialidad se ubicaba principalmente en un aula o taller con mesas grandes de dibujo adecuadas a los formatos de papel que se utiliza para dibujar los distintos tipos de planos. Esto era común verlo en los algunos colegios técnicos como el Monseñor Sanabria, Colegio Vocacional de Artes y Oficios y Salesiano Don Bosco que son pioneros de la especialidad y por varias décadas la impartido.

A finales de la década de los 90, se crea el primer programa computacional dedicado al dibujo técnico, arquitectónico, mecánico, eléctrico, estructural y catastral que en aquel entonces replicaba de forma muy cercana a lo que se ha venido haciendo a mano por mucho tiempo en dibujo de planos a dos dimensiones.

El software fue evolucionando conforme pasa el tiempo y éste es capaz de realizar más tareas, además de que el acceso a una computadora como a los programas de dibujo se hace casi que generalizado en la industria de la construcción por profesionales y técnicos, llegando hoy en día a trámites en donde es estrictamente obligatoria presentar los planos constructivos para trámites y permisos de construcción hechos en algún programa de dibujo. En cuanto a la enseñanza de estas nuevas herramientas, la especialidad de Dibujo Arquitectónico empieza a requerir también de laboratorios de computación con equipos adecuados para la utilización del software de dibujo además de docentes que dominen la herramienta

En la última década los programas de dibujo han evolucionado a programas que manejan diversas tareas de la construcción, desde la parte del presupuesto, especificaciones técnicas, cálculo de variables ambientales, estructurales e instalaciones. Incluso gracias a la gran versatilidad del software, se vuelve indispensable en la metodología a seguir en construcciones sostenibles.

La educación dentro de la especialidad de Dibujo Arquitectónico no se puede quedar décadas atrás, debe de formar a los técnicos y profesionales del futuro instándoles a utilizar las herramientas más novedosas y ajustarse a los cambios que va teniendo la industria de la construcción debido a los avances tecnológicos.

1.4 Justificación

Hoy en día en los colegios técnicos en donde se imparte la especialidad de Dibujo Arquitectónico, se enseña a utilizar software para crear planos arquitectónicos y estructurales en 2 dimensiones durante el primer año de estudio en la especialidad y generar modelos en tres dimensiones a partir del tercer año según el Plan de Estudios vigente del MEP creado en el año 2009, sin embargo, actualmente la dirección de educación técnica del MEP, trabaja en la actualización del plan de estudios de la especialidad de dibujo arquitectónico. Según (Gonzalez, 2019) el nuevo programa incluye el componente de la tecnología BIM tanto en su nuevo nombre como en sus contenidos, por lo que es importante tomar en cuenta que la inclusión de éstos nuevos temas incluyen un periodo de capacitación a los profesores que aún no conocen ni aplican la tecnología.

Según el Plan de Estudios del MEP (Ministerio de Educación Pública, 2009) La especialidad de Dibujo Arquitectónico forma parte de la oferta educativa de Educación Técnica, y se encuentra influenciada por un constante y acelerado desarrollo tecnológico, que ha hecho evolucionar de manera increíble los conocimientos por impartir. Esto obliga a un replanteamiento periódico de los contenidos programáticos, en procura de que los egresados de las especialidades fundamentadas en dibujo y diseño, afronten el reto de vida laboral con elementos actualizados y acordes a la realidad, tanto tecnológica como política para responder a los nuevos modelos de globalización económica, el desarrollo sostenible, la búsqueda continua de la calidad, las alianzas tecnológicas, el uso de la informática, el manejo de otro idioma y la competitividad, entre otros.

Con este trabajo se pretende generar una propuesta didáctica para la enseñanza de BIM producto de la próxima actualización del plan de estudios de la especialidad de Dibujo Arquitectónico que incluye dentro de su malla curricular el aprendizaje de nuevos programas para el dibujo en dos y tres dimensiones, así como el almacenamiento de información propia de cada elemento de una edificación que sistematiza una nueva forma de laborar en el sector de la construcción.

Esta actualización permitirá ampliar el aprendizaje en herramientas tecnológicas de tal forma que los egresados de esta especialidad puedan no sólo ser empleados en el mercado nacional, sino que puedan adaptarse también a un mercado internacional.

1.5 Objetivos

Se presentan a continuación los objetivos que guiarán el desarrollo del trabajo de investigación. Se presenta un objetivo general que involucra el producto que se desea obtener de la investigación y el ámbito en donde se trabajará, además se desprenden tres objetivos específicos que establecen un proceso de acciones a seguir.

Objetivo General

- Desarrollar una propuesta didáctica para el estudio de la metodología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico en el Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago

Objetivos Específicos

- Identificar la importancia de estudiar la metodología BIM en la especialidad de Dibujo Arquitectónico.
- Determinar los criterios necesarios para adaptar el tema de la metodología BIM en la especialidad de Dibujo Arquitectónico
- Formular una propuesta didáctica para la enseñanza de la metodología BIM en la Sub-área de Dibujo Arquitectónico Asistido por Computadora.

Capítulo 2. Marco Teórico

En este capítulo se muestran las temáticas y teorías de diversos autores que fundamentan las fases de adaptación de los contenidos de la tecnología BIM a un ambiente de enseñanza y aprendizaje para adultos, en este caso en el Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago. Se desea incluir esta nueva temática en la Sub-área de Dibujo Asistido por Computadora del programa de estudios de Dibujo Arquitectónico, por la naturaleza del tema es necesario iniciar con la definición de algunos conceptos que forman parte de la estructura básica de este trabajo.

2.1 Educación:

La educación es parte de nuestra vida cotidiana, durante toda nuestra vida estamos constantemente participando de diversos procesos de aprendizaje, que determinan nuestras conductas para desenvolvemos en los diferentes ambientes en los que convivimos, con este proceso es donde se supone que alcanzamos nuestra realización personal para así darle forma a nuestro propio conocimiento. “El proceso educativo se materializa, en una serie de habilidades y valores, que producen cambios intelectuales, emocionales y sociales en el individuo. De acuerdo con el grado de concienciación alcanzado, estos valores pueden durar toda la vida o solo un cierto periodo de tiempo.” (Porto, 2008)

Según (Vallejos, 2017) la educación se ha convertido en un aliado para ostentar una mejor calidad de vida, debido a la oportunidad que la educación brinda de poder conseguir un mejor empleo. En la sociedad actual la educación ha venido evolucionando con pasos agigantados, constitucionalmente tenemos en nuestro país que la educación primaria es gratuita y obligatoria, sumado a esto la mejora de la calidad de vida de nuestros hogares en las últimas décadas ha provocado que ahora más personas tengan acceso a la educación secundaria. La educación secundaria a su vez también ha incrementado su opción de colegios técnicos,

brindado grandes posibilidades a nuestros estudiantes de insertarse en el mercado laboral de forma satisfactoria una vez terminada la secundaria.

Actualmente nuestra sociedad se ha vuelto más exigente, necesita jóvenes preparados para el cambio constante, para estar dispuestos a aprender todos los días algo nuevo y con una diversidad de habilidades blandas que deben de incluirse desde sus primeros pasos en las aulas.

2.2 Sistema Educativo Costarricense

Según la ley de educación vigente (Asamblea de la República de Costa Rica, 1957) en su artículo 4°.- La educación pública será organizada como un proceso integral correlacionado en sus diversos ciclos, desde la preescolar hasta la universitaria, además la misma ley señala en su artículo 5° que la dirección general de la enseñanza oficial corresponderá a un Consejo Superior integrado como señale la ley y presidido por el Ministro del ramo.

El sistema educativo costarricense comprende dos aspectos fundamentales:

- a. La educación escolar, que se impartirá en los establecimientos educativos.
- b. La educación extraescolar o extensión cultural, que estará a cargo de los centros educativos.

La educación escolar comprende los siguientes niveles:

- a. Educación Preescolar.
- b. Educación Primaria.
- c. Educación Media. La educación media además comprende la educación técnica en sus dos modalidades, diurna y nocturna
- d. Educación Superior o universitaria.

2.3 Consejo Superior de Educación

Según la ley general de educación (Asamblea de la República de Costa Rica, 1957) el Consejo Superior de Educación autorizará los planes de estudio y los programas de enseñanza para los diversos niveles y tipos de educación. Esos planes y programas serán flexibles y variarán conforme lo indiquen las condiciones y necesidades del país y el progreso de las ciencias de la educación y serán revisados periódicamente por el propio Consejo. Deberán concebirse y realizarse tomando en consideración:

- a. Las correlaciones necesarias para asegurar la unidad y continuidad del proceso de la enseñanza.
- b. Las necesidades e intereses psicobiológicos y sociales de los alumnos del Ministerio de Educación Pública

2.4 Política Educativa

Se presentan los principales sistemas de análisis como en este caso la política educativa. Desde todos los niveles de la enorme jerarquía que representa el sistema educativo costarricense es importante tener presente la propuesta curricular que formula la política educativa. Esta no es solamente de aplicación en los planes de estudio, sino que en el aula resulta un referente para el docente y las técnicas didácticas que escoja para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El constructivismo social

El punto de partida de la política educativa actual (Consejo Superior de Educación, 2016) propone el desarrollo máximo y multifacético de las capacidades e intereses de las personas estudiantes. El propósito se cumple cuando se considera el aprendizaje en el contexto de una sociedad, tomando en cuenta las experiencias previas y las propias estructuras mentales de la persona que participa en los

procesos de construcción de los saberes. Esto se da en una interacción entre el nivel mental interno y el intercambio social. Es parte y producto de la actividad humana en el contexto social y cultural donde se desarrolla la persona. Considera que estos procesos se dan en asocio con comunidades de aprendizaje, dado que el conocimiento es también una experiencia compartida.

La política educativa se construye a partir de seis ejes que direccionan la labor del docente en el aula y todo el sistema educativo que interviene en el proceso de enseñanza- aprendizaje

1. La educación centrada en la persona estudiante: Supone que todas las acciones del sistema educativo se orientan a potenciar el desarrollo integral de la persona estudiante.
2. La educación basada en los Derechos Humanos y los Deberes Ciudadanos: Conlleva asumir compromisos para hacer efectivos esos mismos derechos y deberes, mediante la participación de la ciudadanía activa orientada a los cambios que se desean realizar.
3. La educación para el desarrollo sostenible: La educación se torna en la vía de empoderamiento de las personas a fin de que tomen decisiones informadas, asuman la responsabilidad de sus acciones individuales y su incidencia en la colectividad actual y futura, y que en consecuencia contribuyan al desarrollo de sociedades con integridad ambiental, viabilidad económica y justicia social para las presentes y futuras generaciones.
4. La ciudadanía planetaria con identidad nacional: Significa fortalecer la toma de conciencia de la conexión e interacción inmediata que existe entre personas y ambientes en todo el mundo y la incidencia de las acciones locales en el ámbito global y viceversa. Además, implica retomar nuestra memoria histórica, con el propósito de ser conscientes de quiénes somos, de dónde venimos y hacia dónde queremos ir.
5. La ciudadanía digital con equidad social: Se refiere al desarrollo de un conjunto de prácticas, orientadas a la disminución de la brecha social y digital mediante el uso y aprovechamiento de las tecnologías digitales.

6. La evaluación transformadora para la toma de decisiones: Los sistemas de evaluación, tanto en el ámbito curricular, como en la implementación de la presente política, se orientarán hacia la revisión continua con el fin de identificar los aspectos por mejorar, reconocer y hacer frente de manera positiva a la complejidad de los retos de la contemporaneidad.

Sobre estas bases la Política educativa resalta el uso de las nuevas tecnologías como un aporte inseparable del desarrollo del proceso de aprendizaje hoy en día, además existe un fuerte discurso sobre la construcción del conocimiento en el aula de forma grupal, y coloca al docente como ente facilitador que debe poseer una excelente formación y continua actualización de sus conocimientos. La relación del proceso educativo deja de vivirse solamente en el aula y se vuelve una experiencia sin fronteras, se busca formar a los nuevos profesionales para trabajar en el mundo no en un contexto específico.

2.5 Educación Técnica:

Como se menciona anteriormente dentro de la educación secundaria, tenemos la educación técnica que brinda a las estudiantes la posibilidad de conseguir un empleo al terminar sus estudios. La educación técnica además se ha enfocado en el desarrollo del emprendedurismo, mediante un conjunto de habilidades y competencias que se irán desarrollando conforme avance las especialidades que ofrece el Ministerio de Educación Pública para facilitar su inserción laboral.

La educación Técnica es considerada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), como;

El área de un sistema educativo de un país que, bajo la autoridad de sus órganos oficiales de educación o de las instituciones escolares reconocidas, tienen la responsabilidad de desarrollar el proceso de formación de jóvenes, particularizando los aspectos técnicos pedagógicos para el trabajo productivo (Ávila, López, & Morales, 2001)

En Costa Rica, la Educación Técnica se concibe como la “[...] encargada de brindar oportunidades a los estudiantes en el ámbito universitario y de secundaria para la adquisición de conocimientos y habilidades en un área específica, la cual capacita al estudiante para iniciar exitosamente su incursión en el campo laboral [...], se ofrece a quienes deseen obtener formación en carreras profesionales de grado medio” (Cox, 2005)

Según: (Mena, 2012), en el cuarto informe de la nación hace énfasis en la oferta educativa técnica que ofrece el MEP: “A partir de las líneas estratégicas del MEP, de desarrollar la capacidad productiva y emprendedora de los jóvenes y adultos, la administración 2006-2011 definió como prioridad mejorar y ampliar la formación técnica profesional. Para ello se propuso como meta la creación de 90 nuevos servicios de educación técnica que incluyen 35 CTP nuevos, 11 conversiones de colegios existentes a colegios técnicos y 54 nuevas secciones nocturnas. La apuesta del MEP se ha centrado mayoritariamente en la creación de secciones nocturnas, que tienen como objetivo “ofrecer una oferta educativa flexible a aquellas personas que por diferentes circunstancias no han logrado finalizar la Educación Diversificada, de manera que permita obtener el título de Técnico Medio y/o continuar estudios superiores”.

La Educación Técnica costarricense en sus planteamientos busca generar movilidad social conformándose esta como “un instrumento para facilitar el desarrollo económico, social y tecnológico, gracias a la capacitación del recurso humano con base en las necesidades cambiantes del mercado laboral.

Las y los estudiantes que forman parte de esta modalidad educativa reciben además formación desde una visión humanística, motivo por el cual y según la visión del MEP, al finalizar los estudios a nivel de secundaria, la o el joven puede incorporarse al campo de trabajo o continuar estudios de nivel superior si así lo desea, con dos títulos que lo acreditan como: Técnico en el nivel medio en la especialidad seleccionada y también como Bachiller en Enseñanza Media.

Sin embargo, en algunos casos la oferta académica que ofrecen los Colegios Técnicos profesionales del MEP, no concuerdan con las necesidades de su contexto. Miranda y Vargas (2001), identificaron una disyuntiva entre las demandas del estudiantado del Colegio Técnico Profesional de Acosta y las necesidades del contexto socioeconómico laboral, provocando la preocupación sobre la no correspondencia entre las opciones de estudio que representa la Educación Técnica brindada en esa institución y las particularidades de la zona. Al indagar sobre las particularidades del contexto y acercarse al estudio de las mismas, la investigación supra mencionada además posicionó la necesidad de brindar seguimiento a las y los egresados y mayor flexibilidad en la formación de los planes de estudio, que permita retomar las particularidades de las comunidades (Gómez, Gómez, & Jaén, 1989), planteamientos que dan pie a nuevos espacios investigativos que aporten elementos para el fortalecimiento de la política educativa costarricense.

Según (Sobrevila, 1968), la Educación Técnica no debe ser un mero adiestramiento vocacional o artesanal, sino una formación con una dosis adecuada de humanismo y tecnicismo, lo cual pretende brindar al estudiante un aprendizaje más integral de acuerdo a sus intereses y habilidades.

2.6 Marco Nacional de Cualificaciones

Según el documento Marco Nacional de Cualificaciones (Gobierno de Costa Rica, 2019) la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), coinciden en la necesidad de articular el sistema educativo, con la finalidad de lograr reconocimiento de competencias, la certificación y la articulación en los diferentes niveles educativos, para alcanzar la formación integral y aprendizaje permanente.

En este contexto y retomando las observaciones de la OCDE (2015), un Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) para Costa Rica, proporciona entre otros beneficios los siguientes:

- a. Facilita y clarifica la articulación en el sistema educativo. Lo anterior, al ubicar las cualificaciones en niveles y establecer las relaciones entre estos.
- b. Posibilita la creación de espacios de cooperación entre los actores sociales relacionados con la Educación y Formación Técnico Profesional (EFTP): empleadores, centros de formación, entes públicos y privados y, sociedad civil.
- c. Establece parámetros para la formación y valoración de competencias de acuerdo con los niveles de cualificación.
- d. Proporciona al sector empleador claridad sobre las competencias asociadas a los niveles de cualificación, que otorgan los centros de formación.
- e. Facilita a las poblaciones que opten por la EFTP, las competencias que adquirirán, la ruta por seguir para la formación y las oportunidades de empleo.

El Consejo Nacional de Rectores (CONARE), en el estudio “Mapeo de los programas de EFTP” (2014), evidenció la necesidad de un ordenamiento de la oferta de la educación técnica y formación profesional. A partir de este estudio, se establecieron relaciones con el INA y el MEP, con el fin de aunar esfuerzos para formular un marco nacional de cualificaciones, aprovechando las experiencias y aprendizajes de estas instituciones.

La OCDE plantea en el informe Revisión Destrezas más allá de la Escuela en Costa Rica: Revisiones de la OCDE sobre Educación y Formación Técnico Profesional, (2015), recomendaciones con el objetivo de atender las oportunidades de mejora detectadas en torno a la articulación de la educación y formación técnica profesional, entre ellas: En particular, con respecto a la mejora de la coordinación en el sistema, esta recomendación hace referencia explícita a: Mejorar la capacidad de respuesta del sistema educativo al mercado laboral. Mejorar la calidad y efectividad de la EFTP. Mejorar la coordinación en el subsistema EFTP. Involucrar

a los interlocutores sociales y mejorar la coordinación a través de un órgano nacional, para gestionar el subsistema de EFTP. Explorar la creación de un marco nacional de cualificaciones para aclarar las rutas de estudio y los niveles de cualificación. Mejorar substancialmente la articulación entre los programas de EFTP y la educación superior. (OCDE, 2015).

Propósitos del Marco de Cualificaciones de la Educación y la Formación Técnico Profesional según (Gobierno de Costa Rica, 2019):

- a. Promover el aprendizaje permanente y mejorar la empleabilidad de las personas
- b. Garantizar la calidad y el reconocimiento
- c. Promover la doble pertinencia de las cualificaciones.
- d. Contribuir a la inclusión social y a una mayor equidad en materia de educación, capacitación y oportunidades de empleo.

El Marco Nacional de Cualificaciones clasifica a los programas de educación técnica en 5 niveles de cualificación, estos niveles se basan en las competencias que se desean desarrollar en los estudiantes además de la cantidad de horas que componen los programas y los requisitos mínimos de entrada a los programas como se muestra en la siguiente figura:

Nivel de Cualificación	Requisito mínimo de escolaridad para el ingreso	Rango de duración de los planes de estudio	Requisito mínimo de escolaridad para la titulación
Técnico 1	II Ciclo de la Educación General Básica	400 – 700 Horas	II Ciclo de la Educación General Básica
Técnico 2	II Ciclo de la Educación General Básica	1200 – 1600 Horas	II Ciclo de la Educación General Básica
Técnico 3	III Ciclo de la Educación General Básica	1300 – 2800 Horas	III Ciclo de la Educación General Básica
Técnico 4	III Ciclo de la Educación General Básica	2840 Horas	Educación Diversificada
Técnico 5	Bachillerato en Educación Media	60 – 90 Créditos	Diplomado

Figura 1: Niveles de cualificación de Programas Técnicos

Fuente: Dirección de la DETCE. Reunión nacional de directores (2019)

En la Figura 1, se encuentra resaltado el técnico 4. Los programas de los colegios técnicos del MEP se encuentran clasificados como técnicos 4.

Elementos del descriptor	Resultado de Aprendizaje
Saberes disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Comprende conceptos y teorías e interpreta información relacionada con las labores técnicas que realiza • Analiza e innova procesos del campo laboral • Conoce lenguaje técnico, propio del campo laboral en un segundo idioma
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Se comunica en forma respetuosa, asertiva y propositiva, con los niveles jerárquicos de la organización. • Coordina con los niveles jerárquicos de la organización la solución de problemas. • Distingue los medios y canales apropiados para facilitar la comunicación en la organización. • Promueve un ambiente de sana convivencia reconociendo las diferencias individuales y propicia la búsqueda del bienestar general. • Actúa con ética a nivel personal, profesional y laboral.
Autonomía y Responsabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Se comunica en forma respetuosa, asertiva y propositiva, con los niveles jerárquicos de la organización. • Coordina con los niveles jerárquicos de la organización la solución de problemas. • Distingue los medios y canales apropiados para facilitar la comunicación en la organización. • Promueve un ambiente de sana convivencia reconociendo las diferencias individuales y propicia la búsqueda del bienestar general. • Actúa con ética a nivel personal, profesional y laboral.
Interacción profesional, cultural y social	<ul style="list-style-type: none"> • Se comunica en forma respetuosa, asertiva y propositiva, con los niveles jerárquicos de la organización. • Coordina con los niveles jerárquicos de la organización la solución de problemas. • Distingue los medios y canales apropiados para facilitar la comunicación en la organización. • Promueve un ambiente de sana convivencia reconociendo las diferencias individuales y propicia la búsqueda del bienestar general. • Actúa con ética a nivel personal, profesional y laboral.

Figura 2: Elementos descriptores y resultados de aprendizaje del Técnico 4.

Fuente: Marco Nacional de Cualificaciones (2018)

2.7 Especialidad de Dibujo Arquitectónico

En plan de estudios de la especialidad de Dibujo arquitectónico (Ministerio de Educación Pública, 2009) en su justificación señala que la especialidad forma parte de la oferta educativa de Educación Técnica, y se encuentra influenciada por un constante y acelerado desarrollo tecnológico, que ha hecho evolucionar de manera increíble los conocimientos por impartir. Esto obliga a un replanteamiento periódico de los contenidos programáticos, en procura de que los egresados de las especialidades fundamentadas en dibujo y diseño, afronten el reto de vida laboral con elementos actualizados y acordes a la realidad, tanto tecnológica como política para responder a los nuevos modelos de globalización económica, el desarrollo sostenible, la búsqueda continua de la calidad, las alianzas tecnológicas, el uso de la informática, el manejo de otro idioma y la competitividad, entre otros.

El plan de estudios vigente para la especialidad de Dibujo Arquitectónico fue aprobado en noviembre del 2009, sin embargo ya para ese entonces se cita el constante avance tecnológico y la necesidad de una constante actualización para enfrentar dichos cambios (Ministerio de Educación Pública, 2009), debe preparar a su población para enfrentar la nueva sociedad que día a día se construye, el nuevo individuo deberá poseer una actitud abierta hacia el cambio, hacia la investigación y respeto de las ciencias naturales y sociales. Debe estar preparado para evolucionar con la tecnología, actualizando constantemente sus conocimientos, asumir un compromiso con el planeta y ser partícipe activo de un proceso de desarrollo sostenible. Todo lo anterior, le permitirá a Costa Rica contar con una sociedad que la haga ser competitiva en el presente siglo.

Para responder a estos nuevos modelos de desarrollo, se presenta para las especialidades fundamentadas en el dibujo y el diseño nuevas estructuras curriculares y nuevos programas de estudio, en los que se incluyen subáreas formadas por unidades didácticas integradas y organizadas en forma lineal, lo cual

da origen a una graduación secuencial del aprendizaje, de modo que una unidad prepara para la siguiente y faculta a los alumnos a tener acceso a aprendizajes permanentes, recreando o reconstruyendo el conocimiento a que se enfrentan.

La especialidad de Dibujo Arquitectónico prepara técnicos en el nivel medio capaces de conducir, instruir, administrar y proyectar tareas de carácter técnico, con la finalidad de diseñar y administrar propuestas que ayuden al proceso y dar asistencia a los profesionales en el campo de la arquitectura, ingeniería, topografía, entre otras especialidades utilizadas en el campo de la construcción y administración de proyectos.

Estándar de Cualificación Dibujo y Modelado de Edificaciones

En el año 2018 con el fin de seguir las indicaciones del Marco Nacional de cualificaciones, asesores del Ministerio de Educación Pública en conjunto de colaboradores del INA presentan a la CIIS el Estándar de Cualificación de Dibujo y Modelado de Edificaciones. Este estándar actualiza las competencias de los técnicos en el área de la arquitectura y construcción.

El nuevo estándar como competencia general propone: Dibujar y Modelar representaciones para proyectos arquitectónicos constructivos y urbanísticos, según normativa y legislación vigente; con autonomía ética y profesionalismo sobre las tareas que desempeña, coordinando asertivamente la solución de problemas.

Cualificación	Competencia General	Competencias Específicas
Dibujo y Modelado para Edificaciones	Dibujar y Modelar representaciones para proyectos arquitectónicos constructivos y urbanísticos, según normativa y legislación vigente; con autonomía ética y profesionalismo sobre las tareas que desempeña, coordinando asertivamente la solución de problemas.	Elaborar planos arquitectónicos y constructivos para edificaciones y urbanismo, mediante el uso de herramientas tecnológicas, según normativa y legislación vigente.
		Modelar proyectos arquitectónicos y constructivos para edificaciones y urbanismo, mediante la aplicación de metodologías de diseño según normativas y legislación vigente.
		Elaborar maquetas y renders para modelos arquitectónicos, constructivos y urbanísticos mediante el uso de herramientas tecnológicas, según requerimientos técnicos.

Figura 3: Mapa de Cualificación. Dibujo y modela para edificaciones

Fuente: Estándar de Cualificación de Dibujo y Modela de Edificaciones

En este caso la segunda competencia proponer el poder modelar proyectos arquitectónicos y constructivos para edificaciones mediante la aplicación de metodologías vigente, en este apartado podemos afirmar que una de las metodologías vigente es BIM, esto se especifica con más detalle en el siguiente cuadro en donde se evidencian sus resultados de aprendizaje.

Competencias Especifica	Resultado de Aprendizaje
<p>Modelar proyectos arquitectónicos y constructivos para edificaciones y urbanismo, mediante la aplicación de metodologías de diseño según normativas y legislación vigente.</p>	<p><i>La persona es competente cuando:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar planos y croquis para el modelado del proyecto constructivo. 2. Identifica el proceso constructivo de una edificación. 3. Aplica la metodología de trabajo colaborativa Building Information Modeling BIM. 4. Modela y documenta proyectos de una o más disciplinas utilizando la metodología BIM. 5. Crea modelos acordes a los diseños, funciones y especificaciones de los modelos constructivos. 6. Utiliza correctamente las herramientas del programa de modelado. 7. Coordina y documenta toda la información, para la correcta interpretación del plano. 8. Realiza planos de construcción y genera documentación para cuantificación o presupuestos o bien datos de información de los modelos. 9. Reproduce gráficamente los modelos BIM especializados en distintas disciplinas de la fase del proyecto. 10. Analiza de forma colaborativa el trabajo de modelado.

Figura 4: Competencia específica del estándar Dibujo y modelado para edificaciones

Fuente: Estándar de Cualificación de Dibujo y Modelado de Edificaciones

El nuevo estándar propuesto también propone nuevos elementos a ser evaluados y productos a los que los estudiantes deben de llegar a obtener:

Evaluación del logro de la competencia específica	
Conocimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manipula diferentes software para el modelado de proyectos 2. Normas y legislación vigente. 3. Características y usos de los materiales utilizados en la construcción de edificaciones. 4. Comprensión de textos técnicos de uso habitual y cotidiano en una lengua extranjera.
Desempeño	N/A
Producto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelos BIM de proyectos de construcción 2. Representaciones gráficas. <p>Nota: Los productos los realiza mediante la aplicación de metodologías de diseño, según normativas y legislación vigente.</p>

Figura 5: Evaluación del logro de la competencia

Fuente: Estándar de Cualificación de Dibujo y Modelado de Edificaciones

El nuevo estándar de cualificación propone en una de sus competencias específicas la enseñanza de la metodología BIM en los programas técnicos 3 y Luego de la aprobación de este estándar por la CIIS como se dio en año 2018, ahora corresponde a la DETCE la preparación de un nuevo programa de estudios de la especialidad que incluya esta nueva cualificación.

2.8 Historia y Evolución del Dibujo Arquitectónico

Según (Jurado, 2017) las primeras herramientas de expresión gráfica utilizadas en la construcción fueron las maquetas y el dibujo en elementos más primitivos que el papel (papiro, piedras naturales o artificiales), y más tarde el propio papel. Desde su aparición, el hombre ha tenido la necesidad de comunicarse con sus semejantes a través del dibujo.

Las primeras representaciones gráficas conocidas datan de hace 35000 años atrás, en la era paleolítica superior conocidas como pinturas rupestres, en las cuales no solo se intentaba representar la realidad que le rodeaba (animales, astros, el ser humano, etc), sino también sensaciones como la alegría de las danzas o la tensión de las cacerías.

Más tarde, los egipcios y posteriormente los griegos aprovecharon este arte para decorar sus edificaciones y convertirlo en un verdadero elemento de comunicación y expresión humana, significando un gran aporte para su desarrollo. 500 años después, los romanos abandonan lo artístico y ornamental para acercarse a lo práctico y útil, ya que necesitaban edificaciones más sólidas que permitieran soportar los continuos ataques de los invasores, surgiendo los primeros planos y posteriormente la arquitectura.

A lo largo de la historia, la necesidad de comunicación y mayor precisión en la técnica y conocimientos matemáticos, llevo a la fusión del dibujo artístico con el dibujo técnico. El primero intenta comunicar ideas y sensaciones a través de la sugerencia y estimulación de la imaginación del espectador y el segundo, tiene

como objetivo el representar los objetos los más exactamente posibles, tanto en forma y en dimensiones.

Este evento significó un hecho determinante en la concepción del dibujo, dando lugar a la primera manifestación del dibujo técnico en el año 2450 a.C. En una escultura del rey sumerio Gudea, llamada "El Arquitecto" ubicada actualmente en el museo Louvre de París, se esculpió un dibujo de construcción que representa en forma esquemática los planos de un edificio.

Se presenta entonces el dibujo como base fundamental de los jeroglíficos egipcios dando lugar al alfabeto fenicio, fuente del griego y del romano; comenzaron los egipcios a utilizar los papiros para trazar los planos de las pirámides y otros monumentos, encontrándose el primer símbolo de esta representación en el año 1650 a.C.

Continua (Jurado, 2017) mencionando que la prueba escrita de la aplicación del dibujo técnico y la utilización de planos previos a la ejecución de la obra tuvo lugar en el año 30 a. C., cuando el arquitecto Romano Marco Lucio Vitruvius Pollione escribió un tratado sobre arquitectura que hasta hoy en día es el más antiguo que se conserva y del cual solo permanece el texto ya que se perdieron las ilustraciones originales. En este tratado, el autor dice que: "el arquitecto debe ser diestro con el lápiz y tener conocimiento del dibujo, de manera que pueda preparar con facilidad y rapidez los dibujos que se requieran para mostrar la apariencia de la obra que se proponga construir".

En la edad media, la geometría tiene su desarrollo muy vinculada a la algebra y a la aritmética hasta la llegada de la geometría proyectiva y la geometría descriptiva, dando lugar a la geometría analítica.

Posteriormente, los primeros instantes de la época del renacimiento se enfocaron en los avances de las ciencias experimentales y avanzadas, destacando al filósofo y matemático René Descartes quien introdujo el concepto de la geometría coordenada (coordenadas cartesianas), exponiendo los números algebraicos para resolver problemas de geometría.

Por su parte, Leonardo Da Vinci y Albrecht Durer en su Tratado de la Pintura hicieron notables contribuciones al desarrollo de la perspectiva, aunque en un plano más práctico. La palabra perspectiva proviene del latín, la cual significa "Ver a través" que según Da Vinci: "si se tiene una ventana y con un lápiz se perfila lo que se ve a través de los cristales, el resultado obtenido es una perspectiva cónica"

Ya en la época moderna, en 1769, Amédée François Frézier estableció fundamentos teóricos para la geometría, pero es en 1795, que Gaspard Monge se hace merecedor del reconocimiento como el creador de la geometría descriptiva, ciencia que se encarga de representar cuerpos mediante proyecciones.

El sistema de planos acotados tiene sus antecedentes en las escuelas militares del siglo XVIII, cuyo objetivo era el diseño de fortificaciones; luego el geógrafo francés Philippe Bouache en 1738 expone por primera vez el concepto de línea de nivel para la representación topográfica, pero es el militar francés François Noizet quien en 1823 fija definitivamente las características de este sistema de representación, cuya principal aplicación es la topografía para la representación del terreno.

El cierre de la época moderna, en lo que al dibujo se refiere lo hace Otto Fiedler en 1859 con su tesis doctoral presentada en la Universidad de Leipzig donde configura un auténtico sistema de proyección central, el actual sistema cónico. En lo que refiere al siglo XX, la geometría descriptiva reportó un gran desarrollo al ser introducida por Claudius Crozet en la Academia Militar de West Point en Estados Unidos y en la Universidad de Wisconsin mediante Adam Vause Millar quien expone la primera transformación del método Monge al llamado Método Directo aplicado al sistema diédrico de representación.

Uno de los hechos más relevantes de este siglo ha sido la necesidad de unificar el lenguaje técnico a raíz del auge industrial como por ejemplo la normalización de un tipo de rosca hecha por Joseph Whitworth, quien en 1841. En el primer tercio del siglo, se crearon las organizaciones nacionales de normalización y en 1947 nace la ISO (International Organization for Standardization). (Chacón & Cuervo, 2007)

Actualmente, el dibujo ingenieril esta soportado por las técnicas de diseño asistido por computador (Computer Aided Design CAD), cuyo principio estuvo respaldado por la tesis doctoral realizada por Ivan Sutherland en 1963 ante el MIT (Massachusetts Institute of Technology) titulada Sketchpad: A man-machine Communication System, la cual fue el punto de partida para el CAD.

Esta nueva plataforma significa el ahorro de tiempo y a su vez, la ganancia de eficacia y calidad ya que mejora la representación de los planos de proyecto. Esta tecnología dejó un lado la concepción tradicionalista del diseño con trabajos apoyados en formatos planos de papel normalizado y se incluía al ordenador en el proceso metodológico del mismo generando una notable reducción de costes y una optimización del proceso.

La gran mayoría de los softwares utilizados en CAD son de tipo paramétrico que permite realizar modelados sólidos de piezas o conjuntos, apoyándose en la geometría constructiva de sólidos, obteniendo posteriormente las vistas diédricas de cada pieza o conjunto, planos de conjunto o despiece, así como simulaciones de montaje o de comportamiento a diferentes solicitaciones relacionando el proceso de diseño, fabricación y producción.

En las últimas décadas, se han realizado avances en otras funcionalidades orientadas a facilitar el uso en la preparación de modelos tridimensionales, significando un nuevo desafío y adquiriendo mayor relevancia. Actualmente, se está desarrollando una tecnología conocida como BIM (Building Information Modelling) la cual dinamiza la creación del prototipo digital en 3D de un proyecto y permite la colaboración entre los equipos de trabajos multidisciplinares que hacen vida en un proyecto.

La transición del CAD al BIM puede compararse con la transición del papel a CAD que ocurrió en la década de los 80. Para entonces había muchísimos profesionales escépticos de las capacidades y la necesidad de invertir y aprender a utilizar esa nueva tecnología, al igual que actualmente los hay con respecto a la tecnología BIM.

Hoy en día parece imposible que alguien no entendiera la evolución de la tecnología del papel al CAD, igual que dentro de unos años será impensable seguir trabajando en líneas y 2D.

El dibujo arquitectónico abarca un ámbito de representaciones gráficas con las cuales se realizan los planos para la construcción de edificios, casas, autopistas, iglesias, fábricas y puentes entre otros.

Se dibuja el proyecto con instrumentos precisos, con sus respectivos detalles, ajuste y correcciones, donde aparecen los planos según las necesidades de cada proyecto y de cada especialista que participa en el proyecto, tales como: Arquitectos, Ingenieros Civiles, Estructurales, Mecánicos, Eléctricos, Topógrafo.

Según (Sanabria,2014) Entre los temas de actualidad tenemos.

- Modelado 3D de obras civiles
- Metodología BIM aplicadas al dibujo.
- Renderización de modelos de obras civiles
- Modelación y simulación de elementos sanitarios.
- Planificación urbana o territorial.
- Impresión 3D de edificaciones o partes de ellas.

Los objetos y servicios obtenidos son producto de las actividades realizadas dentro de los temas propuestos, las actividades pueden referirse como las acciones específicas, estas acciones necesitan materiales, equipos, herramientas informáticas y filosofías de gestión, esto consideramos como insumos y herramientas para los productos. Algunas actividades son:

- Elaborar modelos gráficos que permitan el diseño de obras civiles mediante modelación 3D.
- Elaborar modelos gráficos que permitan la modelación de la información de una construcción.
- Elaborar modelos gráficos que permitan generación de imágenes y videos a partir de un modelo 3D.

- Elaborar representaciones gráficas que permitan generación de modelos 3D de elementos sanitarios, eléctricos y sistemas de climatización.
- Elaborar representaciones gráficas que permitan elaboración de modelos 3D para la planificación territorial.
- Elaborar representaciones gráficas que permitan la fabricación elementos y edificaciones mediante una impresora 3D.

Algunos de los productos que se obtienen las entidades son:

- Modelos 3D de edificaciones.
- Modelación de la información de la de un proyecto de construcción.
- Renders de obras civiles.
- Modelos 3D de instalaciones eléctricas y mecánicas.
- Modelos 3D para la planificación urbana y rural.
- Edificaciones completas.
- Elementos para edificaciones.

2.9 Tecnologías de Información

Vivimos en una era digital, en donde la mayor parte de la población necesita de la tecnología para realizar sus labores diarias como su trabajo, ocio y educación. Las Tecnologías de Información se han convertido en un elemento determinante para la creación y puesta en acción de un nuevo modelo de sociedad denominado de la información o del conocimiento.

Aun cuando no existe un concepto universalmente aceptado de “Sociedad de la información”, a partir de la década de 1970 se empieza a dar un cambio a escala mundial a nivel social ligado a la inclusión de elementos digitales a nuestras tareas. Este cambio se refiere básicamente a que los medios de generación de riqueza

poco a poco se han trasladado del sector industrial al sector de servicios. En las organizaciones actuales, la mayor parte de los empleos ya no estarán asociados a las fábricas de productos tangibles, sino al procesamiento de información desde un computador ya sea físico o virtual. Donde el sector relacionado con las tecnologías de la información y la comunicación, desempeñan un papel particularmente importante dentro de este esquema.

La industria ha cambiado significativamente, el concepto de fábrica podría imperar en los nuevos modelos de industria en donde aún tenemos obreros dentro que cumplen un horario dentro de su lugar de trabajo y se requiere de cierta efectividad en su trabajo pero éste ya no es un producto tangible, textil o de consumo como normalmente se ha entendido dentro del concepto de una fábrica.

Los obreros o técnicos de las nuevas industrias deben de manejar conocimientos técnicos adquiridos previamente en un centro de estudios o mediante su experiencia laboral. Es frecuente escuchar que las profesiones que se necesiten dentro de unos años aún no se han inventado, esto producto del rápido avance tecnológico que vivimos.

Bosco y Adell citados por (Ortí, 2006): (...) “dividen la historia del hombre, en función de cómo se realiza la transmisión, codificación y tratamiento de la información, analizando los cambios radicales que se producen en los diferentes periodos en la organización social, la organización del conocimiento y las habilidades cognoscitivas del hombre, conformando su propia identidad” (p.2).

2.10 Nuevas tecnologías en la industria de la construcción

El continuo avance en las tecnologías asociadas a la informática impacta directamente en el desempeño de las ocupaciones asociadas al dibujo técnico. Pocos puestos de trabajo han tenido un cambio tan dramático pues hace pocos años se pasó de usar instrumentos para elaborar las representaciones gráficas a herramientas totalmente digitales.

Actualmente los ambientes digitales colaborativos permiten elaborar trabajos de un técnico en países diferentes de forma simultánea, en un gran abanico de ciencias y ramas de la ingeniería. Se tienen dibujantes para la representación de elementos mecánicos los cuales usan metales o plásticos, los cuales pueden elaborarse mediante impresoras de tercera dimensión a reducida o a gran escala en la fabricación de elementos para edificios.

En la especialidad arquitectónica tenemos gran variedad de aplicaciones las cuales llenan las necesidades de los clientes mediante foto realismo, modelado de edificaciones y diseño inteligente. En el diseño de estructuras metálicas, piezas, montajes, puentes, torres son necesarios dibujantes especializados en representación de estos elementos.

Un campo poco explorado es la formación de técnicos especializados en dibujo eléctrico y electrónico los cuales son necesarios para muchos emprendimientos de alta tecnología o complementar el trabajo de los dibujantes arquitectónicos e ingenieros eléctricos. Aplicación de los sistemas de información geográfica a una gran variedad de campos de las ciencias e ingeniería han creado la necesidad de tener técnicos especializados.

Según (Sanabria, 2015) en su estudio de Prospección sobre sobre las nuevas tendencias tecnológicas relacionadas con figuras profesionales del dibujante técnico menciona que el dibujo geológico y cartográfico se relaciona directamente con esta especialidad y la actualización del perfil dibujante conlleva un estudio científico prospectivo el cual debe estar coordinado con el Ministerio Educación Pública para llenar las necesidades de técnicos en el área del dibujo técnico evitando las duplicidades de funciones, la competencia desleal entre egresados e incoherencias curriculares entre instituciones. La regularización como el objetivo de los planes de formación y capacitación por profesional llevan al ordenamiento del sector, el reconocimiento de las capacidades y la reivindicación salarial de los egresados. El ordenamiento del sector permitirá satisfacer las necesidades de las empresas de alta tecnología que invierten en nuestro país, además de ser el motor del desarrollo tecnológico del país.

Desde el punto de vista de la construcción una tecnología que actualmente no se está usando o que sólo está en la fase de prototipo no se considera emergente, pero las tecnologías que actualmente se están usando de manera incipiente y que tienen el potencial de sustituir productos y servicios a futuro

Por lo General las industrias envían las tecnologías emergentes a mercados que tienen bajo impacto y que no son nos son el segmento tradicional, las personas empiezan a utilizar el nuevo producto o servicio y se empieza a dar un crecimiento en las ventas o en la utilización de tecnología.

Originalmente la tecnología introducida estas prestaciones modestas, como la tendencia a su uso crece la rentabilidad también aumenta por lo que la empresa proporciona versiones con mejores prestaciones.

Poco a poco la tecnología emergente va ocupando los nichos de la tecnología tradicional o vigente para luego desplazarla o dejarla obsoleta, esto ha pasado con tecnologías como las cámaras fotográficas digitales, la cual desplazó poco a poco la tecnología fotográfica analógica y ahora esta es desplazada por los dispositivos móviles.

Determinar estas tecnologías en el campo la construcción es sumamente complejo pues la construcción lo tiene el dinamismo de los sectores electrónico e informático, en construcción no salen cada seis meses nuevas tecnologías de sistemas constructivos, equipos y herramientas.

Además, que el hecho de tener nuevos productos en el mercado cada seis meses no implica la incorporación de una tecnología disruptiva. Sino que son mejoras a un producto existente.

La búsqueda tecnologías emergentes en el marco de un estudio de prospección debe ir más allá de la búsqueda de nuevos productos del mercado sino un análisis objetivo de la evolución de los procesos constructivos.

2.11 Historia de BIM

El concepto de la metodología BIM no tiene como tal un origen puntual, probablemente al inicio de la idea de su creación no estaban claro los alcances que esto iba a tener, sin embargo la empresa GRAPHISOFT en 1982 desarrollo un software de computación que permitía dibujar en 2D y 3D, conocido como RADAR CH, que sería el predecesor de ARCHICAD, el cual introdujo uno de los primeros conceptos del BIM que consiste en objetos paramétricos también conocidos como "Smart Objects", al igual que el concepto de un modelo virtual en 3 dimensiones, conceptos que lo diferenciarían de los programas CAD

A finales de los años 70 el Profesor Charles M. Eastman, del Instituto Tecnológico de Georgia, desarrollo sistemas de modelado 3D y primeros sólidos paramétricos para la industria de la construcción y se enfocó en el desarrollo de herramientas para los profesionales con el concepto "Building Description System" o "Building Product Modeling", más tarde renombrado como Building Information Modeling" (BIM), Siendo pionero de AEC software, un desarrollador de software de planificación y gestión de proyectos que es otro de los conceptos del BIM

En 2002 Autodesk se introduce al BIM con la compra de Revit Technology Corporation, con el software REVIT, esta nueva propuesta agiliza el proceso de diseño y dibujo de un proyecto pues al realizar un modelo 3D se puede extraer plantas arquitectónicas, secciones, fachadas que son automáticamente actualizadas cuando se realiza algún cambio en el modelo. Otras funcionalidades de Revit son el cálculo estructural, cálculo de instalaciones, planificación, cálculo de cantidades de material y presupuesto, añadiendo un nuevo concepto fundamental al BIM, la interoperabilidad entre diferentes software.

En la actualidad todos estos conceptos de la metodología BIM son utilizados por los diferentes proveedores de Software, con una gran diversidad de paquetes de diseño.

BIM es un paradigma del dibujo asistido por computador que permite un diseño basado en objetos inteligentes y en tercera dimensión. De este modo, se provee

una asociación completa de orden bidireccional. Un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas

2.12 Definición actual de BIM

BIM (Building information Modeling) o en español modelado de información de la construcción, es una metodología de trabajo en el sector de la construcción basada en el uso de una serie de sistemas y softwares que permitan integrar toda la información útil de un proyecto, en un modelo virtual en 3 dimensiones, permitiendo analizar y gestionar de forma efectiva todo el ciclo de vida del mismo desde su fase inicial durante la construcción hasta su operación e incluso su deconstrucción o derribo, todo esto en forma colaborativa entre los diferentes participantes del proyecto.

El concepto de los niveles del BIM fue creado para definir los diferentes estados en que se implementara esta tecnología de forma gradual. Como se entiende que no se puede cambiar tan bruscamente las formas y metodologías de trabajo en el sector de la construcción, y que además estas van de la mano del desarrollo de las nuevas tecnologías (software y hardware),

Según (Monfort, 2015) el proceso para implementar la metodología del BIM de forma progresiva es utilizar distintos niveles según el grado de aplicación de las herramientas BIM. Los niveles BIM se han definido dentro de un rango de 0 a 3, y aunque existe un debate sobre el significado exacto de cada uno, se pueden definir de la siguiente forma:

- Nivel 0: Es el estado de trabajo en el cual no existe ningún tipo de colaboración. La forma de dibujar y representar es totalmente en 2D, y el método de comunicación e intercambio de información se basa en el papel o la impresión de planos. La tecnología está basada en el software CAD

- Nivel 1: En este nivel se encuentra una mezcla del trabajo 2D Y 3D con los softwares CAD. No existe una colaboración entre diferentes disciplinas y cada uno mantiene su propia información, este es el nivel en que se encuentran trabajando muchas organizaciones actualmente.
- Nivel 2: Se define con la introducción del trabajo colaborativo en la metodología de trabajo, todos los agentes trabajan con sus modelos 2D-3D en CAD o BIM, se trabaja con modelos parametrizados, pero no necesariamente se trabaja bajo un único modelo compartido, El intercambio de información se hace mediante archivos IFC o archivos COBie (Construction Operations Building Informations Exchange)
- Nivel 3: Es definido por la colaboración e interoperabilidad total entre los diferentes agentes constructivos sobre un modelo único compartido, el cual se encuentra subido en un servidor accesible por cualquier agente desde cualquier parte del mundo.

Planificación y Gestión de Proyectos (4D – Tiempo)

En esta etapa se agrega el factor tiempo, es decir la planificación para la ejecución del mismo. Al vincular el modelo 3D de la etapa anterior con el cronograma de actividades para su construcción se puede hacer una representación virtual del proceso de construcción en tiempo real, facilitando la administración de recursos y el cronograma de la obra. La planificación y gestión de proyectos aún se encuentra en una etapa muy temprana de implementación en nuestro contexto, esto requiere del dominio de etapas previas.

Mediciones y Costos (5D - Control de Costos)

En la siguiente etapa BIM se puede seguir reutilizando la información del modelo 3D parametrizado para realizar el cálculo de las mediciones virtuales del proyecto, obteniendo así, datos muy similares a la realidad, que luego se enlazarían con algún software de control de costos, que contendría las partidas correspondientes para la realización de presupuestos. El control de costos es un factor que muchos

profesionales quieren poner en práctica, esto debido a lo complicado que es realizar un presupuesto de una construcción en donde influye hasta las variables climáticas en el precio final de la obra.

Teniendo así entre las principales ventajas de esta tecnología 5D, el hecho de poder tener cómputos métricos de una forma mucho más simple y precisa que los métodos tradicionales, ahorrando entonces mucho tiempo y trabajo a los proyectistas.

Otra ventaja importante sería que al estar enlazado el presupuesto al modelo 3D, al momento de algún cambio en el modelo, las mediciones de las partidas específicas se actualizarían al mismo tiempo.

Análisis de Eficiencia Energética (6D - Ambiente y Sustentabilidad)

Debido a la concientización que se ha llevado a cabo en las últimas décadas en cuanto a la problemática ambiental, y la constante necesidad del buen uso y aprovechamiento de los recursos, se incorpora la etapa BIM 6D, en la que se analiza todo lo que tiene que ver con la eficiencia energética y la sustentabilidad de los edificios.

Siendo esta una de las razones por la cual, los entes gubernamentales en muchos países, están exigiendo la implementación de la metodología BIM en el sector de la construcción; por otra parte, los propietarios de proyectos privados también han recurrido al uso de la metodología de trabajo BIM para sus proyectos, con el objetivo de reducir costos de operatividad con edificios más eficientes.

Anteriormente, para realizar estudios y análisis energéticos, era necesario utilizar herramientas externas al proyecto; ahora, con la incorporación de la tecnología BIM 6D se puede tomar el modelo paramétrico en 3D, el cual contiene los parámetros y propiedades técnicas de los materiales utilizados en el proyecto (por ejemplo la capacidad de transferencia térmica, consumo de CO₂, entre otros) y enlazarlos con aplicaciones de cálculo de eficiencia energéticas, para poder hallar las mejores soluciones constructivas con el fin de reducir el consumo energético.

Los principales desarrolladores de softwares han puesto a disposición del usuario, aplicaciones que permiten trabajar con esta tecnología BIM 6D, entre ellas: la herramienta web desarrollada por Autodesk conocida como Autodesk Green Building. Dicha herramienta, al exportar modelos 3D realizados en Revit, realiza el análisis del uso de la energía, el agua, las emisiones de CO2 y el rendimiento del edificio, devolviendo como resultados gráficos que representan: La intensidad energética, el consumo y costo anual de energía y el promedio de energía vs Grados día.

Administración, Operación y Mantenimiento (7D - Facility Management)

Según Patrick MacLeamy CEO de HOK que es una de las más importantes firmas de ingeniería y arquitectura del mundo, la etapa de operación y mantenimiento de un edificio representa un costo mucho mayor que las etapas de diseño y construcción, por esto una buena administración y manejo de los procesos operativos al igual que un adecuado mantenimiento es muy importante para reducir los costos de la vida útil de un proyecto.

Por esto en la metodología BIM se añade lo que se conoce como Facility Management (FM), que son aplicaciones y servidores que permiten en manejo y administración de un proyecto durante toda su vida útil, desde la etapa de diseño, pasando por la etapa de la construcción hasta llegar a la operatividad mantenimiento e incluso demolición.

Futuro de BIM

Debido al interés existente en la actualidad de implementar el BIM en sus proyectos por la administración pública en todo el mundo, con la finalidad de mantener toda la información de un proyecto en un solo Archivo o Modelo parametrizado que se estima que en un futuro cercano se enlace todos estos proyectos a lo que se conoce como Big Data de las ciudades, como una base de datos interconectada, conformada por las infraestructuras, instalaciones vialidad, etc. Apareciendo así las Smart Cities o ciudades inteligentes, lo que permitirá mejorar la eficiencia

energética de toda una ciudad entre muchas otras ventajas para los entes gubernamentales.

2.13 Ventajas y posibles limitaciones de la Tecnología BIM en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Actualmente el sector de la construcción en Costa Rica utiliza en su mayoría la tecnología CAD para el dibujo de planos constructivos, esto también resulta más sencillo a la hora de que varios profesionales deben de realizar diversos aportes en un proyecto y no todos cuentan con el conocimiento para utilizar la tecnología BIM.

Uno de los principales factores que pueden definir la rápida expansión del BIM y su uso en nuestro país son las universidades que están formando nuestros profesionales en ingeniería y en arquitectura, y algunas de éstas universidades se han implementado la tecnología BIM dentro de los cursos de su malla curricular o como cursos opcionales.

Algunas universidades han sido conscientes de que el aprendizaje de BIM conlleva varios cursos para entender esta tecnología y el aporte que tiene en varias fases del proyecto constructivo. Esto genera que desde que un profesional se egresa de la universidad y se enfoca a brindar consultoría en su campo de estudio, utilice la tecnología BIM por su familiaridad con la tecnología.

Una de las desventajas que podría encontrar esta tecnología a la hora de enseñarse es lo demandante que es el software a las características del hardware que se necesita para poder ser instalada. Los requerimientos pueden terminar en una adquisición de equipos de cómputo más costoso para poder manejar grandes archivos que almacenan mucha información.

Autodesk, empresa creadora de Revit y CAD, pone a disposición de alumnos y docentes licencias de 3 años de sus productos para que sean instalados en sus computadoras personales utilizando credenciales de sus centros de estudio, esto

representa una enorme ventaja pues el estudiante puede tener acceso al software durante su periodo de estudio de 3 años.

2.14 Metodología BIM en Docencia

Las ya comentadas exigencias que involucran el uso de la metodología BIM provocan que sea una tecnología no dominada por gran parte de los profesionales de Ingeniería y Arquitectura, y a su vez por profesionales que se desenvuelven como docente en los colegios técnicos de nuestro país.

A la hora de dimensionar la importancia e BIM en la docencia universitaria y con ello el efecto sobre el conjunto de estudios, puede considerarse definitivamente que BIM supone un cambio de paradigma y no un cambio menor o una evolución lineal de software de diseño gráfico. (Holzer, 2014)

En todo caso una metodología de este nivel de impacto no se asimila en el entorno académico con facilidad: la fuerza conceptual y procedimental de BIM corre peligro de desplazar métodos y rutinas docentes “tradicionales” muy valiosas o por el contrario perder gran beneficio formativo al ser implementadas forzando su adaptación a metodologías antiguas. En este último caso se agrava además la percepción de estar luchando por un mismo espacio, limitado y reservado, con respecto a las dinámicas académicas ya establecidas, cuando en realidad se trata de enriquecer los medios de aprendizaje.

Es importante evidenciar las singularidades de los procesos BIM, así como las ventanas de oportunidad para su incorporación sinérgica entre áreas de conocimiento, para perfilar una metodología autónoma y complementaria a las establecidas (Ambrose, BIM and Integrated Provocateurs of Desing, 2007).

2.15 Consideraciones Pedagógicas

Es conveniente enunciar una vez más los dos tipos de objetivos formativos a valorar: en primer lugar, el propio BIM como objeto de aprendizaje en sí mismo, y en segundo lugar, aquellas rutinas de aprendizaje que los procesos BIM permiten optimizar.

Comenzando por el propio BIM como objetivo formativo, se acepta que es tanto del interés de los empleadores como de los propios estudiantes que desean ser los futuros empleados, conocer y asimilar tempranamente el concepto y los procesos BIM y en especial prepararse oportunamente para ejercerlo (Isa, 2013). Cualquier avance formativo puntual o global que permita alcanzar una capacitación en cualquier de los futuros roles profesionales (*BIM modeler*, *BIM coordinator*, *BIM manager*, etc.), incluso preparando implícitamente al estudiante para el cambio de roles que BIM terminará implantando (Holzer, 2014), tendrá un impacto inmediato en la empleabilidad del estudiante, y desde el punto de vista de la industria AECO, en un aumento de eficiencia fundamental de sus procesos BIM dada la dependencia de ésta de la preparación de los profesionales implicados en su operación y gestión.

Es necesario preparar a los futuros profesionales desde las aulas de la universidad, y por tanto antes identificarse en rutinas de trabajo tradicionales, mediante esquemas colaborativos nuevos y eficientes basados en los flujos BIM (Hannele, y otros, 2012). Se entiende así que el objetivo del profesional BIM debe quedar centrado en mantener el desarrollo del proyecto en las máximas cotas de eficiencia global más que en resolver un cometido parcial, es decir, trabajar desde la idea de un flujo coherente de desarrollo en vez de fases sucesivas y autistas a cargo de los diversos agentes contratados.

A medida que BIM se vaya convirtiendo en el proceso de referencia, en cualquiera de las fases del proyecto, el estudiante de arquitectura debe aprender a liderar el proceso de gestión de información de manera integral, es decir, entendiendo y

controlando cómo fluye la información, cómo se usan las metodologías de los ingenieros consultores que afectan al modelo y sabiendo que tipo de inconvenientes produce cada tipo de decisión procedimental (Russel & Elger, 2008).

2.16 Fortalezas de los Procesos BIM en Docencia

El concepto básico de BIM como modelo virtual único constituye un valor inicial de coherencia de proyecto muy destacado. Se independiza así tanto el proceso de diseño como la propia ejecución de la arquitectura, de la obligación de comunicar y desarrollar en base a representaciones parciales, que ha resultado tradicionalmente en una visión arquitectónica fragmentada, en perjuicio del diseño integrado y provocando incongruencias muy difíciles de gestionar (Ambrose, BIM and Integrated Provocateurs of Desing, 2007). La idea global y tridimensional de “proyecto” encuentra un reflejo equivalente en el modelo virtual BIM en todas sus fases, posibilitando no ya finalizar el proceso proyectual en un ente llamado “edificio”, sino permitiendo incluso iniciar el proyecto con la propia idea de “edificio” (Ambrose, BIM and Comprehensive Desing Building Education. Association for Computer-Aided Architectural Desing Research in Asia 757-760 , 2009)

El concepto unitario de BIM se acompaña con una gestión visual que combina la comentada visión tridimensional de conjunto tanto externa como interna, con la oferta ilimitada y a voluntad de vistas parciales de todo tipo (secciones, plantas, recortes tridimensionales, mayor o menor inclusión de información, etc.) que concreta un poder de visualización único para ser explotado como herramienta de aprendizaje (Zang, 2012). De hecho como concepto de realidad virtual, se aproxima más a la percepción del mundo de los estudiantes, inicialmente con dificultades de entender vistas abstractas y parciales en planta o sección y facilita la comprensión de la relación entre las partes y fomenta un diseño integrado consciente de la repercusión de las acciones individuales.

Asimismo, desde la unicidad tridimensional y realista, podrán acceder con mayor facilidad a la comprensión de la abstracción de la visión fragmentada en plantas, secciones y alzados de las convenciones de representación arquitectónicas.

Como nativos digitales los estudiantes presentan mayor disposición al propio medio de trabajo con BIM, lo que junto a su poder de visualización facilita su uso a la hora de transmitir y asimilar el vocabulario (términos, elementos, conceptos) y gramática (procesos, relaciones) de la arquitectura desde los primeros cursos. De hecho el concepto BIM exige en todo momento cierta “constructibilidad” básica que resulta altamente beneficiosa no solo para “entender” la construcción de, y desde, un modelo BIM, sino para contrarrestar en cierto modo los excesos de experimentación geométrica y hasta exuberancia y virtuosidad digital posibilitados por el software, pero desligado del entendimiento profundo de los procesos de construcción o fabricación que permiten transferir a un modelo virtual criterios de “constructibilidad” (Holzer, 2014).

El manejo del modelo BIM facilita a su vez al estudiante mantenerse actualizado de los cambios en el proyecto y por tanto potencia el resultado final que tiene su trabajo personal.

Mantener esta orientación es fundamental para facilitar el trabajo evolutivo sobre la base inicial. El proceso de diseño, visto como ciclos iterativos de “ver, mover y ver”, se desprende de las limitaciones tradicionales (interactividad limitada, dificultad de mantener todas las vistas actualizadas y coherentes) ya que el entorno BIM facilita los procesos iterativos para testar y simular resultados. De hecho, BIM implementa una metodología de diseño basada en la simulación (Cheng, 2006), útil al verificar o descartar suposiciones preliminares, para después centrar el foco y afinar la posible dispersión entre lo proyectado respecto al resultado real futuro, o alternativamente abrir perspectiva para ensayar con otras variantes proyectuales. La eficiencia del proceso (conservación de datos y velocidad de procesamiento) habilita para completar el estudio tanto desde la perspectiva de “tiempos” (ciclo de

vida completo, para uso, recursos, reciclaje, etc.) como el de “definición” (coste, planificación, operación) (Holzer, 2014) e incluso incorporar aspectos, hoy proyectualmente cuasi intangibles, como la acústica y la iluminación como motor de ideación (Cheng, 2006).

Esta extensión del estudio previo y la consiguiente ampliación significativa de la implicación de las áreas de ejecución y producción de proyecto, confieren a los procesos BIM una vertiente de realismo profesional que permite reproducir entornos de trabajo adecuados para el ejercicio de “práctica profesional”, ya sea a modo individual o colaborativo. Como herramienta de trabajo facilita metodologías ABP (Aprendizaje Basado en Problemas o Proyectos) en talleres de diseño, especialmente técnicos. Las experiencias extendidas a la colaboración entre estudiantes de la misma disciplina (reparto de roles, objetivos, rutinas, criterios de revisión, etc.) como entre estudiantes de diferentes disciplinas, tanto en formato presencial, virtual como mixto, han permitido profundizar en la simulación de experiencias profesionales realistas, fomentando así la relación directa con la industria (Friedman 2006) y constatando además la adecuación de recursos y procesos BIM para el desarrollo competencial en “Trabajo en Equipo” (Friedman, 2006).

2.17 Debilidades con respecto a los procesos BIM en docencia

Comenzando por el inconveniente mayoritariamente mencionado en la literatura especializada, los procesos BIM preocupan principalmente respecto a la posible limitación de creatividad que pueden suponer en la formación del arquitecto. Su falta de “especulación” digital (Holzer, 2014) es coherente con el pragmatismo de gestionar los datos por medio de entidades y familias “cerradas”, pero exige en todo momento cierto nivel de toma de decisiones que limita la “indefinición voluntaria” que en arquitectura se valora como manera de no cerrar un proceso de forma

prematura, de modo que esta ausencia de especificación resulta en un aspecto extremadamente productivo en el proceso de diseño.

El hecho de que el entorno de trabajo promueva la definición de datos, preocupa ya que podría abrumar al usuario neófito (Cheng, 2006) e instaurar rutinas perjudiciales que reproduzcan una secuencia de decisiones como respuesta inmediata a un requerimiento de completar datos, y que resulte por tanto en meramente “construir” un ente que en principio siquiera ha llegado a ser “diseñado”. Este reverso de su “constructibilidad” puede resultar por tanto perjudicial si no es gestionado con la sensibilidad adecuada.

En efecto, el hecho de que las rutinas e inercias consustanciales a cada herramienta puedan llegar a dirigir todo el proceso resulta en muchos casos desfavorable para los objetivos del aprendizaje. Tanto visto desde la comparación con la herramienta “martillo” que promueve al usuario a ver “clavos” por doquier, o el “cincel” que busca operar en todo caso por medio de “substraer” material (Ambrose, BIM and Integrated Provocateurs of Desing, 2007), se entiende que en la decisión de recurrir a BIM como herramienta de aprendizaje debe valorarse su oportunidad, el posible beneficio respecto a otras alternativas y por supuesto su adaptación específica en cada caso al objetivo docente. Su incorporación se entiende como un recurso más en el catálogo de medios de expresión gráfica (manual o CAD), y quedará sujeto al interés del objetivo académico específico el recurrir al que se considere más adecuado (Ibrahim, 2014). Su especificidad a la hora de alterar el proceso de trabajo de composición, escala y abstracción, por una metodología basada en sistemas y relaciones holísticas, no aconseja su uso directo (no adaptado) en los aprendizajes específicos del área de expresión gráfica relacionados con estos conceptos (Ambrose, BIM and Comprehensive Desing Building Education. Association for Computer-Aided Architectural Desing Research in Asia 757-760 , 2009).

Del mismo modo debe considerarse la preservación de todas aquellas metodologías que tradicionalmente han demostrado su eficiencia en el aprendizaje del estudiante, en especial aquellas ligadas al uso de la mano como herramienta que biológica e históricamente ha unido mente y ojo humano, realizando función de puente entre la imaginación de la mente y la imagen que emerge. Hoy ya se investiga el papel de los medios de realidad virtual (entornos de videojuegos para el diseño cuasi manual) pero mientras no demuestre su eficiencia o complementariedad, no puede ni debe contemplarse la reconversión de la totalidad del aprendizaje al medio visual y virtual. El apunte a mano ha demostrado ser de gran eficacia a la hora de recordar información conceptual, ya que lleva a procesar primero la información para solo posteriormente fijar la información de manera selectiva (Mueller, Oppenheimer, 2014).

La propia literatura especializada que apunta a las posibles amenazas que planean sobre un uso indiscriminado de BIM, trata a su vez de matizar los inconvenientes, así como acotar y proponer variantes o adaptaciones útiles. La propia experiencia con las herramientas CAD de los últimos dos decenios, permite constatar la sorprendente capacidad de los estudiantes para apropiarse de la herramienta y desactivar condicionantes a los docentes, como no usuarios especialistas en muchos casos, les resulta difícil o directamente imposible. Para la docencia se debe poner el acento en el flujo de procesos de investigación “abiertos” (sin resultado fijo o predeterminado) como objetivo fundamental en los procesos BIM, por un lado para potenciar, como ya se ha mencionado, la simulación como motor de proyecto, y por otro contrarrestar la rigidez intrínseca de la herramienta (Cheng, 2006).

A su vez se propone trabajar los conceptos BIM pero sin recurrir a la propia herramienta BIM, es decir, simplificar el entorno de trabajo (interface, rutinas) pero acometer con herramientas alternativas (p. ej. Sketchup) la asimilación del concepto “objeto” y la gestión de “familias” propios de BIM, saltando entre “objetivación” y abstracción para desarrollar el sentido de lo “real” y referenciarlo con el pensamiento abstracto (Ibrahim, 2014).

2.18 Implementación Actual de BIM en Docencia

Una valoración resumida y bastante descriptiva sobre el estado y los retos ante los que se encuentra la implantación de BIM en la docencia, lo ofrece el estudio realizado en Gran Bretaña por encargo del BIM Task Group, junto a la Higher Education Academy y BIM Academic Forum, y coordinado por Underwood, Aoyade et al (2015). Realizado por medio de encuesta a todas las instituciones universitarias con planes de estudio relacionados a las disciplinas que pueden utilizar la tecnología BIM, aporta datos, valoraciones y conclusiones muy útiles para su extrapolación a la implantación de BIM en el ámbito académico.

El análisis se centra en 5 puntos principales:

1. Definición de recursos docentes
2. Estado de BIM en instituciones universitarias
3. Estrategias de adopción BIM
4. Concienciación respecto a BIM
5. Implicaciones generacionales

El resumen ejecutivo se muestra contundente respecto en sus conclusiones:

- Existe una importante desconexión entre disciplinas, incluso entre materias en las que el potencial colaborativo en BIM es máximo.
- No hay implicación resolutive de empresas comerciales de software BIM y la variedad de software implantado es reducida (Autodesk representado por Revit y Naviswork, principalmente).
- La docencia de la Arquitectura lidera claramente la adopción de BIM por encima de las restantes disciplinas.
- Las universidades presentan poca colaboración directa con la industria.

- Mientras la incorporación de docencia en BIM muestra apoyo académico significativo, la convicción por un cambio definitivo no es en absoluto evidente.
- Un 40% de los encuestados aún no se considera suficientemente informado respecto a BIM y la estrategia nacional de implantación.
- La encuesta constata que la generación anterior a los nativos digitales se muestra poco convencida respecto a la implantación BIM.

Estas conclusiones obtenidas tras cinco años de decidida promoción e implantación a nivel nacional y a solo un año vista de la adopción reglamentaria de nivel 3 de elevada exigencia en proyectos (licitación pública, presupuestos elevados) respecto integración (IPD) e interoperabilidad, resulta un serio aviso a la hora de plantear horizontes creíbles para una implantación académica masiva y recuerda la necesidad de concretar los mejores marcos de actuación y coordinar metodologías docentes optimizadas que faciliten alcanzarlos.

2.19 Trabajo Colaborativo

Una de las metodologías que demuestra gran similitud con la forma de laborar de la metodología BIM es el aprendizaje colaborativo. Según (Dirección de Investigación e Innovación Educativa, 1998) la técnica del trabajo colaborativo se puede desarrollar en diferentes ámbitos educativos e involucra a los estudiantes en actividades de aprendizaje que les permite procesar información, lo que da como resultado mayor retención de la materia de estudio, de igual manera, mejora las actitudes hacia el aprendizaje, las relaciones interpersonales y hacia los miembros del grupo.

- Permite reconocer a las diferencias individuales, aumenta el desarrollo interpersonal.

- Permite que el estudiante se involucre en su propio aprendizaje y contribuye al logro del aprendizaje del grupo, lo que le da sentido de logro y pertenencia y aumento de autoestima.
- Aumenta las oportunidades de recibir y dar retroalimentación personalizada.
- Los esfuerzos cooperativos dan como resultado que los participantes trabajen por mutuo beneficio de tal manera que todos los miembros del grupo:
 - Ganan por los esfuerzos de cada uno y de otros.
 - Reconocen que todos los miembros del grupo comparten un destino común.
 - Saben que el buen desempeño de uno es causado tanto por sí mismo como por el buen desempeño de los miembros del grupo.
 - Sienten orgullo y celebran conjuntamente cuando un miembro del grupo es reconocido por su labor o cumplimiento.

Los elementos esenciales del Trabajo Colaborativo son Responsabilidad individual, interdependencia positiva, interacción cara a cara, trabajo en equipo, y proceso de grupo.

Estructurando sistemáticamente estos elementos en situaciones de aprendizaje dentro de los grupos, se ayuda a asegurar los esfuerzos para el aprendizaje colaborativo y el éxito del mismo en un largo plazo.

Responsabilidad Individual: Los estudiantes son responsables de manera individual de la parte de la tarea que les corresponde, sin embargo, todos en el grupo deben comprender las tareas que les han sido asignadas al resto de los compañeros. El grupo debe tener claras las metas y debe ser capaz de medir su propio progreso en términos de esfuerzo tanto individual como grupal.

Comunicación cara a cara: Los estudiantes necesitan hacer trabajo real en el cual promueven su éxito como miembros del equipo intercambiando información importante y ayudándose mutuamente de forma eficiente y efectiva; ofrecen retroalimentación para mejorar su desempeño y analizan las conclusiones y reflexiones de cada uno para lograr resultados de mayor calidad. Los grupos

colaborativos son a la vez son sistemas académicos de soporte y sistemas de soporte personal. Existen importantes actividades cognitivas y dinámicas interpersonales que solo ocurren cuando los estudiantes promueven el aprendizaje de otros, esto incluye el explicar a otro como resolver un problema, discutir la naturaleza de los conceptos que están siendo aprendidos, enseñar a otro el conocimiento propio, entre otros ejemplos. Solo a través de la comunicación cara a cara es como los estudiantes se vuelven personalmente comprometidos con los otros así como con las metas de trabajo del grupo al que pertenecen.

Interdependencia positiva: Los estudiantes se apoyan mutuamente para cumplir con un doble objetivo: lograr ser expertos en el conocimiento del contenido y desarrollar habilidades de trabajo en equipo. Comparten metas, recursos, logros y entendimiento del rol de cada uno. Un estudiante no puede tener éxito a menos que todos en el grupo lo tengan. La interdependencia positiva se logra cuando un miembro del grupo se percibe a sí mismo ligado con cada uno de los demás miembros de manera que no puede tener éxito a menos que todos los demás lo tengan, de la misma forma, si uno falla, todos los demás fallan. Trabajo en Equipo: Al trabajar en grupo, los estudiantes necesitan poseer habilidades interpersonales y grupales además del conocimiento necesario para resolver el problema planteado en la materia de estudio. Es por eso que el trabajo en grupo les permite desarrollar esas habilidades y competencias para aprender a resolver juntos los problemas, desarrollando habilidades y competencias de liderazgo, comunicación, confianza, toma de decisiones y solución de conflictos.

Proceso de grupo: Los miembros del grupo establecen las metas periódicamente y evalúan sus actividades, identificando los cambios que deben llevarse a cabo para mejorar su trabajo y su desempeño en cuanto a sus relaciones con sus compañeros en el trabajo del grupo. Es necesario que los estudiantes discutan que tan bien llevaron a cabo sus actividades, alcanzaron sus metas y mantuvieron sus relaciones interpersonales mientras duró el proceso de trabajo grupal.

Cómo proponer tareas en Trabajo Colaborativo:

Para asegurar su participación adecuada, activa y equitativa en los grupos de trabajo dentro de la técnica didáctica de Trabajo Colaborativo, los estudiantes deben jugar roles dentro de los grupos en los que participen, dependiendo del tamaño del grupo, y del tipo de actividad, se permite cualquier tipo y combinación de roles. Algunos roles sugeridos son los siguientes:

- **Supervisor:** Es quien monitorea a los miembros del grupo en la comprensión del tema de discusión y detiene el trabajo cuando algún miembro del grupo requiere aclarar dudas. Lleva el consenso preguntando si todos están de acuerdo, si se desea agregar algo más, si están de acuerdo con las respuestas que se han dado hasta el momento.
- **Abogado del diablo:** Es quien cuestiona las ideas o conclusiones ofreciendo alternativas diferentes a las planteadas por el grupo, es quien duda de que si lo planteado funcionará o si las conclusiones presentadas por el grupo puedan ser realmente válidas. • **Motivador:** Es quien se asegura que todos los integrantes del grupo tengan la oportunidad de participar en el trabajo y elogia a los participantes por sus contribuciones.
- **Administrador de materiales:** Es quien provee y organiza el material necesario para las tareas y proyectos.
- **Observador:** Es quien monitorea y registra el comportamiento del grupo con base en la lista de comportamientos acordada y emite observaciones acerca del comportamiento del grupo.
- **Secretario:** Es quien toma notas durante las juntas de grupo y se asegura que la información sea clara para todos, leyendo y retroalimentando.
- **Controlador de tiempo:** Es quien monitorea el progreso del grupo en el tiempo y controla que el grupo trabaje acorde a estándares de límites establecidos de tiempo para terminar a tiempo sus actividades.

El profesor puede establecer más o menos roles dependiendo de la naturaleza de las actividades colaborativas

El profesor en la técnica de Trabajo Colaborativo:

Como guía del proceso de enseñanza-aprendizaje, dentro de la técnica didáctica de trabajo colaborativo, el profesor es un facilitador, un entrenador, un colega, un mentor, un guía y un coinvestigador. Para lograr esto, se requiere que realice funciones de observación, interactuando en los equipos de trabajo cuando sea apropiado, haciendo sugerencias acerca de cómo proceder o dónde encontrar información. Debe planear una ruta por el salón de clases y el tiempo necesario para observar a cada equipo para garantizar que todos sean observados durante las sesiones de trabajo; debe ser un motivador, y saber proporcionar a los estudiantes experiencias concretas como punto de partida para las ideas abstractas. Debe ofrecer a los estudiantes tiempo suficiente para la reflexión sobre sus procesos de aprendizaje y ofrecer retroalimentación adecuada en tiempo y forma.

Evaluación:

De los distintos de evaluación usualmente utilizados se pueden utilizar los siguientes:

Evaluación Formativa: las actividades son usadas para proveer con retroalimentación, evaluando para motivar a los estudiantes a alcanzar niveles más altos de desempeño.

Evaluación sumativa: las actividades son usadas para juzgar el término de productos finales, la competencia y que se demuestre mejora.

El sistema de evaluación debe ser desarrollado para que ésta sea tanto formativa como sumativa. Por ejemplo, los reportes escritos pueden incluir una revisión de los procesos que ayuden a los estudiantes con retroalimentación en los aspectos

que necesiten mejora, antes de la evaluación de sus productos finales, esta retroalimentación es formativa y contribuirá a la evaluación sumativa final.

De igual manera, la evaluación de las actividades puede planearse en varias etapas del proceso colaborativo para que sean llevadas a cabo ya sea por el profesor, por el mismo estudiante, o por los compañeros del grupo.

2.20 Metodología de Estudio de Casos

La metodología de estudio de casos se es una de las técnicas didácticas que más se utiliza en las diferentes sub-áreas de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Con el uso de esta tecnología el docente tiene la labor de revisar diferentes proyectos y planos que cumplan con la dificultad adecuado para los distintos niveles de la especialidad. Según la Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo del Instituto Tecnológico de Monterrey, la técnica de estudio de casos consiste precisamente en proporcionar una serie de casos que representen situaciones problemáticas diversas de la vida real para que se estudien y analicen. De esta manera, se pretende entrenar a los alumnos en la generación de soluciones. (Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo)

Evidentemente, al tratarse de un método pedagógico activo, se exigen algunas condiciones mínimas. Por ejemplo, algunos supuestos previos en el profesor: creatividad, metodología activa, preocupación por una formación integral, habilidades para el manejo de grupos, buena comunicación con el alumnado y una definida vocación docente. También hay que reconocer que se maneja mejor el método en grupos poco numerosos.

Específicamente, un caso es una relación escrita que describe una situación acaecida en la vida de una persona, familia, grupo o empresa. Su aplicación como estrategia o técnica de aprendizaje, como se apuntó previamente, entrena a los alumnos en la elaboración de soluciones válidas para los posibles problemas de carácter complejo que se presenten en la realidad futura. En este sentido, el caso enseña a vivir en sociedad. Y esto lo hace particularmente importante.

El uso de esta técnica está indicado especialmente para diagnosticar y decidir en el terreno de los problemas donde las relaciones humanas juegan un papel importante. Alrededor de él se puede:

1. Analizar un problema.
2. Determinar un método de análisis.
3. Adquirir agilidad en determinar alternativas o cursos de acción.
4. Tomar decisiones.

El estudio de casos acerca a el estudiante a la realidad, en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico, el docente puede tomar edificaciones reales para que sean modeladas y dibujadas por el estudiante como un ejercicio mediante esta técnica. Además de puede aplicar la normativa vigente para realizar planos de una edificación cumpliendo con los requisitos de las diferentes instituciones involucradas en el proceso de la aprobación de un permiso de construcción.

Capítulo 3. Marco Metodológico

El procedimiento metodológico que se explica en este apartado es el que seguirá la investigación, es la estrategia metodológica de indagación que seguirá el estudio. En este procedimiento se incluye: el tipo de investigación, las variables con las definiciones conceptuales, los sujetos y las fuentes de información por emplear, la población, el procedimiento de muestreo utilizado, sujetos participantes en la investigación, también, la descripción de los instrumentos por emplear.

3.1 Paradigma, enfoque y tipo de investigación

El enfoque por emplear en esta investigación es cualitativo, porque contiene elementos del paradigma investigativo naturalista. Para, la investigación cualitativa: "Trata por medio de la empatía de comprender los motivos detrás de las reacciones humanas y de esta manera lograr una aprehensión global de la experiencia humana". (p.98). La investigación cualitativa se desarrolla directamente con las personas en su día a día de forma natural, se obtiene conocimiento, interactuando con los individuos que participan en la investigación, obteniendo información que expresa el sentimiento, vivencias, expectativas y preocupaciones de las personas, lo que permite al investigador realizar una interpretación de los datos obtenidos lo más cercano posible a la realidad que se intenta conocer. De acuerdo con (Yzaguirre, 2010) el mundo es entendido como cambiante y dinámico. No se concibe el mundo como una fuerza externa objetivamente identificable o independiente del ser humano. Los sujetos humanos son conceptualizados como agentes activos en la realidad. La investigación procura aprender los patrones de interacción que permitan interpretar los procesos. Asimismo, se trata de comprender situaciones desde la perspectiva de los participantes en la situación. (p.100)

3.2 Finalidad de la investigación

La investigación tiene como fin brindar un panorama de la aplicación de la tecnología como un nuevo contenido en la subárea de Dibujo Asistido por computadora de un Colegio Técnico Profesional específico. Este panorama que se desea obtener comprende una estrategia didáctica para la enseñanza de la tecnología BIM como un nuevo contenido dentro de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico que.

3.3 Alcance de la investigación

Los resultados obtenidos se analizarán en función al problema de investigación para luego poder plantear las conclusiones y recomendaciones. Para esta investigación, se procederá a visitar el centro educativo propuesto, a hacer entrega de los instrumentos a la población seleccionada para obtener la información, y posteriormente, a recolectar los instrumentos una vez concluido este proceso; con el fin de garantizar que los encuestados que contesten el instrumento comprendan las instrucciones y lo que se les solicita que responda y hacer aclaraciones adicionales cuando resulte necesario.

3.4 Sujetos o fuentes de información

En esta investigación la información que se utilizará para su desarrollo es ofrecida por los siguientes sujetos: personal docente de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del curso lectivo 2019 en el Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago. Empresas constructoras y de arquitectura quienes emplean técnicos en Dibujo Arquitectónico y

3.5 Variables

Con el fin de establecer las variables que se servirán como motivos de indagación y análisis a continuación se presenta el siguiente cuadro que contiene los principales objetos de estudio de la investigación:

Cuadro 1. Cuadro de variables

Objetivos	Variable	Conceptualización	Operacionalización
Identificar la importancia de estudiar la tecnología BIM en la especialidad de Dibujo Arquitectónico.	Importancia de Estudiar BIM	El por qué y para qué estudiar BIM.	Se enlistan las diferentes ventajas que puede tener conocer esta tecnología.
Determinar los criterios necesarios para adaptar el tema de la tecnología BIM en la especialidad de Dibujo Arquitectónico	Temas que cubre la Tecnología BIM	Tareas que se pueden realizar utilizando la Tecnología BIM en el ámbito de la construcción, estas tareas componen los distintos niveles de esta tecnología.	Se expresan en cifras absolutas y relativas, la frecuencia, según el nivel de BIM o los diferentes temas que abarca.

Continuación de Cuadro 6

Formular una propuesta didáctica para la enseñanza de la tecnología BIM en la Sub-área de Dibujo Arquitectónico Asistido por Computadora.	Recursos Didácticos para enseñar BIM	Se refiere cualquier material que se ha elaborado con la intención de facilitar al docente su función y a su vez la del alumno. Los recursos didácticos deben utilizarse en un contexto educativo.	Se enlistan los recursos didácticos y se expresan en cifras absolutas y relativas.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: *Elaboración propia*

3.6 Técnicas de recolección de información

Para la recolección de la información se aplicarán entrevistas a asesores de la DETCE involucrados en procesos e actualizaciones de planes de estudios, a docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del COVAO nocturno y empleados de diferentes empresas que utilizan la metodología BIM como forma de trabajo en la gestión de proyectos constructivos.

Las entrevistas que se aplicarán a los docentes de la especialidad de dibujo arquitectónico tienen el fin de conocer el dominio y conocimiento de la Tecnología BIM en los actuales docentes, así como su experiencia en este campo. Es fundamental conocer la opinión de docentes experimentados en la enseñanza del dibujo arquitectónico para que indiquen cuales consideran son las técnicas correctas para aplicar en el aula en la enseñanza de BIM

Las entrevistas diseñadas para los asesores de la DETCE tienen como principal objetivo conocer el proceso de actualización de un plan de estudios, así como las variables que influyen en el estudio de nuevos contenidos para una especialidad.

Los instrumentos se diseñarán con preguntas claras y precisas para evitar la ambigüedad. Para el levantamiento de la información se utilizará la tabulación manual para cuantificar una determinada respuesta. La información de los instrumentos se debe de condensar y ordenar con todos los detalles que se recolecten.

Para el proceso de análisis y tratamiento de la Información, también se utilizarán diversos métodos estadísticos como cuadros, gráficos, distribución de frecuencias relativas y absolutas para cada una de las variables en estudio; con el fin de facilitar el proceso de interpretación y análisis de la información.

Para este estudio se utilizarán datos de una encuesta aplicada por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos a sus agremiados con el fin de obtener un diagnóstico sobre el actual uso de BIM por los profesionales y empresas en Costa Rica.

3.7 Descripción y validación de los instrumentos.

Después del análisis de la bibliografía referente al tema, la encuesta es el instrumento que mejor se adapta al tipo de investigación, ya que permite dar respuestas en términos descriptivos y la relación entre variables, posibilitando de una mejor manera recabar la información de forma sistémica.

La encuesta puede estar elaborada por diferentes tipos de preguntas como, por ejemplo: preguntas abiertas, preguntas cerradas, selección múltiple, etc. Se puede sistematizar para recolectar la información de una parte del total de la población del estudio.

Preguntas Abiertas:

Se pretende obtener información cualitativa de la experiencia aquí planteada. En las que el encuestado tiene las posibilidades de describir o explicar de manera más explícita los aspectos que ellos consideren más relevantes.

Preguntas Cerradas:

Se plantean una serie de opciones tipo múltiple con escala tipo Likert de 4 posibilidades. Esto se ha considerado adecuado para eliminar la posibilidad de la duda o neutralidad, con la intención de forzar la encuesta a responder con uno u otro extremo.

La encuesta se elabora siguiendo las siguientes fases:

- Revisión de la literatura de otras encuestas o investigaciones sobre el tema.
- Redacción de las variables que forman la encuesta.
- Validación del instrumento por parte de un experto.
- Realización de una prueba piloto.
- Fiabilidad.
- Redacción final de ítems

Las preguntas se elaborarán siguiendo la organización de las 5 categorías:

Primera categoría: Información sociodemográfica, aquí se recogerán los datos de identificación relativos al sexo, edad, títulos académicos. Preguntas relativas a datos personales que nos ayuden a distinguir los perfiles de los estudiantes y profesores, esto nos permitirá distinguir entre diferentes categorías.

Segunda categoría: Formación tecnológica, datos referidos al uso de las TICs en general.

Tercera categoría: Evolución tecnológica. Datos referidos al uso de las TICs en el colegio y en el trabajo.

Cuarta categoría: Adquisición de destrezas y habilidades. Acá se trata de recabar información en los docentes y estudiantes sobre el uso de BIM en la adquisición de

competencias y habilidades requeridas para el desarrollo profesional. Aportando información como aptitudes y experiencias adquiridas por los estudiantes y docentes.

Quinta categoría: Valoración general y comentarios. De este apartado se pretende obtener datos cualitativos del nuevo planteamiento de la asignatura, prestando especial atención a la incorporación de BIM.

Capítulo 4. Análisis de Resultados

Luego de la recolección de la información; después de aplicado los instrumentos, se realiza el tratamiento de los datos correspondiente para el análisis de los mismos, esta fase es vital para que la información obtenida arroje las conclusiones a las cuales llega el estudio de investigación, en función de los objetivos y pregunta de investigación.

El análisis de la información recopilada en el estudio, permitirá describir la realidad estudiada mediante los resultados obtenidos de las variables comprendidas en el proceso de investigación, mediante el cual se responde a la pregunta de investigación que orienta al estudio de investigación; ¿Cómo enseñar las nuevas tecnologías que facilitan diversas tareas de la arquitectura y construcción en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago?

En este capítulo se realiza un análisis estadístico descriptivo de los datos capturados sobre variables del estudio, se ordena la información convirtiendo las respuestas a las preguntas de las encuestas en porcentajes para ubicar los resultados obtenidos en la escala diseñada para tales efectos, estableciéndose en el análisis el comportamiento de las variables. La información por analizar se obtuvo con la aplicación de un instrumento aplicado a dos muestras estratificadas.

4.1 Encuesta realizada por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Como parte de un diagnóstico para conocer el uso actual de la tecnología BIM en nuestro país, el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos mediante su comisión BIM, realiza una encuesta durante los meses de Julio y agosto del año 2019 la cual es respondida por 863 profesionales de las diferentes ingenierías y arquitectura.

La necesidad de aplicar dicha encuesta se da en relación con los esfuerzos que está realizando el CFIA para la implementación de la metodología BIM en el país según lo

menciona el Arq. Rodrigo Martínez en la charla “Implementación del BIM en procesos constructivos” del congreso virtual del CFIA el 24 de octubre del 2019.

1. ¿Es una persona agremiada al Colegio de Ingenieros y Arquitectos?

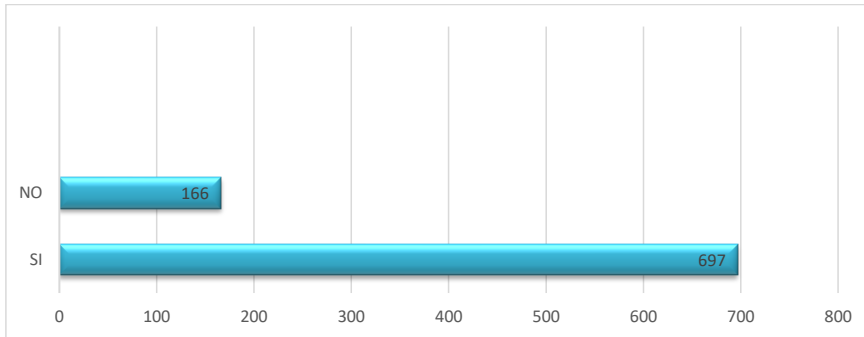


Figura 6 Agremiados al CFIA

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: De acuerdo con los datos suministrados por la encuesta del CFIA 697 personas que hicieron la encuesta son profesionales agremiados al CFIA lo que equivale a un 80.70% de las personas que contestaron esa pregunta, mientras que 166 personas no son agremiadas al CFIA, esta población corresponde principalmente a estudiantes de diferentes ramas de la ingeniería lo que corresponde al 19.30% de las personas que contestaron la pregunta.

Interpretación: Una notoria mayoría de las personas que contestaron esta pregunta son personas colegiadas al CFIA, eso quiere decir que poseen al menos un grado de bachillerato o licenciatura en alguna de las ramas de la ingeniería o arquitectura y se encuentran ejerciendo su profesión.

2. ¿Sexo?

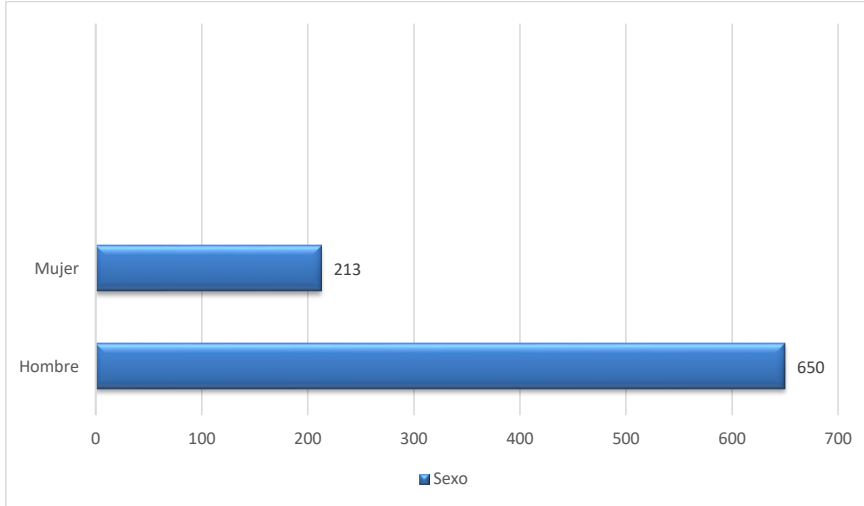


Figura 7 Sexo de las personas encuestadas

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: De las personas que se le contestaron cual era su sexo 650 son hombres lo que equivale a un 25% de las personas que contestaron la pregunta y 213 son mujeres lo que equivale a un 25% de la muestra.

Interpretación: En el estudio predominan los hombres lo cual un dato proporcional a la cantidad de personas por sexo que están colegiadas en el CFIA en donde predominan los hombres como la mayor cantidad de grupo de personas por sexo agremiadas.

3. De lo escuchado sobre el tema ¿Cuál cree que es la mejor definición de BIM?

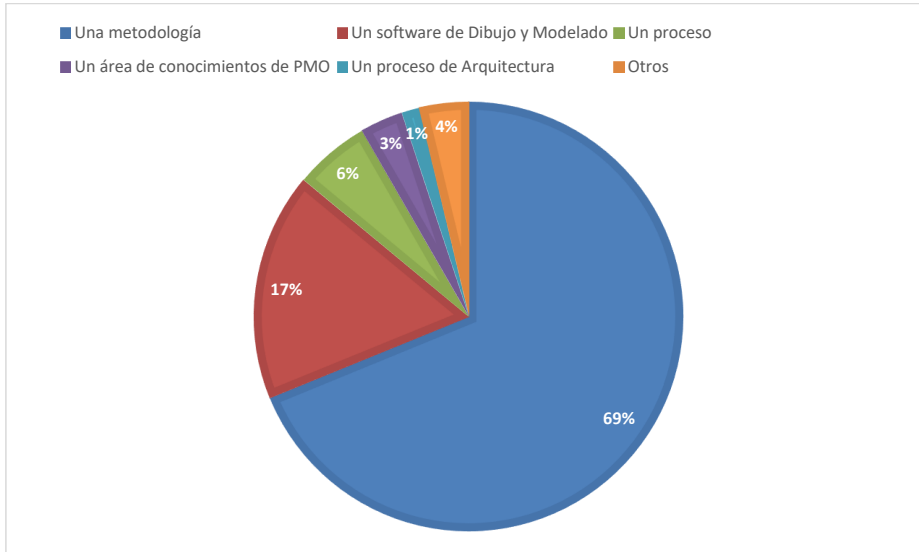


Figura 8 Que es BIM para las personas encuestadas

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: Existen un importante mayoría del 69% de las personas que contestaron la pregunta que consideran que BIM es una metodología, esto habla del interés que han tenido diferentes profesionales para informarse o capacitarse en el tema, sin embargo existe un importante 17% de la personas que respondieron la pregunta que consideran que BIM es solamente un software de dibujo y modelado, lo que habla de un población ha tenido un poco de acercamiento con BIM, pero que aún no conoce realmente los alcances del uso de BIM. El restante 14% parece que tienen un concepto más alejado de lo que realmente es BIM.

Interpretación: El 69% de las personas que contestaron la pregunta tienen claro que BIM es una metodología, el 17% define BIM como uno de los procesos de la metodología que es el uso de software para modelar edificaciones y el 14% restante tienen conceptos más alejados de lo que es BIM.

4. Me interesa capacitarme en temas relacionados con la correcta implementación de BIM en la vida diaria.

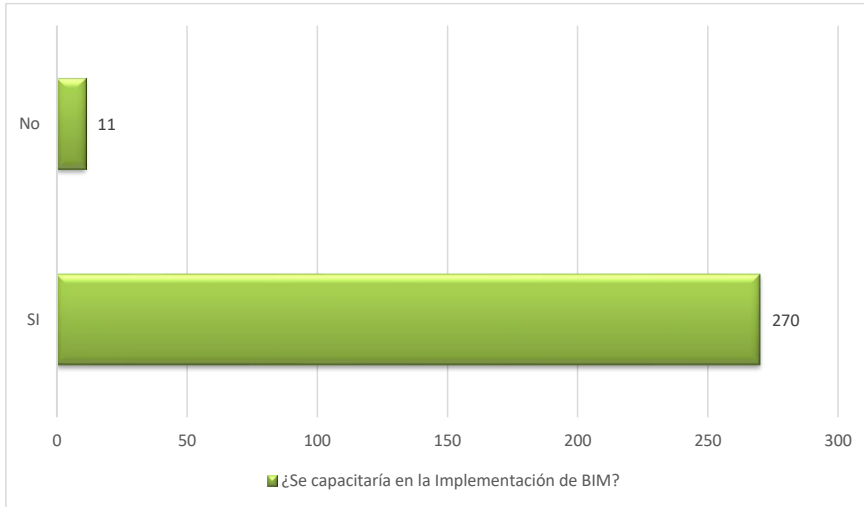


Figura 9 Personas interesadas en capacitarse en BIM

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: Esta pregunta fue contestada por 281 personas de las cuales 270 se capacitaría en la implementación lo que equivale a un 96% de las personas que contestaron, lo que quiere decir que existe una importante aceptación de la tecnología BIM entre los profesionales colegiados al CFIA y además que desean conocer más sobre como implementarla en sus labores.

Interpretación: De acuerdo con la figura 4, la mayoría de las personas que contestaron la pregunta están anuentes a capacitarse en temas relacionados a la implementación de BIM.

5. Uso de BIM según los colegiados en los diferentes colegios del CFIA

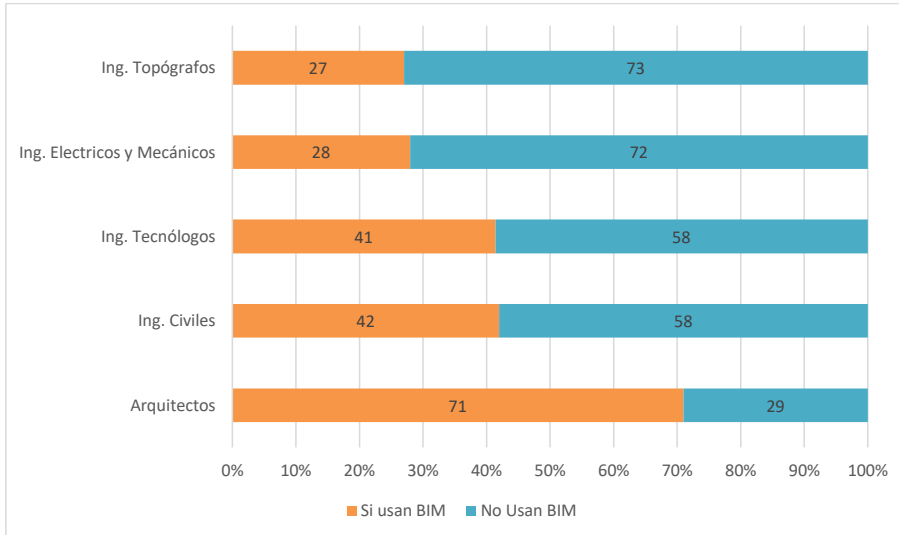


Figura 10 Uso de BIM según las distintas profesiones del CFIA

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: Los arquitectos son los profesionales que utilizan la metodología BIM, los cuales un 71% la usan, este dato es importante porque el arquitecto es quien realiza el diseño de la edificación y deberá coordinar con las demás especialidades los diseños de los diferentes sistemas que tenga la edificación. En la metodología de trabajo tradicional el arquitecto gestiona con los ingenieros estructurales, mecánicos y eléctricos los diferentes sistemas que necesitará la edificación luego de que el diseña el edificio y produce las plantas arquitectónicas que sirven de referencia para el diseño de los otros sistemas. En la metodología BIM se trabaja simultáneamente el diseño arquitectónico con el de los sistemas estructurales, eléctricos y mecánicos.

Según los datos suministrados por esta pregunta es probable que ya ese 71% de los arquitectos está modelando sus proyectos con alguna herramienta de software BIM, sin embargo, solamente el 42% de los ingenieros civiles quienes pueden tener a cargo el diseño estructural de la obra utilizan BIM, quedando en algunos casos el uso de la metodología solamente en el modelado arquitectónico. Si observamos los resultados

del uso de BIM en otras especialidades como en los ingenieros eléctricos y mecánicos solamente el 28% de ellos utilizan BIM, lo cual limita aún más el uso de la metodología de forma integral.

La necesidad de personal técnico con conocimientos en el modelado y dibujo de edificaciones utilizando la metodología BIM está directamente relacionada con el uso que tengan los profesionales que ejercen la ingeniería y arquitectura en nuestro país. Los datos arrojados en esta encuesta corresponden al año 2019, pero el número de profesionales que utilizan podrían aumentar conforme más profesionales reciban capacitaciones sobre BIM o los nuevos graduados quienes ya están siendo educados para utilizar la metodología, empiecen a ejercer sus profesiones.

Interpretación: Los arquitectos son los profesionales colegiados en el CFIA que más utilizan BIM siendo un 71% quienes tienen conocimiento en la metodología y la utilizan mientras que el 29% sigue trabajando con las metodologías tradicionales.

Los ingenieros civiles que tienen diversas tareas dentro del diseño y ejecución de la obra el 42% utiliza BIM. Es importante señalar que según lo que hemos observado BIM se está utilizando principalmente en las etapas de diseño y modelado en la mayoría de los casos. Los ingenieros civiles se dedican a diferentes labores que pueden ser muy específicas dentro del proceso de la obra como por ejemplo: diseño estructural, cálculo de resistencia del terreno, presupuestos, residencia en obra, administración de proyectos, etc, algunas labores como la administración de proyectos y presupuestos se encuentran en niveles más elevados de la utilización de BIM por lo que éstos profesionales se vayan a integrar poco a poco al uso de BIM conforme su uso avance hacia los diferentes niveles que componen la metodología.

Los ingenieros tecnólogos, que comprenden a los graduados de la Instituto Tecnológico de Costa Rica, los cuales tenemos: ingenieros en construcción, mantenimiento industrial, producción industrial, materiales, diseño industrial y electrónica, utilizan BIM el 41%. Nuevamente es importante hacer algunas acotaciones con este grupo de profesionales ya que quienes participan en la obra corresponde principalmente a los ingenieros en construcción quienes pueden laborar en diferentes tareas que realizan

los ingenieros civiles, de igual manera participan directamente en la gestión de la obra los ingenieros en mantenimiento industrial quienes realizan el diseño y ejecución de las obras eléctricas y mecánicas.

Los ingenieros eléctricos y mecánicos utilizan BIM solamente el 28%, este grupo de profesionales deben de adaptar las herramientas BIM para realizar cálculos del sistema eléctrico y mecánico conforme lo estipula la legislación y normativa vigente, por lo que su trabajo al utilizar la metodología requiere de un conocimiento técnicos más allá que el modelado de los elementos.

Los ingenieros topógrafos el 27% utiliza BIM, frente a un 73% que continúa trabajando con metodologías tradicionales.

6. Profesionales que usan BIM por rango de edad

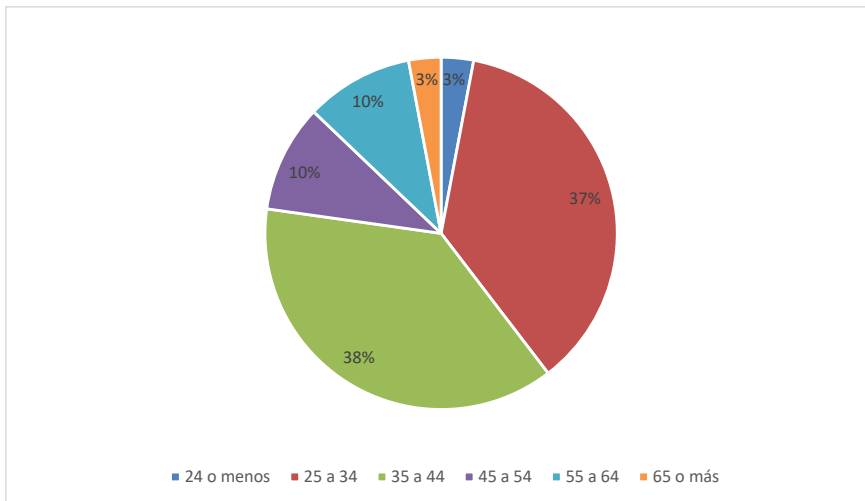


Figura 11 Rangos de edad de las personas que utilizan BIM

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: Es importante observar que de acuerdo a la figura 6 existen 2 grandes grupos de profesionales que utilizan BIM. El primero es el de los profesionales de 25 a 34 años

el cual representan el 37% de los que utilizan BIM, el otro grupo importante es el de los profesionales con edades entre 35 y 44 años quienes son el grupo más grande que utiliza BIM representando un 38% de las personas que contestaron la pregunta. Si unimos estos dos grandes grupos podríamos concluir que el 75% de los profesionales que utilizan BIM tiene menos de 44 años.

Interpretación: BIM es utilizado principalmente por profesionales jóvenes arrojando la encuesta los siguientes datos; del total de las personas que utilizan BIM el 37% tienen entre 25 y 34 años, el 38% tiene entre 35 y años, los grupos de 45 a 54 y de 55 a 64 representan un 10% de los profesionales que utilizan BIM respectivamente y mayores a 65 años representan un 3% de los profesionales que utilizan BIM.

7. Profesionales que usan BIM según su sector de trabajo

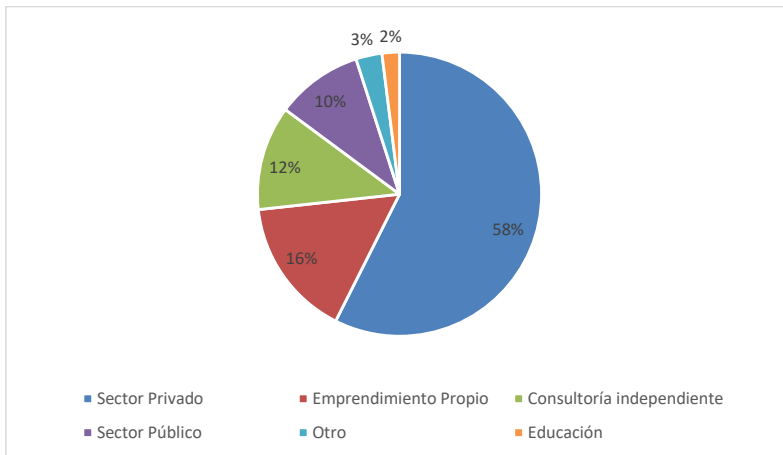


Figura 12 Profesionales que usan BIM según sector de trabajo

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: El uso del BIM predomina en el sector privado, los profesionales que utilizan BIM un 58% trabajan para el sector privado y un 16% para emprendimientos propios, luego observamos un 12% de los profesionales que utilizan BIM que realizan consultorías independientes y solamente el 10% trabaja para el sector público. El sector

privado tiene la facilidad de adaptar las tecnologías más rápidamente a su industria lo cual beneficia a este sector la incorporación rápida de metodologías de trabajo como BIM. Otro aspecto importante es que el sector privado busca ser más eficiente utilizando menos recursos y ve en BIM una posibilidad para lograrlo. Por otro lado, el sector público le es mas complejo usar nuevas tecnologías pues le es complicado instaurar nuevas formas de trabajo y capacitar a sus empleados.

Interpretación: De acuerdo con el total de las personas que utilizan BIM que contestaron la pregunta en que sector labora: 58% labora en el sector privado, 16% labora en un emprendimiento propio, 12% realiza consultarías independientes, 10% labora en el sector público y un 2% labora en educación.

8. Profesionales que usan BIM según el área que desempeñan

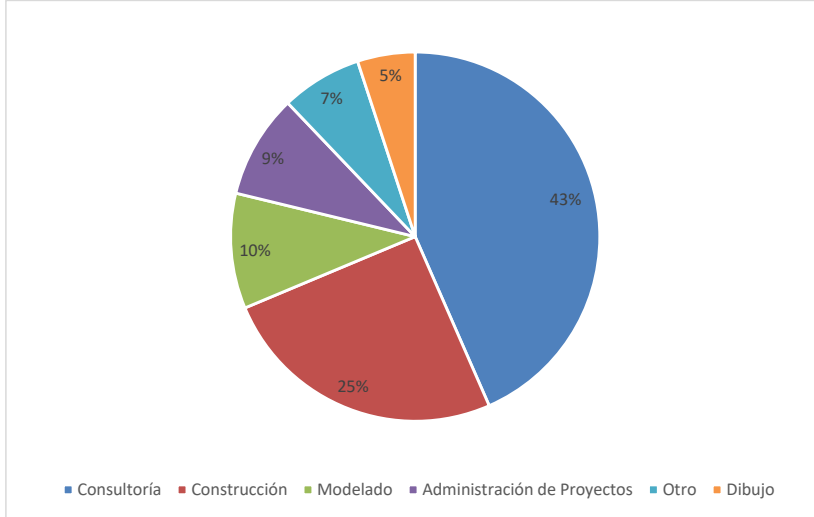


Figura 13 Personas que usan BIM según área que desempeñan

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: Dentro del total de las personas que utilizan BIM tenemos que el 43% realiza consultorías en sus áreas de trabajo, el 25% trabaja directamente para la construcción, el 10% se dedica al modelado de edificaciones, 9% lo utiliza para la administración de proyectos y el 5% solamente lo utiliza para dibujo

Interpretación: De acuerdo con la figura 8, el 43% de las personas que usan BIM trabajan realizando consultorías, el 25% se dedica a la construcción, el 10% al modelado. 9% a la administración de proyectos y el 5% a dibujo.

9. Aplicación BIM

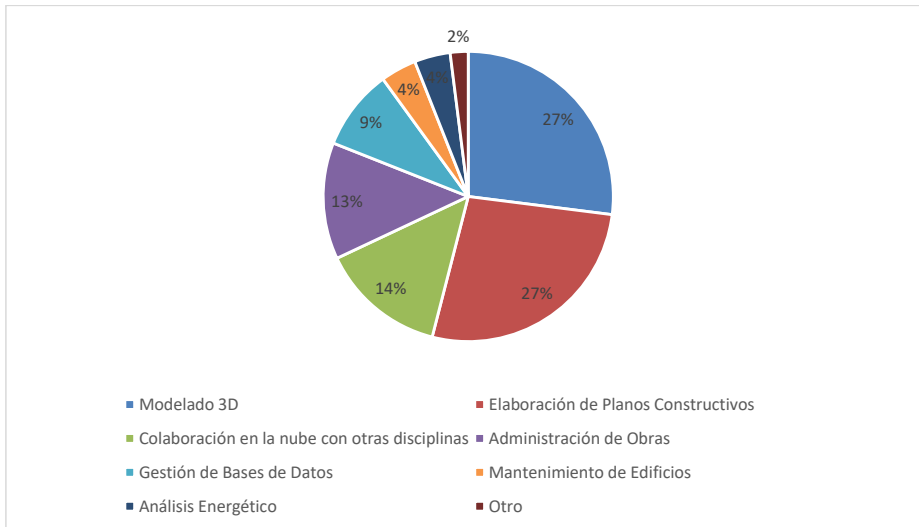


Figura 14 En que aplican BIM las personas encuestadas

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: Existen diferentes actividades en las que se puede emplear el uso de BIM. Se ha mencionado en secciones previas de este documento que la metodología BIM consta de diferentes fases, una de sus primeras fases son el modelado de edificaciones y dibujo de planos constructivos, según la encuesta un 54% de las personas están aplicando BIM en esta etapa de modelado y dibujo. Luego vemos como un 14% aplica BIM para la gestión otras disciplinas y un 13% para la administración de obras. Es importante observar que más de la mitad de los usuarios aplica BIM en sus primeras etapas de aplicación y conforme más avanzadas son las etapas existen menos usuarios.

Interpretación: De acuerdo a la figura 9, el 27% de las personas que utilizan BIM lo usan para el modelado 3D, otro 27% lo usa para la elaboración de planos constructivos, un 14% la utiliza para colaborar con otras disciplinas, un 13% para realizar análisis

energético, 9% para la gestión de bases de datos y 4% para da mantenimiento a edificios.

10. Cantidad de profesionales que utilizan BIM según software de aplicación

Figura 15 Cantidad de personas que utilizan BIM según software de aplicación

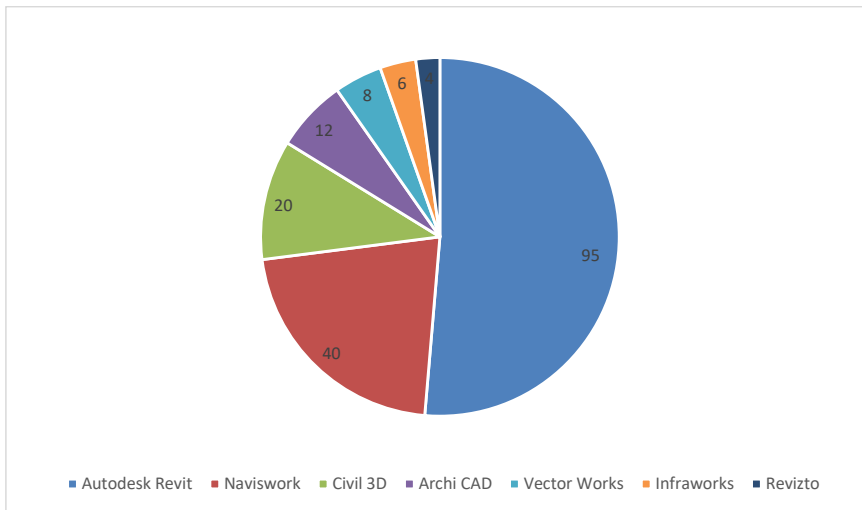


Figura 16 Cantidad de personas que utilizan BIM según software de aplicación

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: De las personas que contestaron a la pregunta, 95 personas utilizan Revit lo cual representa un 52% del total de personas que contestó la pregunta, siendo Revit el software mas popular para la aplicación de BIM en la gestión de proyectos constructivos, en segundo lugar tenemos Naviswork, pero este es solamente un visor de modelos 3D lo cual tiene funciones limitadas solamente para verificar elementos del modelo no, luego 20 personas utilizan Civil 3D un software enfocado al diseño estructural y a labores realizadas por ingenieros civiles, 12 personas contestaron que utilizan Archicad el cual representa un software para la aplicación de BIM y Vector Works que de igual manera es un software de aplicación de BIM según la encuesta lo utilizan 8 personas, es importante tomar en cuenta que Vector Works es una

herramienta diseñada para computadoras Apple por lo que su uso en Windows es más reciente y por lo tanto poco conocido en nuestro país.

Interpretación: Según la figura 10, 182 personas contestaron a la pregunta de cuál software utiliza para la aplicación de BIM. Podemos observar 95 personas utilizan Autodesk Revit, 40 personas utilizan Naviswork, 20 personas utilizan Civil 3D, 12 personas utilizan Archicad, 8 personas utilizan Vector Works, 6 personas utilizan Infracore y 1 persona utiliza Revizto.

11. Profesionales que no utilizan BIM según problema de implementación

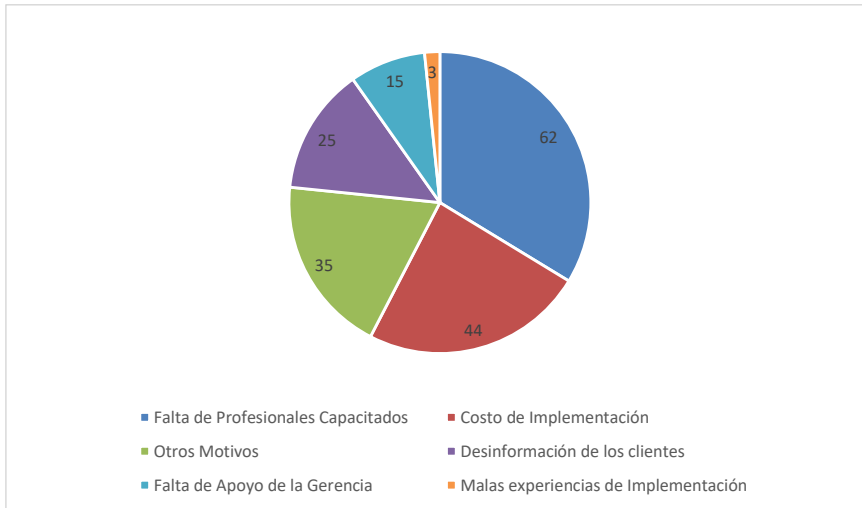


Figura 17 Profesionales que no utilizan BIM según problema de implementación

Fuente Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

Análisis: De acuerdo a la consulta realizada a las personas que no utilizan BIM existen un importante grupo de 62 profesionales que equivale al 34% de quienes contestaron la pregunta que indican no utilizar BIM por falta de profesionales capacitados, esta es la causa más sobresaliente del por qué algunas personas no utilizan BIM. De igual forma, existen otras variables importantes como el costo de implementación, desinformación de los clientes y falta de apoyo de la gerencia. Existe solamente 3

personas quienes representan menos del 2% de quienes respondieron la pregunta que indican que han tenido malas experiencias implementando BIM.

Interpretación: De las 184 personas que contestaron la pregunta, 62 personas indican no utilizar BIM por falta de profesionales capacitados, 44 personas dicen no utilizar BIM por su costo de implementación, 35 aduce otros motivos, 25 por desinformación de los clientes, 15 personas dicen tener falta de apoyo de la gerencia y 3 malas experiencias de implementación.

4.2 Entrevistas con Asesores de la DETCE

El propósito de estas entrevistas es profundizar en torno a los procesos del Ministerio de Educación Pública a la hora de actualizar sus planes de estudio específicamente en educación técnica. Conocer el estado del proceso que sigue la Especialidad de Dibujo Arquitectónico en cuenta a la inclusión de la tecnología BIM dentro de sus contenidos.

En la entrevista con el señor Alberto Calvo Leiva, asesor de la Dirección de Educación Técnica y Capacidades Emprendedoras del MEP, realizamos diferentes consultas referentes a los procesos que son sometidos los programas de estudio para su rediseño o un cambio de programa.

- 1- ¿Qué aspectos se toman en cuenta a la hora de incluir un nuevo contenido en los planes de estudios del MEP?

Existen dos opciones que debe de tomar en cuando al hacer cambios en los planes de estudio, si se trata de un rediseño de un plan actual o de un programa nuevo. Cuando hablamos de rediseño se trata de algún cambio dentro del plan actual ya sea de contenidos o cualquier otra variable, cuando se habla de un plan de estudios nuevo para una misma especialidad se habla de cambios más profundos que desde del

modelo curricular producto de una nueva política educativa o el cambio de paradigma del campo laboral de alguna de las especialidades.

2- ¿Cuál es el proceso del MEP para la actualización de sus planes de Estudio?

Como primer elemento para entender el proceso tenemos un organigrama con los entres involucrados en el MEP para la aprobación de cambios o un nuevo plan de estudio.

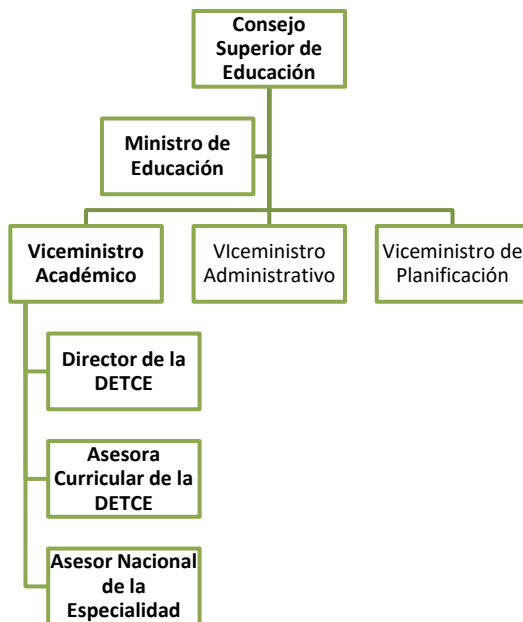


Figura 18 Proceso de cambio o actualización de planes de estudio

Fuente: Elaboración Propia

El proceso inicia en la Dirección de Educación Técnica y Capacidades Emprendedoras del MEP quien también reúne a docentes experimentados de la especialidad para gestionar un análisis del mercado laboral de la especialidad.

Los cambios en un programa técnico deben de tomar en cuenta el Marco Nacional de Cualificaciones, documento realizado para orientar a entes involucrados en el sector educativo en cuanto a las competencias que deben de obtener los estudiantes, así como las cualificaciones mínimas que deben de tener un egresado de un programa técnico. También este documento sirve de guía para el sector empleador que demanda personal técnico.

3. ¿Cómo participan los empleadores en las variaciones de los planes de estudios del MEP?

La DETCE durante este proceso debe de trabajar de cerca de forma analítica y consultiva con el sector productivo de nuestro país, para esto es importante la participación de organizaciones como la UCAEP y CINDE conocedores de la dinámica del sector productivo del país y sus demandas. De igual manera participan actores sociales como universidades, colegios profesionales y organizaciones estatales interesadas en el desarrollo educativo.

Basado en las demandas del sector empresarial se procede a realizar un estándar de entendido como todas las funciones que puede tener un profesional el cual debe de ser aprobado por la CIIS que es la Comisión Interdisciplinaria para la Implementación y seguimiento del Marco Nacional de Cualificaciones.

Para el diseño curricular de un plan de estudios se debe de contemplar la Política Educativa vigente la cual contempla el modelo curricular a seguir aprobado por el Consejo Superior de Educación.

Al obtener un programa que cumple que, con los aspectos anteriores, el programa deberá ser estudiado por el director de la DETCE para su aprobación de igual manera de la viceministra académica y como último paso el programa o su modificaciones debe de ser presentado al Consejo Nacional de Educación para su aprobación final y puesta en práctica en los colegios que corresponde. El CSE tiene tiempo hasta el primer día

del curso lectivo para aprobar las modificaciones o un nuevo plan de estudios para ponerle en práctica.

- 4 En caso de que los nuevos contenidos no sean dominados por los docentes del MEP ¿Que procesos de capacitación lleva a cabo el MEP para que sus docentes sean competentes para enseñar los nuevos contenidos?

En caso de que los nuevos contenidos no sean del dominio de los profesores de la especialidad éstos deben de solicitar capacitaciones a la DETCE.

- 5 ¿Qué aspectos considera el MEP para la creación de una nueva especialidad?

Consulta realizada por correo electrónica al Asesor Nacional de Dibujo:

Objetivo de la consulta: Conocer cuál es la nueva temática que se incluirá en el nuevo plan de estudios de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del MEP

1. ¿El nuevo plan de estudios de la especialidad de Dibujo Arquitectónico contemplará dentro de sus contenidos el estudio de la tecnología BIM?

De acuerdo a la consulta realizada al asesor nacional de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, menciona que el nuevo plan de estudios de Dibujo Arquitectónico contiene un fuerte contenido de BIM, desde su nuevo nombre hasta los contenidos.

4.3 Entrevista a Coordinadora con la Empresa

Esta entrevista se realiza con el fin de conocer que habilidades blandas y duras solicitan los empleadores a los practicantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico, es importante tomar en cuenta la relación que pueda existir entre las empresas que solicitan el manejo de algún software para utilizar la metodología BIM y las posibilidades

que puede tener el estudiante de ser contratado una vez terminada su práctica en su especialidad.

Técnica:

1. ¿Cuáles son los principales requisitos que solicitan los empleadores a los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico?

Al consultarle a la Coordinadora con la Empresa sobre los principales requisitos que solicitan los empleadores, recalca que aún predomina el manejo de autocad, sin embargo algunas empresas también solicitan como segunda opción el manejo de Revit software utilizado en la metodología BIM

2. ¿Cuál es el perfil de las empresas que solicitan del manejo de Revit (Tecnología BIM) a los estudiantes de la especialidad?

Por lo general las empresas más grandes y consolidadas son las que solicitan el manejo de Revit, además de que son empresas dedicadas solamente a la construcción o al diseño. Se debe de tomar en cuenta que no todos los empleadores son empresas constructoras, pues pueden existir diferentes empresas manufactureras o comercializadoras de productos para la construcción que solicitan dibujantes principalmente con el manejo de autocad. El manejo de Revit u otros programas utilizados en la metodología BIM se solicitan en empresas constructoras

3. ¿En dónde se ubican las empresas con mayor demanda de practicantes en dibujo arquitectónico que solicitan el uso de Revit (BIM)?

Las empresas que solicitan pasantes en el área de dibujo se ubican tanto en la zona de Cartago en donde predomina la industria de materiales de construcción y

manufacturera, mientras que en diferentes zonas de San José se amplían más las solicitudes de empresas constructoras con más demanda en conocimiento de BIM

4. ¿Existe alguna relación entre el manejo de Revit (BIM) y la posibilidad de ser contratados en una empresa luego de realizar la práctica supervisada de la especialidad?

Las empresas en donde existe una mayor posibilidad de ser contratados son empresas constructoras de grandes, este tipo de empresa demanda que los pasantes utilicen Revit al menos además de Autocad. Sin embargo, existen muy pocas posibilidades de empleabilidad en las empresas en donde los estudiantes realizan sus prácticas o pasantías.

4.4 Entrevistas a Docentes

Estas entrevistas se realizan con el fin de conocer la opinión de los docentes sobre la enseñanza de BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico. El perfil del docente a entrevistar es de un Colegio Nocturno por lo tanto los docentes entrevistados son Arquitectos que actualmente trabajan en puestos relacionados a la construcción y al diseño de edificaciones y por las noches se dedican a la docencia. Uno de los aspectos importantes a indagar en estas entrevistas son los alcances que pueden tener las destrezas requeridas por un dibujante arquitectónico en el área BIM y diferentes metodologías que pueden ser aplicadas en el aula para la enseñanza de BIM

1. ¿Considera importante la enseñanza de la tecnología BIM en la especialidad de Dibujo Arquitectónico?

Según la opinión de los docentes es muy importante enseñar BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico debido a que el mercado laboral en el área de la construcción y el diseño de edificaciones se está enfocando más al desarrollo de proyecto utilizando

la tecnología BIM. Esto conlleva en enseñar una nueva cultura a la hora de gestionar trabajos en la construcción.

Además de que consideran que actualmente existe una alta demanda en el mercado laboral de personal capacitado en el uso de software para la metodología BIM.

BIM es una tendencia actual y no enseñarla es en los colegios técnicos sería educar técnicos con herramientas desactualizadas.

2. ¿Cuáles cree usted que son las competencias que debe de adquirir un estudiante de la especialidad de Dibujo Arquitectónico sobre la tecnología BIM?

La interrelación con otras disciplinas involucradas a la tecnología BIM

Es todo un paradigma, es importante que estén informados de las últimas tecnologías aplicadas al diseño, es importante que el programa de estudios no se enfoque únicamente al Autocad y que los estudiantes puedan aprender y dominar como mínimo el Revit o ArchiCad. Además, se deben desarrollar tanto las habilidades blandas como las técnicas ya que van a interactuar con diferentes especialidades involucradas en el proyecto.

Se debe de incentivar la investigación: el estudiante se va a enfrentar a diseños y modelos que requieren un alto grado de "alimentación de datos", para poder funcionar adecuadamente y generar la documentación constructiva pertinente.

Los estudiantes deben de manejar los sistemas de instalaciones eléctricas y mecánicas, el modelado de elementos arquitectónicos, estructurales y mobiliario.

3. ¿Cuáles son los aspectos más relevantes que deben de ser enseñados sobre esta tecnología en la especialidad de Dibujo Arquitectónico?

Los aspectos más relevantes que se deben de enseñar son los diferentes programas computacionales dirigidos al BIM en cuanto a dibujo arquitectónico como: Revit, Archicad, sketch up, entre otros

La tecnología BIM es toda una metodología que gestiona los procesos, equipos de diseño y flujos de trabajo, entre otros aspectos. Un dibujante arquitectónico puede conocer todos los procesos, pero todo el proceso es manejado por el profesional o profesionales del proyecto. Sin embargo, debe de conocer como se desarrolla la tecnología BIM a nivel de diseño que es la fase donde se involucra y colabora

En estos momentos se debe de considerar la dinámica del BIM con el sistema de dibujo tradicional.

La creación de galerías de bloques, materiales y familias. Todo esto se puede resumir en la generación de una plantilla de trabajo con los elementos que se frecuentan utilizar en el contexto: materiales de construcción, mobiliario, tipos de vigas y columnas específicos, prototipos de sistemas constructivos prefabricados, etc.

Es importante generar documentación constructiva que el estudiante entienda y maneje para la utilización en planos. Esto se refiere a planos tipo, tablas de acabados, especificaciones técnicas de materiales, simbologías de las diferentes especialidades, notas de las diferentes especialidades, detalles típicos.

El estudiante debe de ir más allá de sólo el modelado, también debe de conocer sobre el manejo de la topografía, el emplazamiento en este caso estudiado dentro de la sub-área de dibujo urbanístico, ahora el estudiante deberá de conocer el manejo del dibujo urbanístico en una metodología BIM y el manejo de las variables climáticas.

Además del uso del software por sí mismo se debe de enseñar una aplicación real de la metodología como en la obtención de un modelo para calcular las cantidades de materiales y realizar un presupuesto.

4. ¿Cuáles ventajas y desventajas encuentra en la enseñanza de la tecnología BIM actualmente en los colegios técnicos?

Ventajas:

La facilidad que apuesta para el trabajo en equipo y de forma multidisciplinaria; permite evaluar el proyecto de forma analítica y detectar problemas en el diseño o a tiempo.

Se trabaja simultáneamente en 2 y 3 dimensiones ayudando a tener una visión completa del proyecto y más precisa.

Se ahorra tiempo evitando problemas y errores, mayor agilidad con respecto a los modelos tradicionales.

Es una herramienta muy productiva por lo que podría estarse utilizando cada vez en más empresas.

Cambia el paradigma de pensar la documentación constructiva. Este es uno de los puntos más radicales que propone la metodología BIM. Se digitalizan las fichas técnicas de los materiales y demás elementos que componen la construcción y esta información de le es asignada a cada uno de los elementos de que maqueta virtual. Esto tiene grandes beneficios en el antes, durante y después de la construcción:

Antes de la construcción: en el proceso de diseño se tiene un inventario de todos los elementos de la edificación lo que facilita la elaboración de un presupuesto. Se modela la edificación durante el proceso de diseño, y se pueden corregir inconsistencias de diseño entre las diferentes especialidades. Los avances tecnológicos han ocasionado que las edificaciones tengan cada vez más sistemas eléctricos y electrónicos lo que convierte en una tarea compleja la unificación de todos los sistemas y la no interferencia entre estos. En el sistema constructivo tradicional estas inconsistencias se descubrían en la etapa constructiva lo que ocasionaba cambios en los diseños de planos y en los presupuestos muchas veces desfavorables para el cliente.

Durante la construcción: BIM apuesta a bajar el tiempo de la etapa de construcción, definiendo previamente cualquier tipo de inconveniente que se pueda dar en la etapa de construcción. Se puede prever un porcentaje de desperdicios de materiales mucho menor al que actualmente resulta con el sistema tradicional, con BIM se puede tener un mejor manejo de los recursos y acercarse a los montos presupuestados en las etapas previas.

Después de la construcción: Durante el proceso constructivo se puede realizar los cambios al modelo virtual que se hicieron en la construcción lo que facilita la obtención

de planos as built y un modelo virtual as built. EL manejo de la información técnica de los materiales, equipos y elementos de la edificación facilita el mantenimiento posterior que se le pueda brindar a la edificación.

Pese al rezago del MEP con los planes de estudio actuales, algunas instituciones educativas se esfuerzan para que los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico reciban algunas lecciones sobre los usos de BIM, esto por la importante demanda que está teniendo el mercado laboral con técnicos que dominen la metodología.

Desventajas:

Falta de conocimiento por parte de los profesores para utilizar y enseñar la tecnología.

Es importante mejorar los laboratorios de computación actuales.

No todo el mercado laboral está preparado para adoptar la nueva tecnología debido a la falta de capacitación.

Existe un desprendimiento del uso de habilidades motoras finas que se desarrollaban con el dibujo manual ya que la metodología exige mucho tiempo de trabajo en la computadora.

Las licencias de software son costosas y el software cada vez requiere de mejores equipos de cómputo en su desempeño gráfico y manejo de varias tareas al mismo tiempo.

El uso de esta metodología exige un amplio conocimiento en materiales constructivos y etapas de la construcción las cuales son difíciles de obtener a nivel técnico.

5. ¿Qué técnicas didácticas utilizaría para la enseñanza de BIM?

Es importante que la especialidad cuente con los recursos mínimos para enseñar esta tecnología, enfatizando en el equipo de cómputo adecuado y los programas necesarios

Aumentar las horas de aprendizaje para que los estudiantes dominen el software para realizar el modelado

Se debe de incluir dentro del plan de estudios el sistema, el formato y sus usos, enfocado principalmente en las competencias de un dibujante arquitectónico dentro de un equipo de trabajo.

Los estudiantes pasan a ser modeladores y deben de tener conocimientos de las distintas especialidades, podrán dedicarse a modelar estructuras arquitectura, animación, diseño estructural, etc.

El trabajo en equipo o trabajo colaborativo en el aula es fundamental para enseñar esta metodología.

La vinculación entre las diferentes actividades de un proyecto mediante diagramas de relaciones o actividades que ayuden a comprender diferentes procesos que se realizan simultáneamente.

Se debe de dar a conocer la reglamentación o reglas básicas de BIM.

Enseñar estrategias empresariales para buscar un buen uso de la tecnología BIM.

La investigación es un elemento que no debe de faltar en la formación de técnicos en la tecnología BIM. Como en cualquier carrera de tecnología, los avances se dan de forma muy acelerada por lo que los nuevos técnicos deben de estar en constante actualización profesional. Por eso es importante brindar herramientas que faciliten la investigación a los estudiantes que se involucren en esta nueva tecnología.

Se deben de realizar presentaciones demostrativas del uso del software, con ejemplos reales de su aplicación, desde los elementos más básicos del modelado hasta presentaciones complejas a clientes o sitios publicitarios.

Se debe de trabajar bajo las metodologías de estudios de casos y aprendizajes por proyectos. El quehacer diario de los dibujantes o modeladores BIM es basado en la creación de proyectos y el trabajo por objetivos, relacionado a esto es importante tomar en cuenta la gestión del tiempo y los recursos.

Las visitas de campo son un elemento que acerca a los estudiantes a la realidad y le da sentido a toda la parte digital que se trabaja en la etapa de diseño, para esto es importante que los estudiantes entiendan como se ejecutan las diferentes etapas del proceso constructivo. Observar es un elemento fundamental en el aprendizaje del dibujante, éste debe de entender cada detalle que se dibuja y la importancia que tiene el detalle en el momento de realizar la obra constructiva.

Se debe de buscar actividades con soluciones de problemas reales, en los que mientras el estudiante dibuja un plano, puede constatar el costo del proyecto elaborando simultáneamente el presupuesto sin dejar de analizar la variable tridimensional. Es decir, ver el proyecto como un todo donde todo esta directamente relacionado.

4.4 Entrevistas a Empresas

A partir de su experiencia académica y profesional en el uso de la tecnología BIM:

1. ¿Utiliza la tecnología BIM como metodología de trabajo?

Si

2. ¿Cuáles aspectos de BIM utiliza en su empresa?

Calculo materiales.

Modelado en 3D de edificaciones y dibujo de planos arquitectónicos

Realización de imágenes fotorrealistas o renders.

Recorridos del Proyecto en 3D

Modelado de sistemas eléctricos y mecánicos.

Visualización de los modelos en obra para orientas a ingenieros residentes

3. ¿Cuáles considera son los principales conocimientos que debe de tener un dibujante arquitectónico con respecto a la tecnología BIM?

Cálculo de Materiales

Modelar diferentes edificaciones de forma detallada.

Manejo de bloques y diferentes familias o elementos del dibujo que se encuentra modelados por el fabricante.

Utilizar Revit

Tener conocimientos en los diferentes sistemas que componen la edificación (estructural, eléctrico, mecánico) para su modelado.

Investigación y habilidad para entender algunos términos en inglés.

4. ¿Cuál ha sido su experiencia utilizando la tecnología BIM en sus proyectos constructivos?

Buena y productiva.

Se puede adelantar mucho trabajo de los planos constructivos desde la etapa del anteproyecto.

Es muy sencillo actualizar planos cuando existe algún cambio de diseño

Existen algunos conflictos con respecto a las versiones del software que no son compatibles con versiones anteriores del mismo software.

5. ¿Cuáles ventajas y desventajas encuentra en el uso de la tecnología BIM?

Ventaja:

Se precisa más los cálculos

Empresas grandes han logrado implementar el trabajo con BIM de forma muy ágil

Desventajas:

Es más lento el proceso constructivo

Ingenieros estructurales y eléctricos aún trabaja con Autocad, por lo tanto no se puede realizar el proceso completo desde un software de aplicación BIM

Existe poco conocimiento sobre todas las funciones que tiene el software, las capacitaciones en este campo suelen ser costosas.

Se necesita personal especializado en el modelado de edificaciones

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

Comentado [MGM1]: Plantearlos según el orden de los objetivos

Con base en la investigación realizada, en relación con la construcción de una propuesta didáctica para la enseñanza de las nuevas tecnologías de que se utilizan para el dibujo y modelado de edificaciones, dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de los docentes y estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico en el Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago, se presentan en este apartado los principales hallazgos y resultados, a partir de los objetivos establecidos.

La información que a continuación se presenta, se ha organizado inicialmente en las conclusiones del estudio, permitiendo el respectivo análisis y confrontación de los resultados obtenidos con la realidad del objeto de estudio. Posteriormente se presentan las recomendaciones, que resultan de aquellos aspectos que se consideran indispensables para el fomento de la introducción, implementación, y uso adecuado de los recursos tecnológicos dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de la especialidad en mención; dirigidas principalmente a las instituciones educativas y a los docentes.

Las conclusiones responden al cumplimiento de los objetivos que han guiado el desarrollo de la investigación en la cual se trabaja. En este trabajo de investigación, y debido al establecimiento de variables de estudio, se da una vinculación directa entre los objetivos establecidos, las variables y las conclusiones.

A continuación, se presentan las conclusiones del trabajo de investigación:

- Los docentes consideran que es muy importante incluir la tecnología BIM dentro del Programa de estudios de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Consideran que el mercado laboral está solicitando personas técnicas con conocimiento de BIM especialmente que puedan modelar y utilizar software como Revit o ArchiCad.

- Es importante que los estudiantes investiguen durante el proceso de aprendizaje y que lo continúen haciendo durante su etapa laboral ya que este tipo de tecnología exige una constante actualización de los saberes de sus usuarios. Esta investigación durante la etapa laboral se requiere por la cantidad de tecnologías emergentes que se están utilizando en los edificios y la metodología BIM exige de su conocimiento para incluirlas dentro de sus modelos virtuales.
- Los aspectos más importantes que un técnico en Dibujo Arquitectónico deben de ser el manejo del software para modelado, en cuanto al seguimiento de la metodología es tareas del profesional. Sin embargo, el técnico debe de conocer los procesos y trabajar en conjunto con profesionales de las diferentes áreas que se involucran en un proyecto constructivo.
- Entre las desventajas que encuentran los docentes son la falta de recursos en el centro educativo, principalmente en los equipos de computo que no cumplen con los requerimientos mínimos para poder utilizar el software necesario. Además del desconocimiento de algunos docentes sobre la metodología y el uso del software. Dentro de las ventajas los docentes consideran importante la resolución de un proyecto durante las primeras etapas que es cuando interviene el Dibujante Arquitectónico, esta resolución previa al proceso constructivo ahorra tiempo y dinero en imprevistos y mano de obra. El proceso de actualización del modelo cuando se realizan algunos cambios durante la construcción también es acompañado por el Dibujante Arquitectónico y esto facilita la obtención de “planos as built” o de tal cómo se ha construido la edificación y el mantenimiento de la edificación años después de construida.
- La tecnología BIM puede parecer compleja por la cantidad de variables que existen a la hora de realizar un proyecto constructivo, con ésta metodología

ingenieros civiles, estructurales, eléctricos, mecánicos, electrónicos, topógrafos y arquitectos trabajan simultáneamente en un modelo virtual el cual modela un técnico que conoce sobre el software de modelado BIM. Es importante incluir el trabajo colaborativo como una técnica a desarrollar en el aula ya que esto servirá como simulación de lo que un Dibujante Arquitectónico puede enfrentarse al trabajar en un proyecto bajo ésta metodología. Sumado al trabajo colaborativo se debe de utilizar la técnica de resolución de casos con visitas a proyectos en construcción o visitas de campo.

- Las empresas consideran importante que un Dibujante tenga la capacidad para modelar proyectos con los diferentes sistemas que lo componen, además de tener el conocimiento para el manejo de la información en el modelo que contribuya a la creación de presupuestos.

5.1 Recomendaciones

Como formadores de futuros profesionales, se deben atender las demandas que el mercado laboral exige a sus nuevos empleados. Estas demandas incluyen el dominio de las tecnologías de información, personas con el dominio de idiomas extranjeros y diferentes habilidades blandas

Es por eso, que, al surgir las Tics como una demanda social, es necesario instruir a las poblaciones estudiantiles en el uso de las nuevas tecnologías, para la adquisición de conocimientos tecnológicos y lograr así una alfabetización digital y tecnológica acorde con las exigencias actuales. Por eso se brindan las siguientes recomendaciones específicamente para la actualización del programa de estudios de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico y la enseñanza de BIM como parte de sus contenidos

5.2 Recomendaciones para los Docentes

- Participar en seminarios o talleres de capacitación relacionados al uso e implementación de BIM en los procesos constructivos.
- Incluir dentro del Planeamiento Didáctico el trabajo colaborativo y estudio de casos cuando desarrollen contenidos en el aula referentes a la metodología BIM.
- Asegurar el acceso de los estudiantes a los recursos necesarios para el aprendizaje de diferente software para el dibujo y modelado de edificaciones.
- Favorecer el proceso de retroalimentación e interacción social durante el uso de las nuevas tecnologías.
- Elegir los recursos con los que se va a trabajar, tomando en cuenta el contexto de los estudiantes y sus intereses.
- Favorecer el acercamiento de los estudiantes a profesionales de las diversas áreas que participan en el proceso de diseño de una edificación, mediante visitas a empresas, visitas a construcciones y charlas sobre los diferentes sistemas.
- Utilizar casos para su estudio y modelado que contemplen varios sistemas como estructural, eléctrico, mecánico, telecomunicaciones, etc; que motiven la investigación de los estudiantes y el acercamiento al sistema de trabajo.
- Incentivar el orden y responsabilidad en el estudiante sobre el manejo de diferentes datos que se pueden obtener al realizar un modelo virtual.

5.3. Recomendaciones para la Institución

- Actualizar los equipos de cómputo de acuerdo a las especificaciones que brindan los diferentes software que se utilizan en el dibujo y modelado de edificaciones.
- Brindar diferentes espacios para que los docentes pueden tener capacitación sobre el uso y aplicación de BIM tanto de empresas privadas como de la DETCE.

- Facilitar el acceso a los estudiantes de licencias educativas del software de dibujo y modelado de edificaciones.
- Realizar alianzas con empresas nacionales y transnacionales que soliciten practicantes en el área del dibujo y modelado de edificaciones que utilizan la metodología BIM.

Capítulo 6. Bibliografía

- Ambrose. (2007). *BIM and Integrated Provocateurs of Desing*.
- Ambrose. (2009). *BIM and Comprehensive Desing Building Education. Association for Computer-Aided Architectural Desing Research in Asia 757-760* .
- Asamblea de la República de Costa Rica. (1957). *Ley general de educación* . San José.
- Ávila, G., López, X., & Morales, O. y. (2001). *Educación Técnica y Formación Profesional en Costa Rica*. San José, Costa Rica: SINETEC.
- Bautista, J. M. (1996). *El Ordenador en la Didáctica del Dibujo Técnico*. Valencia: Universidad Politécnica e Valencia.
- Chacon, D. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA*. Barbula : Universidad de Carabobo.
- Chacón, D., & Cuervo, G. (2007, Julio). *Universidad de Carabobo*. Retrieved 2019, from Facultad de Ingeniería:
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/6952/dchacon.pdf?sequence=3>
- Cheng, R. (2006). *Suggestion for an integrative education in: American Institute of Architects Report on Integrated Practice*.
- Consejo Superior de Educación. (2016). *Política Educativa: La persona: centro del proceso educativo y sujeto transformador de la sociedad*. San José.
- Cox, M. (2005). *Fortalecimiento de la Educación Técnica en Costa Rica*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio.
- Dirección de Investigación e Innovación Educativa. (1998). *Instituto Tecnológico de Monterrey*. Retrieved Noviembre 2, 2019, from Instituto Tecnológico de Monterrey.

- Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. (n.d.). *Instituto Tecnológico de Monterrey*. Retrieved Noviembre 2, 2019, from Instituto Tecnológico de Monterrey: <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias>
- Gobierno de Costa Rica. (2019). *Marco Nacional de Cualificaciones y de la Educación Técnica de Costa Rica*. San Jose .
- Gómez, M., Gómez, R., & Jaén, R. y. (1989). *Alcances socio económicos, culturales y educativos del Colegio Técnico Profesional de Santa Bárbara de Santa Cruz, Guanacaste en relación al de desarrollo de su zona de influencia*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio.
- Gonzalez, R. G. (2019, Octubre 25). Actualización de Planes de Dibujo Arquitectónico. (C. A. Coto, Interviewer)
- Hannele, K., Reijo, M., Tarja, M., Sami, P., Jenny, K., & R., T. (2012). *Expanding uses of building information modeling in life-cycle constructions projects*.
- Holzer. (2014). *BIM and Parametric Desing as game changers. Proceedings of the 19th of the International Conference of Association of Computer Aided Architectural Desing Research. CAADRIA*.
- Ibrahim, M. (2014). *Thinking the BIM way. Early integration od building information in Education* .
- Isa, W. &. (2013). *BIM Education for New Career Options: an initial investigation* .
- Jurado, J. (2017, Julio). <http://www.uc.edu.ve/>. Retrieved Octubre 6, 2019, from <http://www.uc.edu.ve/>:
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/6952/dchacon.pdf?sequence=3>
- Leiva, A. C. (2019, Octubre 17). Planes de Estudios en Educación Técnica . (C. A. Coto, Interviewer)

- Ministerio de Educación Pública. (2009). *Programa de Estudios de Dibujo Arquitectónico 10mo año*. San José.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. (2003). *Oferta Educativa de la Educación Técnica Profesional*. San José.
- Monfort, C. (2015). *Impacto del BIM en la Gestión del Proyecto y la Obra de Arquitectura*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Muriel, A. P. (2017). *Impementación de la Tecnología en la Asignatura Proyectos de Grados de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extemadura. Estudio de competencias genéricas*. Extremadura: Universidad de Extremadura.
- Sanabria, J. (2015, Noviembre). *Instituto Nacional de Aprendizaje*. Retrieved Octubre 4, 2019, from Instituto Nacional de Aprendizaje: <https://docplayer.es/43943063-Estudio-de-prospeccion.html>
- Sobrevila, M. (1968). *Didáctica de la Educación Técnica*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- Uba, A. (2019, Octubre 23). Requisitos que solicita el empleador a egresados de Técnico en Dibujo Arquitectónico. (C. A. Coto, Interviewer)
- Vallejos, S. (2017). *“Propuesta didáctica para motivar, el uso de las Tics, dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de los docentes de las Especialidades Técnicas del C.T.P. de Cartagena Sección Nocturna. Circuito03, Dirección Regional Santa Cruz*. Santa Cruz.
- Yzaguirre, M. C. (2010). *Investigación en Educación*. San José: UNED.
- Zang, W. &. (2012). *CAAD. Education in the Panorama of Architectural Education System: A research of visualization of the educational tools*.

Capítulo 7. Propuesta

En este capítulo se describen los aspectos pertinentes a la propuesta resultante del trabajo del estudio de investigación realizado. Se explican las consideraciones a ser tomadas en cuenta para iniciar los cambios que implican la implementación de la tecnología BIM en el proceso de enseñanza-aprendizaje, específicamente Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago. De igual manera, se destacan contenidos, estrategias, actividades y algunos ejemplos prácticos para orientar a los docentes de la institución educativa objeto de estudio.

7.1 Problema que se está presentando

Actualmente el Plan de Estudios de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico se encuentra en un proceso de actualización de sus contenidos. Dentro de la propuesta del nuevo estándar de cualificación de técnicos en el área de la arquitectura llamado Dibujo y Modelado de Edificaciones, se especifican las nuevas competencias que deben de tener los técnicos en esta área. Dentro de las nuevas competencias destacan el manejo de metodologías de diseño aprobadas por la normativa y legislación vigente, dentro de estas metodologías de menciona la metodología BIM.

Según la investigación realizada los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico consideran muy importante el estudio de esta tecnología porque el mercado laboral lo está solicitando actualmente. Dentro de las preocupaciones que mencionan los docentes es el desconocimiento sobre varias temáticas que se abarcan en la metodología BIM y su aplicación a la enseñanza. Además, los docentes destacan que la institución educativa debe de actualizar los recursos disponibles para lograr enseñar esta nueva metodología.

7.2 Población que se beneficia con la Propuesta

La propuesta beneficia principalmente a los docentes que imparten la Especialidad de Dibujo Arquitectónico en los diferentes Colegios Técnicos Profesionales del País.

7.3 Objetivos de la Propuesta

La propuesta se brinda como una guía u orientación para docentes que les corresponda según las subáreas que imparten enseñar la metodología BIM.

7.4 Objetivo General

Elaborar una propuesta didáctica para la enseñanza de la metodología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago

7.5 Objetivos Específicos

1. Demostrar la importancia de la Metodología en la gestión de proyectos constructivos.
2. Definir estrategias para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la metodología BIM en el aula.
3. Crear una propuesta informativa para el docente con los métodos para enseñar BIM

7.6 Justificación de la Propuesta

Los avances de la Tecnología en todos los campos del saber han generado importantes cambios en los distintos sectores los cuales repercuten en la demanda de profesionales con habilidades y conocimientos en avanzados sistemas y metodologías que mejoran prácticas tradicionales, por ejemplo, en el contexto de los procesos de la gestión de un proyecto constructivo hace un par de décadas se observó un importante cambio, de realizar procesos en papel a utilizar herramientas computacionales que digitalizan esos procesos con programas como AutoCad y Excel. Actualmente en el sector de la construcción de esta viviendo una migración de los actuales sistemas digitales que se utilizan a otros más complejos que realizan más tareas de forma más eficiente como la metodología BIM.

En consecuencia, es necesario que los docentes responsables de la enseñanza de esta metodología posean los conocimientos de funciona BIM y cuál es la mejor manera de enseñar BIM con los recursos que cuentan en una institución educativa. En esta oportunidad, las bondades que ofrecen las Tecnologías de Información y Comunicación constituyen un aporte trascendental para alcanzar este cometido a fin de contribuir eficiente y efectivamente con las necesidades e intereses de los estudiantes y optimizar la calidad de los resultados en cada periodo académico.

7.7 Viabilidad de la Propuesta

La factibilidad de esta propuesta se justifica debido a la importancia de la constante actualización de los saberes lo cual es una demanda del mercado laboral y de la sociedad tecnológica. Por tales razones, las autoridades educativas en nuestro caso el Ministerio de Educación Pública, debe de garantizar la calidad de la educación pública y con ella la formación y actualización de sus docentes.

La propuesta considera la utilización de las estrategias didácticas para la enseñanza de una tecnología emergente, tomando en cuenta su contribución efectiva en el proceso

de enseñanza-aprendizaje como posibilidad de garantizar la aplicación de nuevos contenidos inmediatamente que se apruebe el nuevo programa de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico.

De allí que los aspectos contemplados en la propuesta planteada resultan viables para promover soluciones efectivas, acordes con las expectativas del sistema educativo vigente, especialmente de la comunidad educativa del Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.

7.8 Recursos Necesarios para Ejecutar la Propuestas

Se requiere de recurso humano para la edición y revisión ortográfica de la guía sobre las diferentes técnicas didácticas que se pueden aplicar a la enseñanza de la metodología BIM. También es importante tomar en cuenta recurso humano que brinde un taller sobre los fundamentos didácticos que se pueden poner en práctica para enseñanza de BIM

Recursos materiales como equipo de cómputo con software para la edición de la guía. Equipo de cómputo con el software seleccionado para ser mostrado en el taller a los docentes sobre las técnicas didácticas en BIM, proyectos y acceso a internet.

Aula o espacio necesario para atender a los docentes de la especialidad interesados.

7.9 Metodología

Esta propuesta se basa en talleres de capacitación, los cuales se constituyen en oportunidades de crecimiento profesional, para los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico, los talleres deben de motivar el trabajo en conjunto entre los docentes para que sea su forma de laborar durante el año lectivo. Es importante que

los docentes compartan conocimientos entre sí y capaciten a docentes que no manejen algunos de los nuevos contenidos.

En esta propuesta busca que los docentes tengan las herramientas didácticas para iniciar con el estudio de la metodología en la especialidad.

De igual manera es importante generar material didáctico para que los docentes puedan tener una guía sobre los tipos de aprendizaje y técnicas que puede aplicar en el aula como del correcto uso del software.

Comentado [MGM2]: Me permití hacer el cuadro diferente para valorar que se entiende mejor

7.10 Distribución de actividades para la ejecución de la propuesta

Comentado [MGM3]: Lo cambié a este modelo para mejorar comprensión de la lectura, la letra estaba muy pequeña

Actividades	Contenidos	Responsables	Recursos	2020			
				Feb	Mar	Abr	May
1.Exposición sobre el cambio de metodologías de trabajo en el sector de la construcción	-Concepto de BIM. -Uso de BIM en el sector de la construcción.	Docente con conocimiento y experiencia en el uso de BIM.	Laboratorio de cómputo con al menos 10 computadoras con acceso a internet y el software Revit instalado.				
2.Taller sobre aplicación de técnicas didácticas para la enseñanza de BIM	-Técnica de Estudio de Casos. -Técnica de trabajo colaborativo. -Planear y evaluar contenidos utilizando las técnicas de estudio de casos y trabajo colaborativo.	Especialista en didáctica con conocimiento de la metodología BIM	Laboratorio de cómputo con al menos 10 computadoras con acceso a internet y el software Revit instalado.				
3.Exposición sobre los principios básicos de Revit	Aplicaciones y alcances de Revit en el dibujo y modelado de edificaciones	Docente con conocimiento y experiencia en el uso de Revit.	Laboratorio de cómputo con al menos 10 computadoras con acceso a internet y el software Revit instalado.				

4. Crear modelos básicos en 3 dimensiones utilizando Revit	<ul style="list-style-type: none"> - Crear diferentes topografías en Revit. - Modelar una vivienda unifamiliar utilizando paredes, pisos, cielos, techos y componentes de Revit. 	Docente con conocimiento y experiencia en el uso de Revit.	Laboratorio de cómputo con al menos 10 computadoras con acceso a internet y el software Revit instalado.				
5. Crear imágenes fotorrealistas utilizando modelos en 3d con Revit	<ul style="list-style-type: none"> - Modelar bloques y familias. - Utilizar diferentes materiales en un modelo tridimensional. - Renders externos e internos de una edificación. - Utilizar diferentes fondos e imágenes para crear renders. 	Docente con conocimiento y experiencia en el uso de Revit.	Laboratorio de cómputo con al menos 10 computadoras con acceso a internet y el software Revit instalado.				
6. Modelar diferentes sistemas constructivos de instalaciones en Revit	<ul style="list-style-type: none"> - Modelado de sistemas estructurales en concreto, acero y madera. - Modelado del sistema mecánico de una edificación. - Modelado del sistema eléctrico de una edificación. 	Docente con conocimiento y experiencia en el uso de Revit.	Laboratorio de cómputo con al menos 10 computadoras con acceso a internet y el software Revit instalado.				

<p>7. Generar planos constructivos de una edificación a partir de un modelo en 3d</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Calidades de línea en plantas arquitectónicas, estructurales, mecánicas y eléctricas en Revit. -Calidades de línea en cortes y elevaciones de una edificación. -Dibujar detalles arquitectónicos y estructurales mediante callouts. -Montaje e impresión de láminas de planos según la normativa vigente del CFIA. 	<p>Docente con conocimiento y experiencia en el uso de Revit.</p>	<p>Laboratorio de cómputo con al menos 10 computadoras con acceso a internet y el software Revit instalado.</p>				
---------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

La Capacitación de los docentes se dará mediante 4 sesiones de trabajo de 4 horas cada sesión.

La propuesta contempla una sesión de trabajo al mes con el fin de no interrumpir las tareas de los docentes durante el periodo lectivo.

Sesión 1. - Febrero del 2020

Se desarrollarán las actividades 1 y 2 del plan propuesto:

1. Exposición sobre el cambio de metodologías de trabajo en el sector de la construcción
2. Taller sobre aplicación de técnicas didácticas para la enseñanza de BIM

Comentado [MGM4]: Realizar la corrección para los demás días de la propuesta

Contenidos a abordar en la sesión 1:

Concepto de BIM	<ul style="list-style-type: none"> Historia de la Tecnología BIM Definición conceptual Explicación de los alcances de la tecnología, pros y contras
Uso de BIM en el sector de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> Equipos multidisciplinarios de trabajo Profesionales que intervienen el proceso de trabajo bajo la metodología BIM Labor del dibujante y modelador en el ciclo de trabajo de la metodología BIM.
Técnica de Estudio de Casos.	<ul style="list-style-type: none"> Definición de la Técnica de Estudio de Casos Cómo adaptar la Técnica de Estudio de Casos en la enseñanza de la metodología BIM

Comentado [MGM5]: Me aoprece que cada uno de los contenidos en las 4 sesiones planteadas deben de ir un poco más desglosados o con alguna explicación, esto le da mayor robustez a su propuesta favor ampliarlo en todos

Comentado [MGM6]: Se me ocurre que lo hagas con "subtítulos así" para que te quede mejor explicado, por favor hacerlo con las demás sesiones de capacitación

<p>Técnica de Trabajo Colaborativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Definición de la Técnica de Trabajo Colaborativo Cómo adaptar la Técnica de Trabajo Colaborativo en la enseñanza de la metodología BIM
<p>Planear y evaluar contenidos utilizando las técnicas de estudio de casos y trabajo colaborativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo del planeamiento didáctico utilizando las técnicas de estudio de casos y trabajo colaborativo. Métodos para evaluar el aprendizaje a partir de las técnicas de estudio de casos y trabajo colaborativo

Ciclo de Trabajo BIM:



Fuente: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/navisworks-products/getting-started/caas/simplecontent/content/-C2-BFqu-C3-A9-es-bim.html>

Sesión 2. - Marzo del 2020

Se desarrollarán las actividades 3 y 4 del plan propuesto:

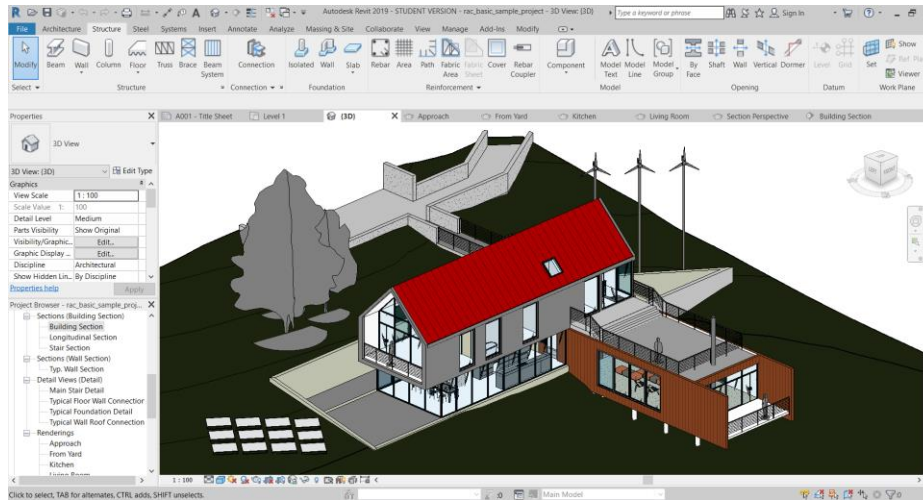
Comentado [MGM7]: Cambiar

3. Exposición sobre los principios básicos de Revit
4. Crear modelos básicos en 3 dimensiones utilizando Revit

Contenidos a abordar en la sesión 2:

- Aplicaciones y alcances de Revit en el dibujo y modelado de edificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de diferentes unidades de medidas en Revit. • Importar archivos de CAD a escala. • Uso de diferentes escalas. • Importar familias y componentes prediseñados
-Crear diferentes topografías en Revit.	<ul style="list-style-type: none"> • Crear un terreno con sus curvas de nivel y medidas partiendo de un plano de catastro. • Importar curvas de nivel modeladas en otro software compatible a Revit
-Modelar una vivienda unifamiliar utilizando paredes, pisos, cielos, techos y componentes de Revit.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de las principales herramientas para crear una vivienda (Wall, Floor, Ceiling, Roof). • Uso de puertas y ventanas de la librería de Revit. • Modelado de muros cortina. • Uso de componentes de la librería de Revit.

Vivienda unifamiliar modelada en Revit:



Sesión 3. - Abril del 2020:

Se desarrollará la actividad 5 del plan propuesto:

Comentado [MGM8]: Cambiar por favor

5. Crear imágenes fotorrealistas utilizando modelos en 3 dimensiones con Revit

Contenidos a abordar en la sesión 3:

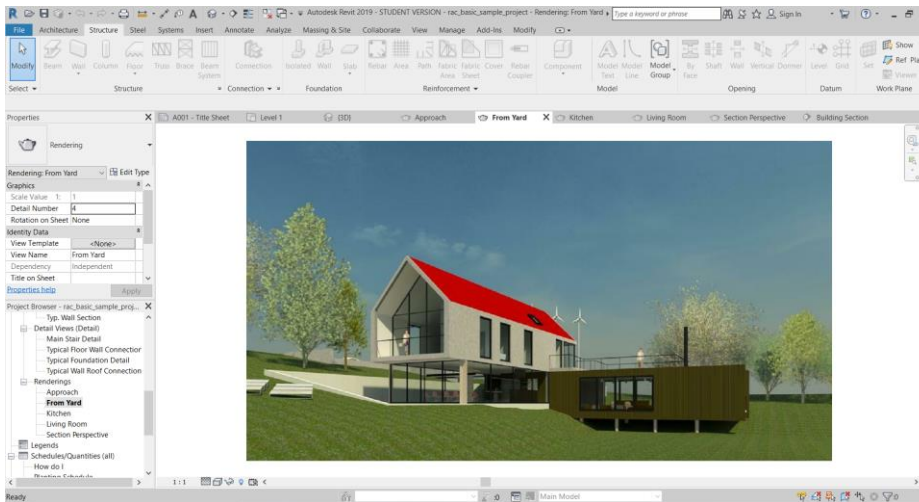
Comentado [MGM9]: Ampliar por favor

-Modelar bloques y familias.

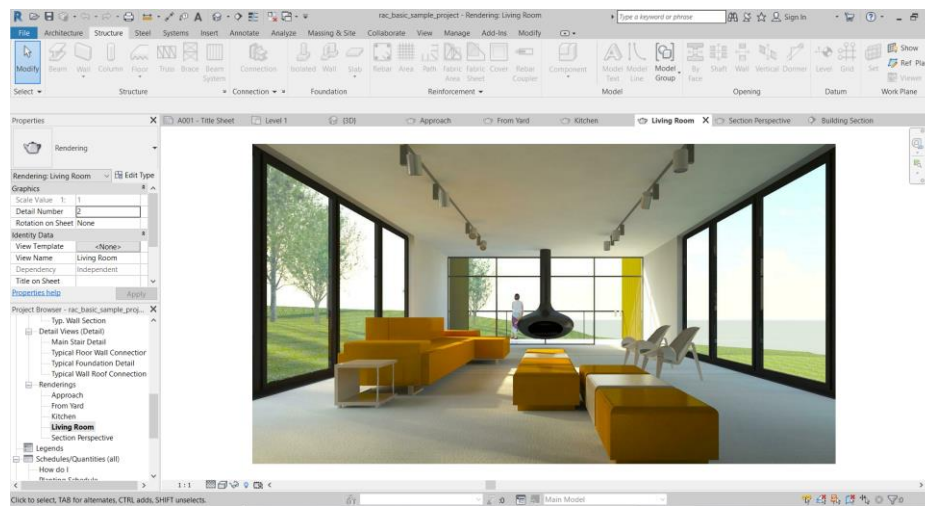
- Modelado de componentes y familias utilizando masas usando las herramientas: Extrusion, Blend, Revolve, Swept y Swept Blend.
- Crear un componente a partir de un plano de referencia.

<p>-Utilizar diferentes materiales en un modelo tridimensional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de diferentes materiales en los componentes. • Crear un nuevo material • Cambiar la apariencia y textura de un material
<p>-Renders externos e internos de una edificación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de la herramienta rendering • Uso de luces internas y externas en renders nocturnos • Renderizado de elementos en 3d, secciones y plantas.
<p>-Utilizar diferentes fondos e imágenes para crear renders.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de imágenes exportadas como fondo del render. • Manejo de la calidad del color, saturación y luz del render.

Render externo:



Render interno:



Sesión 4. - Mayo del 2020:

Se desarrollarán las actividades 6 y 7 del plan propuesto:

6. Modelar diferentes sistemas constructivos de instalaciones en Revit

7. Generar planos constructivos de una edificación a partir de un modelo en 3 dimensiones

Contenidos a abordar en la sesión 4:

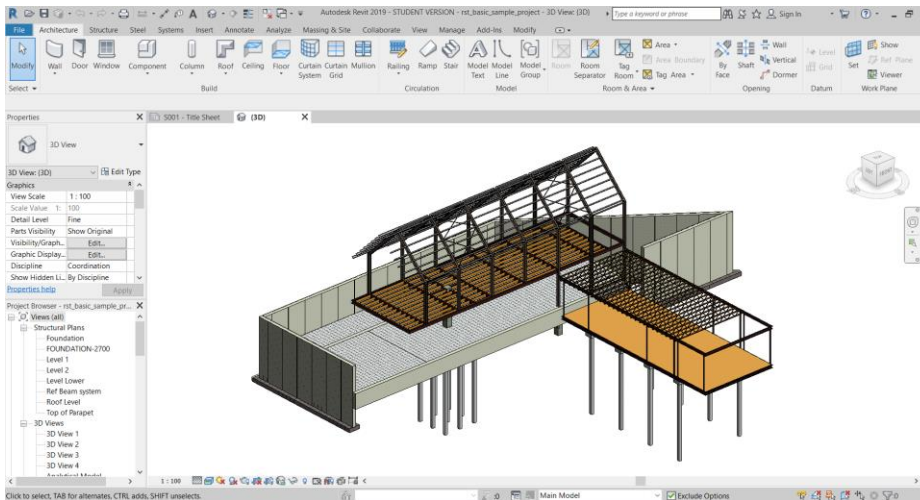
-Modelado de sistemas estructurales en concreto, acero y madera.

- Modelado de cimientos, columnas y vigas de distintos materiales.

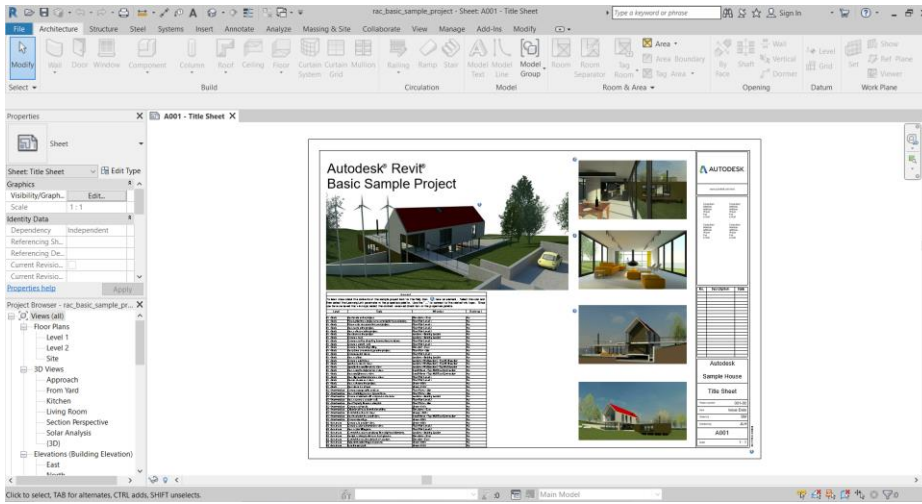
	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado de cerchas de diferentes materiales. • Uso de componentes estructurales de la librería de Revit
-Modelado del sistema mecánico de una edificación.	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado de la tubería sanitaria, pluvial y de agua potable. • Uso de componentes de la librería de Revit como sanitarios, duchas y lavabos que requieren de la instalación de tubería mecánica.
-Modelado del sistema eléctrico de una edificación.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de componentes eléctricos en una vivienda unifamiliar como luces, interruptores y tomacorrientes. • Cambiar las características de las luces y de los componentes eléctricos. • Generar tableros eléctricos a partir de los componentes utilizados en el modelo 3d.
-Calidades de línea en plantas arquitectónicas, estructurales, mecánicas y eléctricas en Revit.	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de los diferentes tipos y grosores de línea para el dibujo en 2 dimensiones. • Configuración de los diferentes componentes del modelos para agregar texturas o achurados a los materiales.

<p>-Dibujar detalles arquitectónicos y estructurales mediante callouts.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de los callouts para elaborar detalles arquitectónicos y estructurales a diferentes escalas.
<p>-Montaje e impresión de láminas de planos según la normativa vigente del CFIA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Importar cajetines realizados en formato Cad. • Duplicado de vistas para el montaje de los diferentes dibujos que conformarán la lámina. • Configuración del tamaño del papel e impresión.

Modelo en tres dimensiones del sistema estructural de una vivienda unifamiliar:



Montaje de láminas:



7.11 Apreciaciones finales y sugerencias

Los contenidos que se proponen para los cursos están enfocados en los principales temas que según los docentes de la especialidad de dibujo arquitectónico consideran deben de enseñarse en la especialidad. Esto también involucra la enseñanza de un software de aplicación de la metodología BIM para este caso Revit el cual es el más utilizado por los profesionales en nuestro país según el CFIA.

La metodología de las actividades propuestas pretende no interferir en el desarrollo del curso lectivo del 2020, por lo tanto, se propone que se realicen 4 sesiones, 1 por mes en diferentes días de la semana para no restarle muchas horas al curso lectivo y asegurarse de la participación de todos los docentes de la especialidad. El desarrollo de estas actividades avanza en paralelo con la implementación del nuevo programa de estudios de la especialidad de Dibujo Arquitectónico la cual cambiará su nombre a Dibujo y Modelado de Edificaciones, además del nombre se pretende implementar la enseñanza de BIM en la especialidad.

La actualización de los docentes es importante para una implementación exitosa de los nuevos programas de la especialidad en mención, pero también es muy importante generar un ambiente de aprendizaje colaborativo entre los docentes de la especialidad, quienes tienen la capacidad de compartir conocimientos y capacitar a otros docentes que no dominen algún tema en específico.

Capítulo 8. Apéndices

8.1 Entrevista Dirigida a Asesor de la Dirección de Educación Técnica del Ministerio de Educación Pública

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN TÉCNICA

Guía de entrevista semi-estructurada.

La presente entrevista forma parte de las actividades realizadas en el marco del trabajo final de graduación denominado: Propuesta Didáctica para el estudio de la Tecnología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.

Objetivo de la entrevista: Profundizar en torno a los procesos del Ministerio de Educación Pública a la hora de actualizar sus planes de estudio específicamente en educación técnica.

Persona entrevistada: Alberto Calvo Leiva

Lugar: DETCE

Fecha: 17 de Octubre 2019

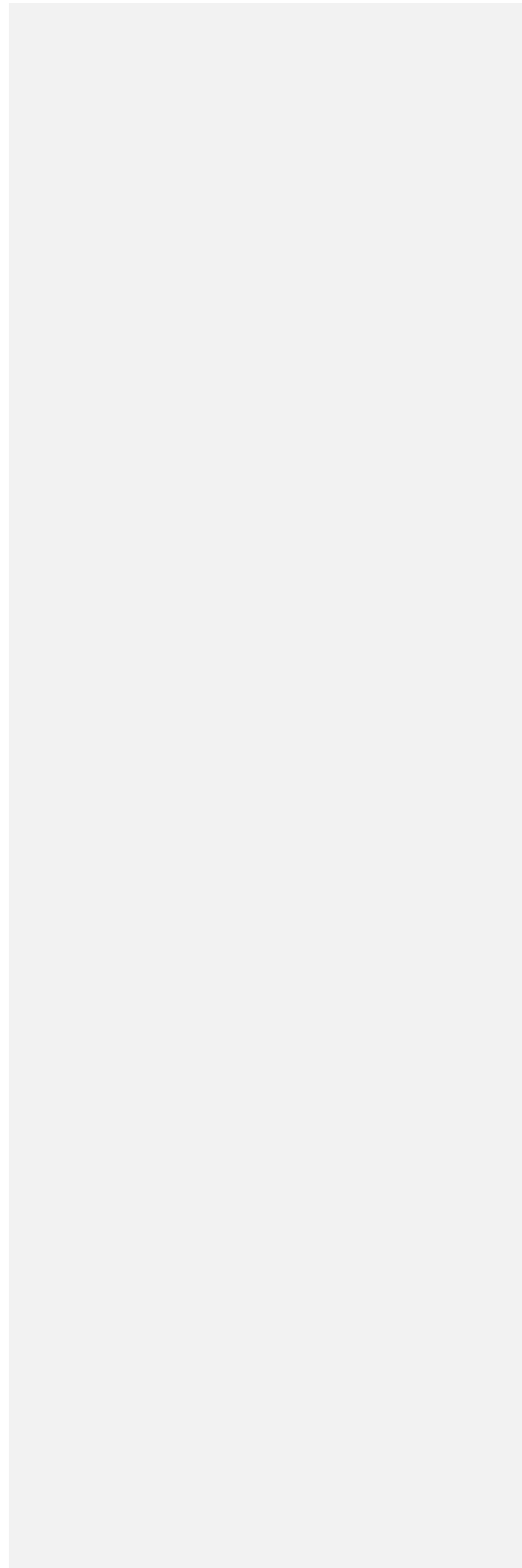
Hora: 10:00 am

Persona entrevistadora: Carlos Andrés Quirós Coto

Interrogantes:

A partir de su experiencia académica y profesional en el tema curricular de la Educación Técnica:

4. ¿Qué aspectos se toman en cuenta a la hora de incluir un nuevo contenido en los planes de estudios del MEP?
5. ¿Cuál es el proceso del MEP para la actualización de sus planes de Estudio?
6. ¿Cómo participan los empleadores en las variaciones de los planes de estudios del MEP?
7. En caso de que los nuevos contenidos no sean dominados por los docentes del MEP ¿Que procesos de capacitación lleva a cabo el MEP para que sus docentes sean competentes para enseñar los nuevos contenidos?
8. ¿Qué aspectos considera el MEP para la creación de una nueva especialidad?



8.2 Entrevista Dirigida a Asesor Nacional de Dibujo de la Dirección de Educación Técnica del Ministerio de Educación Pública

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN TÉCNICA

Guía de entrevista semiestructurada.

La presente entrevista forma parte de las actividades realizadas en el marco del trabajo final de graduación denominado: Propuesta Didáctica para el estudio de la Tecnología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.

Objetivo de la entrevista: Conocer cual es la nueva temática que se incluirá en el nuevo plan de estudios de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del MEP

Persona entrevistada: Rodolfo González Gutiérrez

Lugar: Correo electrónico

Fecha: 23 de Octubre 2019

Hora:

Persona entrevistadora: Carlos Andrés Quirós Coto

Interrogantes:

A partir de su experiencia académica y profesional en el tema curricular de la Educación Técnica:

2. ¿El nuevo plan de estudios de la especialidad de Dibujo Arquitectónico contemplará dentro de sus contenidos el estudio de la tecnología BIM?

8.3 Entrevista Dirigida a Coordinadora con la Empresa del Colegio Vocacional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN TÉCNICA

Guía de entrevista semi-estructurada.

La presente entrevista forma parte de las actividades realizadas en el marco del trabajo final de graduación denominado Propuesta Didáctica para el estudio de la Tecnología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.

Objetivo de la entrevista: Conocer la situación laboral de los egresados y practicantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del COVAO Nocturno

Persona entrevistada: Adriana Uba

Lugar: COVAO Nocturno

Fecha: 23 de Octubre del 2019

Hora: 9:00 pm

Persona entrevistadora: Carlos Andrés Quirós Coto

Interrogantes:

A partir de su experiencia académica y profesional en el tema curricular de la Educación Técnica:

5. ¿Cuáles son los principales requisitos que solicitan los empleadores a los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico?
6. ¿Cuál es el perfil de las empresas que solicitan del manejo de Revit (Tecnología BIM) a los estudiantes de la especialidad?
7. ¿En dónde se ubican las empresas con mayor demanda de practicantes en dibujo arquitectónico que solicitan el uso de Revit (BIM)?
8. ¿Existe alguna relación entre el manejo de Revit (BIM) y la posibilidad de ser contratados en una empresa luego de realizar la práctica supervisada de la especialidad?

8.4 Entrevista Dirigida a Docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Ministerio de Educación Pública

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN TÉCNICA

Guía de entrevista semi-estructurada.

La presente entrevista forma parte de las actividades realizadas en el marco del trabajo final de graduación denominado: Propuesta Didáctica para el estudio de la Tecnología BIM en la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.

Objetivo de la entrevista: Conocer la opinión de los Docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico con respecto a la enseñanza de la tecnología BIM en la especialidad de Dibujo Arquitectónico

Persona entrevistada:

Lugar:

Fecha:

Hora:

Persona entrevistadora: Carlos Andrés Quirós Coto

Interrogantes:

A partir de su experiencia académica y profesional en el tema de educación de la Educación Técnica:

6. ¿Considera importante la enseñanza de la tecnología BIM en la especialidad de Dibujo Arquitectónico?
7. ¿Cuáles cree usted que son las competencias que debe de adquirir un estudiante de la especialidad de Dibujo Arquitectónico sobre la tecnología BIM?
8. ¿Cuáles son los aspectos más relevantes que deben de ser enseñados sobre esta tecnología en la especialidad de Dibujo Arquitectónico?
9. ¿Cuáles ventajas y desventajas encuentra en la enseñanza de la tecnología BIM actualmente en los colegios técnicos?
10. ¿Qué técnicas didácticas utilizaría para la enseñanza de BIM?

8.5 Entrevista Dirigida a empresas empleadoras de dibujantes en el área de construcción y arquitectura

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN TÉCNICA

Guía de entrevista semi-estructurada.

La presente entrevista forma parte de las actividades realizadas en el marco del trabajo final de graduación denominado: **Propuesta Didáctica para el estudio de la Tecnología BIM dentro de la Sub-área de Dibujo Arquitectónico Asistido por Computadora en el Colegio Profesional de Artes y Oficios Nocturno de Cartago.**

Objetivo de la entrevista: Conocer el mercado laboral de los dibujantes arquitectónicos y las principales habilidades que demandan los empleadores hoy en día, además de conocer los elementos de la tecnología BIM que debe de conocer una persona egresada de un programa técnico de Dibujo Arquitectónico

Persona entrevistada:

Lugar:

Fecha:

Hora:

Persona entrevistadora:**Interrogantes:**

A partir de su experiencia académica y profesional en el uso de la tecnología BIM:

1. ¿Utiliza la tecnología BIM como metodología de trabajo?
2. ¿Cuáles aspectos de BIM utiliza en su empresa?
3. ¿Cuáles considera son los principales conocimientos que debe de tener un dibujante arquitectónico con respecto a la tecnología BIM?
4. ¿Cuál ha sido su experiencia utilizando la tecnología BIM en sus proyectos constructivos?
5. ¿Cuáles ventajas y desventajas encuentran en el uso de la tecnología BIM?