

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA

NOMBRE DEL PROYECTO

“COMPETENCIAS MATEMÁTICAS QUE DEBEN FORTALECER LOS  
ESTUDIANTES DE 11° AÑO EN LA ESPECIALIDAD DE DIBUJO  
ARQUITECTÓNICO DEL COLEGIO TÉCNICO PROFESIONAL DE OREAMUNO,  
PARA LA ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS DE OBRAS CIVILES”.

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN EDUCACIÓN TÉCNICA

CON EL GRADO ACADÉMICO MAESTRÍA

ELABORADO POR:

ANA BEATRIZ GUERRERO LUNA

SAN JOSÉ, NOVIEMBRE, 2019

## Dedicatoria

*A Dios, a mis Padres Ernestina y Rigoberto, a mi esposo Alberto, a mis hermanos Alejandra, Luis y Edgar y a mi sobrina Fiorella, por el apoyo brindado durante todos estos años y sin los cuales no hubiera logrado cumplir con este sueño.*

## Agradecimientos

*A Dios por haberme dado la sabiduría, el entendimiento, la paciencia y la perseverancia para realizar este trabajo; a mis Padres Ernestina y Rigoberto, por el apoyo espiritual, material, emocional y los valores que me inculcaron; a mi esposo Alberto, por la paciencia, el apoyo y el cariño que me ha dado durante todo este tiempo; a mis hermanos Alejandra, Luis y Edgar y mi sobrina Fiorella, por todo lo que me han enseñado a lo largo de estos años. A todos ellos, gracias por el amor que me han demostrado siempre.*

*A mis compañeros y amigos Adrián Salguero Rojas y David Quirós Navarro por todo el apoyo brindado en la realización de este proyecto.*

## **Resumen Ejecutivo**

El presente trabajo tiene como objetivo general determinar las competencias matemáticas que requieren los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles en el nivel de 11º año.

Para lograr lo anterior es importante, en primer lugar, analizar la bibliografía existente en relación con el problema que se intenta resolver en esta investigación, determinar la relación existente entre la Matemática y la Arquitectura y, finalmente, definir los conceptos y principales variables que se estudian en este proyecto: competencias, competencias matemáticas, dibujo arquitectónico, presupuesto de obra civil.

La investigación inicia entrevistando a los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico acerca de cuáles consideran, según su criterio de experto, deben ser las competencias matemáticas que han de poseer los estudiantes de dicha especialidad en el nivel de 11º año, que les permitan calcular correctamente el presupuesto de una obra civil.

Una vez determinadas las competencias necesarias para la elaboración de presupuestos de obras civiles (según el criterio de los docentes) se procede a evaluar el nivel de dominio de las competencias mencionadas, en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

Entre los principales hallazgos encontrados se determina que los estudiantes poseen un nivel de dominio básico de competencias, lo que, según el criterio experto de los docentes de la especialidad, provoca errores en los cálculos de presupuestos de obra y, en consecuencia, un bajo rendimiento en la especialidad. Las competencias matemáticas analizadas en esta investigación, se estudian con base en las competencias propuestas por la OCDE, en sus pruebas PISA y, los diferentes niveles de dominio asociados a dichas competencias.

A partir de los resultados obtenidos, se hace recomendaciones a los docentes de la especialidad, el director del Colegio, el Ministerio de Educación Pública y a las universidades, con el fin de encontrar soluciones a la problemática encontrada.

Finalmente, entre las recomendaciones planteadas, se propone realizar en conjunto con los docentes de la especialidad, una estrategia de aprendizaje mediante talleres, con el fin de fortalecer las competencias matemáticas necesarias para la correcta elaboración de presupuestos de obras civiles.

**Palabras clave:** competencias matemáticas, Dibujo Arquitectónico, presupuesto de obra civil, OCDE, PISA.

## **Abstract**

This study presents the results obtained from the evaluation of the mathematical competences, that the 11th grade students need, in order to make correct budgets' calculations, for civil works in the technical specialty of Architectural Drawing.

In addition, this research is carried out at the Professional Technical High School of Oreamuno, during the year 2019. Among the main findings, it has been determined that students have a basic level, regarding their math skills. As a result, according to the expert criteria of the teachers from the specialty, that can cause mistakes in the calculations of works' budgets and, consequently, a poor performance in the different tasks developed in the specialty.

Besides, the mathematical competences analyzed in this dissertation are based on the abilities proposed by the OCDE in the PISA tests and the different levels of knowledge associated with those competences.

Finally, some recommendations are made to the teachers of the specialty, to the high school's principal, to the Ministry of Public Education and to the Universities, in order to find solutions to the problems that have been found.

**Key words:** mathematical competences, Architectural Drawing, budgets' calculations for civil works, OECD, PISA.

## HOJA DE APROBACIÓN

### Estudiante: Ana Beatriz Guerrero Luna

Este proyecto 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 Maestría en Educación Técnica.

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




---

Mag. Jeison Alfaro Aguirre  
Tutor Proyecto



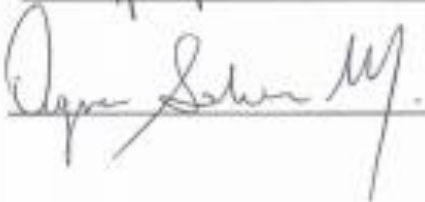
---

Máster William Delgado Montoya  
Lector



---

Mag. Agnes Salas Mena  
Lector



---



# Índice General

CAPÍTULO I .....	16
INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Descripción del estudio.....	17
1.2 Planteamiento del problema.....	23
1.3 Preguntas. ....	27
1.4 Tema.....	27
1.5 Objetivos. ....	28
1.5.1 Objetivo general.....	28
1.5.2 Objetivos específicos. ....	28
1.6 Justificación. ....	28
1.7 Estado de la cuestión. ....	33
1.7.1 Antecedentes históricos.....	34
1.7.2 Antecedentes Internacionales.....	37
1.7.3 Antecedentes nacionales. ....	42
CAPÍTULO II .....	45
REFERENTE TEÓRICO .....	45
2.1 Educación Técnica. ....	46
2.2. Dibujo Técnico.....	49
2.3 Competencias matemáticas. ....	53
2.4 Presupuesto de obra civil. ....	55
2.5 Estrategia de aprendizaje. ....	56
CAPÍTULO III .....	59
REFERENTE METODOLÓGICO.....	59
3.1 Tipo de investigación.....	60
3.1.1. La investigación mixta.....	60
3.2 Contexto de la investigación. ....	61
3.2.1. Marco institucional.....	61
3.2.2. Plan de trabajo de la Institución. ....	62
3.2.3 Antecedentes históricos.....	63
3.2.4 Tipo de institución.....	64
3.2.4.1 Misión.....	64
3.2.4.2. Visión. ....	65



3.2.4.3 Política educativa de la Institución .....	65
3.3 Finalidad y alcance de la investigación.....	65
3.4 Diseño de investigación. ....	67
3.4.1 Población de información. ....	68
3.4.2 Muestra .....	69
3.4.3 Categorías: descripción conceptual y operacional.....	69
3.6.1 Competencias matemáticas. ....	70
3.6.1.1 Definición conceptual.....	70
3.6.1.2 Definición operacional. ....	72
3.6.1.3 Esquema de las variables. ....	75
3.7 Categorías de análisis.....	87
3.8 Descripción de instrumentos o técnicas. ....	88
3.8.1 El cuestionario.....	88
3.8.2 La entrevista.....	92
3.9 Procedimientos de validación y criterios éticos del investigador, criterios de calidad o de rigor metodológico considerados.....	93
3.10 Procedimientos de análisis de resultados o discusión. ....	94
3.10.1 Triangulación.....	94
3.10.2. Tabulación estadística. ....	95
3.11 Alcances. ....	95
3.12 Limitaciones.....	96
CAPÍTULO IV.....	98
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	98
4.1. Aplicación de instrumentos.....	99
4.2 Tabulación de los datos de acuerdo con las variables. ....	100
4.2.1 Resultados obtenidos a partir de las entrevistas realizada a cada docente de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.....	100
4.2.2. Análisis de Resultados.....	115
4.2.3 Resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados a los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.....	126
Fuente: elaboración propia. ....	137
4.2.4. Análisis de Resultados del cuestionario. ....	137
4.3 Triangulación de resultados. ....	148

4.3.1 Identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles. ....	148
4.3.2 Determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo con las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles. ....	150
CAPÍTULO V .....	154
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	154
CONCLUSIONES.....	155
RECOMENDACIONES.....	160
CAPÍTULO VI.....	166
PROPUESTA.....	166
6.1 Título de la propuesta.....	167
6.2 Problema.....	167
6.3 Población beneficiaria .....	172
6.4 Justificación del proyecto e importancia .....	172
6.5 Objetivos de la propuesta .....	174
6.5.1 Objetivo general.....	174
6.5.2 Objetivos específicos .....	175
6.6 Referente teórico.....	175
6.7 Referente metodológico.....	178
6.8 Presupuesto y viabilidad de la propuesta .....	181
6.9 Evaluación .....	185
6.10 Cronograma de ejecución.....	188
ANEXOS.....	197
Anexo 1: Variables e instrumentos para los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico. ....	198
Anexo: 2 Variables e instrumentos para la población estudiantil de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico. ....	202
Anexo 3: Población: Docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico .....	208
Anexo 4: Población: Estudiantes de 11° año de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico. ....	210
Anexo 5. Escala de calificación para observar nivel de dominio de competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno. (Basada en niveles de dominio PISA). ....	214

Anexo 6. Circular DDC-0347-02-2017.....	215
Referencias Bibliográficas.....	216

## **Lista de cuadros.**

Cuadro N°1	17
Costa Rica: Distribución de programas técnicos según grupos estudiados, 2014 (cifras absolutas y relativas).	
Cuadro N° 2	75
Esquema de las variables, según el objetivo específico: Identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.	
Cuadro N° 3	79
Esquema de las variables, según el objetivo específico: Determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo a las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año, de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.	
Cuadro N° 4	87
Categorías de análisis para triangulación según los resultados obtenidos en los instrumentos aplicados a docentes y estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.	
Cuadro N° 5	100
Resultados obtenidos a partir de las entrevistas realizada a cada docente de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.	
Cuadro N°6. Resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados a los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.	126

Cuadro N°7. Habilidades que deben fortalecerse en los estudiantes que cursan la especialidad de dibujo arquitectónico en el nivel de 11° año, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, de acuerdo a las competencias matemáticas PISA y a la opinión de los docentes de dicha especialidad.	149
Cuadro N°8. Habilidades que deben fortalecerse en los estudiantes que cursan la especialidad de dibujo arquitectónico en el nivel de 11° año, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, de acuerdo a las competencias matemáticas que propone la OCDE por medio de las pruebas PISA, según la opinión de los docentes de la especialidad y los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a estudiantes.	151
Cuadro N°9: Principales habilidades que deben fortalecerse en los estudiantes que cursan la especialidad de dibujo arquitectónico en el nivel de 11° año, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, de acuerdo con las competencias matemáticas PISA y a la opinión de los docentes de dicha especialidad.	155
Cuadro N°10. Nivel de dominio de competencias matemáticas de los estudiantes que cursan la especialidad de dibujo arquitectónico en el nivel de 11° año, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, de acuerdo a las competencias matemáticas PISA y a la opinión de los docentes de dicha especialidad.	168
Cuadro N°11: Cronograma de ejecución de la propuesta: “Estrategia de aprendizaje para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles”.	188

## Lista de figuras.

Figura 1. Contenidos matemáticos que deben fortalecer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del CTPO.	116
Figura 2. Contenidos matemáticos para fortalecer en estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del CTPO: Geometría.	117
Figura 3. Contenidos matemáticos para fortalecer en estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del CTPO: Operaciones básicas.	118
Figura 4. Competencias matemáticas que deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para el cálculo de presupuesto de una obra, (según opinión del docente 1).	119
Figura 5. Competencias matemáticas que deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para el cálculo de Presupuesto de Obra, según la opinión de los docentes de la especialidad.	121
Figura 6. Nivel de dominio de la competencia matemática pensar y razonar, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes.	138
Figura 7. Nivel de dominio de la competencia matemática argumentar, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Porcentaje de estudiantes.	139
Figura 8. Nivel de dominio de la competencia matemática comunicar, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Porcentaje de estudiantes.	140
Figura 9. Nivel de dominio de la competencia matemática modelar, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes.	141
Figura 10. Nivel de dominio de la competencia matemática plantear y resolver problemas, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Porcentaje de estudiantes.	142

Figura 11. Nivel de dominio de la competencia matemática representar, en los estudiantes de 11<sup>o</sup> año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes. 145

Figura 12. Nivel de dominio de la competencia matemática utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones, en los estudiantes de 11<sup>o</sup> año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes. 146

Figura 13. Nivel de dominio de la competencia matemática usar herramientas y recursos, en los estudiantes de 11<sup>o</sup> año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes. 147

# **CAPÍTULO I**

# **INTRODUCCIÓN**



## 1.1 Descripción del estudio.

En Costa Rica la educación técnica se ha convertido en una herramienta que reúne la formación, la vocación y el trabajo a través de las competencias profesionales en determinados campos productivos, que busca la formación de profesionales de calidad y logren insertarse al campo laboral de manera más rápido. Debido a lo anterior, se han creado colegios técnicos con distintas modalidades.

Así lo indica el Ministerio de Educación Pública en su documento “Compendio de Ofertas y Servicios del Sistema Educativo Costarricense 2016” (2017), al indicar:

La Educación Técnica resulta un pilar fundamental de formación para el trabajo, promueve el desarrollo social y económico del país, mediante una oferta educativa flexible y dinámica, que propicia la incorporación de hombres y mujeres al campo laboral y promueve en los y las educandos una formación integral y estructurada de manera que al finalizarla se le facilite la incorporación al mercado laboral, crear su propia empresa y/o continuar estudios superiores. (p.113)

En el documento “Marco Nacional de Cualificaciones Educación y Formación Técnica Profesional, (2015, p. 22), la Educación Técnica y la Formación Profesional, se ofrece en distintas modalidades, en diferentes entidades y con diversidad de especialidades, como lo muestra el cuadro 1, tomado del mismo documento:

**Cuadro N°1: Costa Rica: Distribución de programas técnicos según grupos estudiados, 2014 (cifras absolutas y relativas).**

<b>Grupos estudiados</b>	<b>Cantidad de programas</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Total</b>	562	100
<b>Programas MEP</b>	55	10
<b>Programas INA</b>	224	40
<b>Otros</b>	282	50

Fuente: CONARE (2014). Proyecto Mapeo de ETFP.

Entre los programas mencionados anteriormente, se encuentra la especialidad de Dibujo Arquitectónico. En el Ministerio de Educación Pública (MEP) se imparte tanto en colegios técnicos diurnos como nocturnos. En dicha especialidad, se busca que los estudiantes egresados de esta sean capaces de asistir correcta y eficientemente al profesional de Arquitectura o al Ingeniero en Construcción.

En los objetivos generales del programa de estudios (Programa de Estudios, MEP, Especialidad de Dibujo Arquitectónico, 11º año, 2009), se indica que, entre las habilidades y destrezas que se desea lograr en el estudiante, se encuentran las siguientes:

- Contribuir con el profesional a la organización y desarrollo de proyectos arquitectónicos con calidad.
- Constituir un técnico de nivel medio capaz de organizar, dirigir y supervisar todo tipo de trabajo que demande el Dibujo Arquitectónico y de Ingeniería.
- Respetar las normas nacionales e internacionales que rigen en el Dibujo Arquitectónico y en la Salud Ocupacional.
- Concienciar a los dibujantes arquitectónicos para que se comprometan con la vivencia de los valores éticos y profesionales.
- Utilizar las herramientas básicas del inglés técnico para la interpretación de manuales técnicos.
- Manejar la calidad como norma en cada uno de los trabajos realizados.
- Favorecer el desarrollo de habilidades y destrezas en los procesos y técnicas de la especialidad. (p.28)

Como se visualiza en la cita anterior, el egresado de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, entre otras características, debe poseer ciertos conocimientos, habilidades y competencias, que le permitan desempeñar su trabajo con calidad y asistir de forma correcta al ingeniero, arquitecto o empresa que lo contrate para desempeñar dicho puesto.

Por otro lado, la especialidad de Dibujo Arquitectónico impartida en los Colegios Técnicos a cargo del Ministerio de Educación Pública está compuesta por cinco

subáreas: Dibujo Arquitectónico asistido por computadora; Técnicas de Presentación y Modelos; Dibujo Arquitectónico; Dibujo Urbanístico e Inglés Técnico.

Una de las tareas o de los temas que deben dominar o desempeñar los estudiantes egresados de la especialidad mencionada, (relacionado con la subárea de Dibujo Arquitectónico), es el tema de presupuesto de obras civiles, que se abarca en el nivel de 11º año, en un periodo promedio de 40 horas (Programa de la Especialidad, 2009, p.31). Según Pardo (2010):

La “presupuestación” es la cuantificación de los diferentes elementos de trabajo y los costos probables asociados a su ejecución. El total de los costos se conoce como presupuesto de obra y es una cercana aproximación del valor real de la obra. La concordancia entre lo estimado y el valor real dependerá de la precisión de los métodos de estimación utilizados, correcta interpretación del trabajo a realizar y la manera en que se ejecutará.

El concepto de presupuestación es bastante básico, sin embargo, en la práctica implica métodos, procedimientos, información y otros que dificultan su correcta aplicación. Fundamentalmente un presupuesto consiste en cuantificar y poner precio a materiales, mano de obra, equipo y subcontratos, así como estimar costos indirectos, gastos administrativos asociados y utilidad deseada. (p.14)

El cálculo de presupuesto no es una tarea fácil, tal como lo menciona Pardo (2010); para esto se requiere poseer ciertos conocimientos, no sólo del área específica de la especialidad (dibujo, diseño, espacio, escalas), sino que también se requiere de conocimientos matemáticos que, en combinación con los conocimientos teóricos, permiten desempeñar el trabajo correctamente: cálculo de áreas, perímetros, volúmenes, operaciones básicas, teoría de números, entre otros.

Si bien es cierto, dichos elementos matemáticos son de conocimiento general de la población estudiantil, no todos poseen la capacidad de aplicarlos, relacionarlos y contextualizarlos de forma tal, que se utilicen en conjunto correctamente, con los conocimientos técnicos.

Al respecto, se menciona en el Programa Oficial de estudios de Matemática, que el desarrollo de las lecciones de esta asignatura debe contemplar y reforzar en los estudiantes cinco procesos matemáticos a saber: razonar y argumentar; plantear y resolver problemas; comunicar; conectar y representar. Si bien es cierto, la mayoría de los procesos anteriores está relacionada con la aplicación de habilidades matemáticas en las diferentes especialidades técnicas, el proceso *conectar* es crucial, (según lo planteado en el Programa de Estudios de Matemática, 2012), debido que:

Este proceso transversal pretende el entrenamiento estudiantil en primer lugar en la obtención de relaciones entre las diferentes áreas matemáticas, lo cual se deriva de las características centrales de los quehaceres matemáticos: el carácter integrado de los mismos.... Aunque las Matemáticas han evolucionado en distintas disciplinas o áreas, han llegado a integrarse con el correr del tiempo. Esta integración es de tal nivel y el flujo de relaciones de un lado a otro es tan grande que no insistir en esas conexiones y ese carácter unificado haría perder la comprensión adecuada de lo que son las Matemáticas.

Este proceso busca que se cultiven las relaciones entre las distintas partes de las Matemáticas escolares, además del desarrollo de acciones para identificar dentro de situaciones no matemáticas aquellas en las cuales es posible un tratamiento matemático. Y de igual manera persigue motivar conexiones con otras asignaturas y con los distintos contextos. (p.25)

Así pues, a pesar de que desde hace varios años se habla en Costa Rica de integrar las áreas del conocimiento y de no verlas de forma aislada y por separado (prueba de ello son, por ejemplo, los diferentes programas de estudio de las especialidades técnicas elaborados a inicios del siglo XXI, o el programa de estudios de matemática, actualizado en el 2012), no ha sido del todo posible, que esta integración se realice eficazmente en la práctica.

Por lo tanto, se hace necesario fortalecer esta idea y ponerla en práctica en las diferentes asignaturas y especialidades que se imparten en el país, con el fin de

desarrollar las habilidades y competencias que actualmente se requiere en los estudiantes egresados del sistema educativo costarricense en general.

Por otro lado, el cálculo de presupuestos de obras civiles debe ser realizado de forma minuciosa y lo más cuidadosamente posible, pues de lo contrario podría traer consecuencias no sólo para quien lo elabora, sino también al que lo respalda legalmente (en el caso de los estudiantes egresados de un Colegio Técnico Profesional sería la empresa, el ingeniero o el arquitecto que lo contrató para desempeñar dicha labor) y, a la vez, puede representar implicaciones para la persona que contrata los servicios. Entre las consecuencias que podría generar la inadecuada elaboración de un presupuesto, Pardo (2010) menciona las siguientes:

- a. Errores aritméticos en cálculos: siendo uno de los errores más típicos, se dan principalmente durante el cálculo de cantidades y la aplicación de costos unitarios para la estimación del monto total.
- b. Mala cuantificación: estos errores se refieren a una incorrecta medición de las dimensiones o unidades de presupuesto en planos. Estos errores pueden originarse por errores en la utilización de las escalas, error humano en la toma de mediciones o mala digitación de cantidades o inclusive confusión de unidades.
- c. Inadecuado uso de rendimientos: los rendimientos de mano de obra varían considerablemente de acuerdo a las condiciones del proyecto y la zona donde se ubica. Una mala interpretación de estas condiciones puede llevar a una subestimación o sobreestimación de la mano de obra requerida para la ejecución de las obras.
- d. Inadecuado costeo de materiales: principalmente estos errores se generan por una mala interpretación de especificaciones, lo cual genera que el costo considerado sea diferente al real.

También se puede dar el caso que los precios utilizados no están negociados de acuerdo al volumen de la obra o que no se incluyen todos los componentes que afectan el costo (impuestos, transportes u otros).

- e. Confusión en unidades de medida: generalmente se originan cuando las unidades de medición son distintas a las unidades de cotización.
  - f. Subestimación de imprevistos de construcción: en múltiples ocasiones no se valora completamente el riesgo inherente del proyecto, lo cual hace que no se tomen las previsiones necesarias. Esta subestimación puede llevar a que se gane el contrato y se pierda dinero durante su ejecución.
- (p. 14 – 15)

Siendo así, se hace indispensable que los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico logren el aprendizaje significativo del tema de Presupuesto de Obra, de forma que sean capaces de enfrentarse a diferentes escenarios y posibilidades, no solo en lo referente al diseño de la obra, sino también a las limitantes que se podrían enfrentar de espacio, medidas, materiales limitados, entre otros. En este punto, es donde toma fuerza la idea de fortalecer competencias matemáticas, ya que muchos de los errores mencionados por Pardo, están relacionados con deficiencias en el área de las matemáticas. Estas competencias matemáticas, brindan herramientas a los estudiantes como las que menciona la OCDE (2010):

Razonar matemáticamente y usar conceptos, procedimientos, hechos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos. Ayuda a los individuos a reconocer el papel de las Matemáticas en el mundo y hacer juicios bien fundados y decisiones necesarias para ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos. (p. 4)

En el párrafo anterior se destaca la importancia que tiene el desarrollo de competencias matemáticas en un estudiante, pues le brinda herramientas y le ayuda a desarrollar habilidades que le servirán no solo en el estudio de las matemáticas, o de una especialidad en particular, como lo es el Dibujo Arquitectónico, sino también, que son habilidades que le sirven para la vida, permitiéndole tomar decisiones bien fundamentadas, desde el análisis de una situación, tomando en cuenta las diferentes (y posibles) soluciones que tiene la misma, desarrollando su propio juicio o criterio, permitiéndole cada vez más, aumentar su seguridad en la decisión tomada.

Tomando en cuenta la importancia que representa para el estudiante desarrollar competencias matemáticas en la actualidad y aún más en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, se pretende con este trabajo fortalecer estas competencias de forma tal que aquellos que cursan la especialidad de Dibujo Arquitectónico en el Colegio Técnico Profesional de Oreamuno comprendan y desarrollen de una mejor manera el cálculo del presupuesto de una obra civil.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Como se analizó en el apartado anterior, es muy importante realizar correctamente el cálculo del presupuesto de una obra civil, puesto que un error en él puede traer consecuencias negativas, no sólo a la persona que contrata el servicio, sino también a aquel (profesional o empresa) que realiza el presupuesto.

La especialidad de Dibujo Arquitectónico se imparte en varias instituciones y en diferentes modalidades, ya sea dentro del sistema educativo formal, informal o no formal. Dentro de las instituciones de educación formal que la imparten, pertenecientes al Ministerio de Educación Pública, se inscribe en la modalidad de educación técnica la cual, según el documento del Ministerio de Educación Pública, Compendio de ofertas y servicios del Sistema Educativo Costarricense 2016:

...resulta un pilar fundamental de formación para el trabajo, promueve el desarrollo social y económico del país, mediante una oferta educativa flexible y dinámica, que propicia la incorporación de hombres y mujeres al campo laboral y promueve en los y las educandos una formación integral y estructurada de manera que al finalizarla se le facilite la incorporación al mercado laboral, crear su propia empresa y/o continuar estudios superiores.  
(p.113)

Es decir, la educación técnica en Costa Rica pretende instruir individuos de forma integral, capaces de insertarse en la sociedad, procurando desarrollar habilidades en ellos, que les permitan y faciliten una incorporación exitosa a la sociedad.

Tomando como base la importancia que tiene la educación técnica para la población costarricense y el impacto que se espera tener con ella, el presente trabajo de investigación se desarrollará en una institución de esta modalidad, con el fin de promover la formación integral de los estudiantes en una especialidad en específico.

De esta manera, se tomará como referencia la situación que se presenta actualmente en el Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, con referencia al rendimiento que presentan los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Si bien es cierto, el rendimiento en la especialidad es bastante bueno si se observa de forma general (promedios anuales, por periodo o de forma grupal), sin embargo, si se analiza el promedio más específicamente por periodo y por subárea abarcada en dicho periodo, se puede ver que, aproximadamente en el II Periodo del nivel de 11<sup>o</sup> año, los estudiantes tienden a bajar su rendimiento, esto, según lo indican los docentes de la especialidad (Adrián Salguero Rojas y David Quirós Navarro), sobre todo por la dificultad que representa para los educandos el tema de Presupuesto de Obra.

Al abarcar dicho tema, los estudiantes deben ser capaces de, a partir de diferentes situaciones planteadas por el docente, calcular el presupuesto de una obra por construir, lo que implica, desde saber realizar correctamente el diseño de una obra (bocetos, planos), hasta calcular la cantidad que se requiere de cada material, según los diferentes tipos de suministros por utilizar, la calidad de estos, el perímetro, área o volumen que se va construir, el tipo de suelos, las bases que requiere, entre muchos otros aspectos por tomar en cuenta, hasta que, con esos datos específicos de cantidades y precios de los materiales se pueda calcular cuánto costará la obra.

Al haber tantos aspectos involucrados en el cálculo del presupuesto de una obra civil (y muchos otros que no se mencionaron acá, pero que sí se comentaron en la sección anterior por Pardo (2010)) es común, y no es una situación aislada, que se cometan errores que pueden llevar al estudiante, en este caso específico que se analiza, a equivocarse el presupuesto y, peor aún, que los cometa cuando ya esté ejerciendo su especialidad a nivel laboral.



Según Salguero, A. y Quirós, D. (2018), los errores en el cálculo de los presupuestos están asociados en mayor medida a errores de índole matemático, que comenten los estudiantes a lo largo de todo el proceso, errores tales como dificultad de visualización espacial (cálculos de perímetros, áreas, volúmenes); maximización del espacio; conversión de unidades de medida; cálculos aritméticos erróneos, incompletos o duplicados; maximización (minimización) de materiales o utilidades; no contemplar situaciones que podrían presentarse con la forma o tamaño en que se presentan los materiales, entre otros errores.

Por otra parte, las dificultades en el desarrollo del tema de cálculo de presupuestos, según los docentes citados, tiene que ver con habilidades como la comprensión y análisis de la situación, así como la contextualización de esta; dificultad en la resolución de problemas o en el hallar estrategias que les permitan encontrar la solución correcta; la toma de decisiones; trabajo colaborativo; iniciativa; entre otras habilidades o competencias que no se deben desarrollar sólo en una asignatura específica, sino que se deberían implantar en todas las asignaturas, tal como lo indican la Política Educativa y la Política Curricular vigentes en el país.

Al respecto de lo anterior, en la Política Educativa actual (MEP, 2017), cuyo propósito le da nombre: “La persona: centro del proceso educativo y sujeto transformador de la sociedad” se busca, entre otras habilidades, que:

Los procesos educativos de calidad privilegiarán la centralidad del aprendizaje de la persona estudiante con el fin de asegurar competencias que propicien la comprensión, expresión e interpretación de conceptos, pensamientos, sentimientos, hechos y opiniones, para permitirle a la persona estudiante interactuar en forma provechosa en todos los contextos posibles.  
(p.12)

En concordancia con lo que dice la Política Educativa, el Programa de Estudios de Matemática (2012) indica que el generar la competencia matemática:

No sólo apuntala una relación privilegiada de las Matemáticas con los entornos reales (busca que incidan en el mundo), sino además se asocia con

la resolución de problemas en el sentido general de esa expresión: favoreciendo capacidades estudiantiles para plantear y diseñar estrategias para resolver problemas, lo que es posible de impulsar también en varias otras materias educativas. De distintas maneras cada individuo se enfrenta a problemas en diversos contextos existenciales, y todas las asignaturas escolares podrían tener la resolución de problemas como una estrategia, aunque por supuesto con instrumentos diferentes. (p. 23)

Como puede observarse en las citas mencionadas anteriormente, el punto clave y común en ambos textos, es el desarrollo de habilidades y competencias en el estudiante, que están relacionadas no sólo con la inserción exitosa en el mercado laboral, sino también con aspectos relacionados con el diario vivir de la persona: el enfrentarse a diferentes situaciones y problemas y ser capaz de dar una solución viable y adecuada a dichas situaciones; además, se resalta la idea de que una forma de generar estas habilidades y competencias, está relacionada con la integración de estrategias y conocimientos en diferentes asignaturas y áreas del conocimiento. A partir de este punto, cobra fuerza la idea que se pretende desarrollar en el presente trabajo: el fortalecimiento de competencias matemáticas en la especialidad de Dibujo Arquitectónico.

Por otro lado, a nivel internacional, organismos como la OCDE (2005) indican que el desarrollo de habilidades o competencias se entiende como:

La capacidad de los alumnos para aplicar conocimientos y habilidades, y para analizar, razonar y comunicarse con eficacia cuando plantean, resuelven e interpretan problemas relacionados con distintas situaciones. Se mide de un modo continuo, no como algo que una persona tiene o no tiene. (p. 23)

Por lo tanto y según lo comentado anteriormente, las competencias matemáticas no deben desarrollarse sólo en la lección de Matemática, sino que constituyen un aspecto importante por tomar en cuenta en las diferentes asignaturas, pues permiten al individuo enfrentarse a diferentes situaciones y buscar la solución a la misma desde su aprendizaje (formación integral).

En lo expuesto anteriormente, radica la importancia de esta investigación, la cual busca analizar qué competencias matemáticas deben fortalecer los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles, por medio de la realización de una estrategia de aprendizaje. Para ello, se debe determinar, en primer lugar, las competencias matemáticas en las que los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico presentan deficiencias, para así fortalecerlas de manera que les permita desarrollar otras habilidades matemáticas y con esto, disminuir el error en el cálculo de presupuestos de obras civiles y como consecuencia mejorar el rendimiento de estos.

### **1.3 Preguntas.**

1.3.1. ¿Cuáles son las principales competencias que deberían desarrollar los estudiantes en el área de Matemática, que podrían facilitar la comprensión del tema de Presupuesto de Obras Civiles, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico?

A partir de la pregunta anterior, se desprenden las siguientes.

1.3.2. ¿En cuáles competencias matemáticas presentan dificultad los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?

1.3.3. ¿Qué competencias se deberían fortalecer, por medio de una estrategia de aprendizaje, para facilitarle al estudiante la comprensión del tema de Presupuesto de Obras Civiles?

### **1.4 Tema.**

“Competencias matemáticas que deben fortalecer los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles”.

## **1.5 Objetivos.**

### **1.5.1 Objetivo general.**

1.5.1.1. Analizar las competencias matemáticas logradas por los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

1.5.1.2. Diseñar un conjunto de acciones estratégicas para el fortalecimiento de las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

1.5.2.1. Identificar las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles.

1.5.2.2. Determinar las competencias matemáticas que deben fortalecerse de acuerdo con las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año, de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles.

1.5.2.3. Elaborar talleres de estrategias de aprendizaje de las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año para la elaboración de presupuestos de obras civiles, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

## **1.6 Justificación.**

En la actualidad, en la era de la sociedad del conocimiento, se podría pensar que no hay excusa para no aprender, pues la información se tiene a la disposición, casi de inmediato, como en ninguna otra era había sucedido antes. Sin embargo, a pesar de que los estudiantes poseen este acceso casi ilimitado a los contenidos, no saben cómo procesar tanta información o cómo encontrarle sentido a la misma. Según las autoras Ayuste, Gros, y Valdivielso, (2012):

El problema al que nos enfrentamos consiste entonces en el de la discriminación inteligente. No podemos procesar toda la información que nos llega. Por consiguiente, necesitamos dotarnos de estrategias que actúen de filtros y nos ayuden a seleccionar la información que es relevante de la que no lo es. Al mismo tiempo que sintetizar, conectar datos e información que pueden provenir de fuentes y disciplinas dispares, y desarrollar visiones globales, se revelan como herramientas altamente ventajosas. (p. 25 – 26)

Por otra parte, complementando el párrafo anterior, Morín (2011, citado en Ayuste, y otros) indica: “Epistemológicamente, se trata de substituir el paradigma que impone conocer por disyunción y reducción por un paradigma que exija conocer por distinción y conjunción”. (p. 26)

Así como lo mencionan los autores, al tener al alcance tanta información, las personas no saben cómo procesarla, interpretarla, analizarla o contextualizarla, de ahí que deben desarrollar habilidades que les permitan sintetizar la información y apropiarse de ella para lograr el conocimiento. Y es precisamente, la asignatura de matemáticas, en una de las cuales se presenta problemas de comprensión y procesamiento de la información por parte de los estudiantes, de ahí que sea de suma importancia analizar qué competencias matemáticas deben fortalecer los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para que, de esta manera, se les facilite la comprensión del tema de Presupuesto de Obra.

Algunas de las habilidades o estrategias a las que se refieren las autoras mencionadas se conocen como competencias, las cuales propician, entre otras habilidades, la formación integral del estudiante. En esto concuerda Zarzar (2015), al indicar:

...que una competencia es la demostración de una capacidad; y que una capacidad consiste en el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, hábitos, actitudes y valores que capacitan a una persona para hacer algo bien hecho. De esta forma, el enfoque por competencias permite integrar todos los componentes de la formación integral en función de una o varias

actividades particulares. Ya no vemos por separado los contenidos informativos, sino en función de su utilidad para un desempeño exitoso; ya no vemos por separado el desarrollo de habilidades y destrezas, sino en función de su utilidad para un desempeño exitoso; ya no propiciamos o fomentamos “en el aire” una serie de hábitos, actitudes y valores, sino en función de que se demuestren al momento de desarrollar determinada actividad. (p. 72)

Como lo menciona Zarzar (2015), por medio de una competencia, el estudiante es capaz de demostrar no sólo conocimiento, sino también habilidades, destrezas, actitudes o valores que le permitan realizar algo de forma correcta. Así, se busca desarrollar competencias matemáticas en el estudiante de Dibujo Arquitectónico, las cuales le permitan realizar correctamente cálculos de presupuesto de una obra.

Por otro lado, además de la importancia que tiene el desarrollo de competencias en los estudiantes, como herramienta en la consecución del aprendizaje, es importante rescatar que todos los autores mencionados anteriormente coinciden en la idea de que los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas que componen un plan de estudio no deben verse de forma aislada, sino que, por el contrario, de forma integrada, lo que fomenta el aprendizaje significativo.

En Costa Rica, desde hace ya varios años, se viene fomentando el aprendizaje por competencias. A nivel del Ministerio de Educación Pública, se implantó en primera instancia en las diferentes especialidades técnicas que se imparten. Actualmente, se pretende que la enseñanza enfocada en el desarrollo de competencias se generalice a todas las asignaturas que componen las diferentes modalidades educativas que ofrece este Ministerio. Lo anterior, se puede visualizar de forma más puntual tanto en la Política Educativa (2017), como en la Política Curricular (2016). En esta última se menciona:

Las habilidades son capacidades aprendidas por la población estudiantil, que utiliza para enfrentar situaciones problemáticas de la vida diaria. Estas se adquieren mediante el aprendizaje de la experiencia directa a través del modelado o la imitación, por lo que trasciende la simple transmisión de

conocimiento, lo cual promueve la visión y formación integral de las personas, de cómo apropiarse del conocimiento sistematizado para crear su propio aprendizaje. (p. 28)

El texto anterior se refiere a la importancia que juega actualmente la reforma curricular que se propone, en función de dotar al individuo de habilidades que le permitan enfrentarse al mundo donde se desenvuelve. Dicha propuesta se basa en lo propuesto en el documento “Competencias del Siglo XXI” (2014), elaborado por la Fundación Omar Dengo (FOD), en el cual, se hace referencia a las competencias del siglo XXI como: “las destrezas, conocimientos y actitudes necesarios para enfrentar exitosamente los retos de esta época, y que nos invitan a reformular nuestras principales aspiraciones en materia de aprendizaje y a hacerlas más relevantes para esta nueva era”. (p. 11).

En síntesis, el desarrollo y fomento de competencias en estudiantes es indispensable en la época actual, no sólo a nivel de las políticas dictadas en el país en materia educativa, sino también, por las exigencias internacionales.

Ligado al aprendizaje por competencias, viene el concepto de aprendizaje integral, el cual, como lo indican los autores citados anteriormente, requiere de ver el aprendizaje como un conjunto de conocimientos que se adquieren si la enseñanza se observa como un todo, ya no como asignaturas aisladas, sino como una integración de estas para lograr un aprendizaje específico.

Así lo confirma Roegiers, (2010):

En la actualidad no se plantea ya la pregunta de saber si hay que integrar o no diferentes disciplinas. La complejidad de las situaciones que deben resolverse, tanto en la vida cotidiana como en el terreno profesional, a menudo es tal que parece ineluctable un enfoque interdisciplinario o transdisciplinario en ciertos momentos del aprendizaje. (p. 92)

Tal como lo afirma Roegiers (2010), la integración de disciplinas en la actualidad no parece ser una cuestión de elección, es decir, si se desea se hace, si no se desea no se hace, sino que se ha transformado en una necesidad, la cual le permite al

individuo enfrentarse y adaptarse a las situaciones que se le van presentando, no sólo en su vida laboral, sino en todos los ámbitos en los que se desenvuelve: laboral, social, cultural, político, económico, entre otros.

Es así, como en esta investigación se pretende la integración de dos disciplinas que, a pesar de haber estado unidas desde sus inicios, (la Matemática y la Arquitectura), como lo expresa Ruiz (1961): "...el nacimiento de la geometría se debe a las necesidades del arquitecto, del astrónomo, del agrimensor, ... el camino va de lo concreto a lo abstracto, de la construcción a la geometría..." (p. 177), en algunos currículos se tienden a ver como asignaturas separadas, (tal es el caso de la especialidad de Dibujo Arquitectónico impartida por el MEP en centros educativos técnicos y la asignatura de Matemática, las cuales se imparten de forma desligada una de la otra).

Una manera de unificar dichas especialidades es la que se propone en esta investigación, la cual busca crear una estrategia didáctica que permita a los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico fortalecer competencias matemáticas en la elaboración de presupuestos de obras civiles, en el nivel de 11º año de dicha especialidad.

Como se mencionó en párrafos anteriores, tanto la Política Educativa como la Política Curricular vigentes promueven el aprendizaje por competencias y, parte de los objetivos que este nuevo modelo de enseñanza pretende en Costa Rica es promover la integración del conocimiento, de forma tal que el estudiante, no adquiera el conocimiento de forma aislada o sin sentido, sino que, por el contrario, adquiera un aprendizaje significativo por medio del entendimiento de las asignaturas integradas como un todo, que finalmente, es esto lo que realmente va a utilizar al enfrentarse al mundo profesional y personal.

En palabras de la anterior Ministra de Educación (periodo 2014 – 2018), Sonia Marta Mora Escalante, al presentar la Política Curricular (2016): "Educar para una Nueva Ciudadanía", las cuales expresa en este documento, al referirse al individuo que se pretende alcanzar por medio de los cambios curriculares en la educación costarricense:



Una persona capaz de trabajar con otras, con pensamiento holístico, que se reconecte con el arte, la cultura y las tradiciones, que piense y contextualice lo local y lo global, conocedora de los grandes desafíos de nuestro tiempo, que valore la naturaleza y contribuya a reproducirla; una persona con inteligencia emocional y espiritual, que piense integralmente. (p. 3)

Esto es precisamente lo que se desea lograr: una formación holística, por medio de la cual, los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, piensen de forma integral, unificando el conocimiento matemático con el conocimiento arquitectónico, por medio del fortalecimiento de habilidades y competencias, lo que les permita desarrollar de forma exitosa, no solo el cálculo de presupuestos de obras civiles, sino también, que sean capaces de utilizar esas herramientas que se les brindarán, para su vida, de tal manera que sean capaces de adaptarse a los cambios que se presentan en la sociedad actual.

### **1.7 Estado de la cuestión.**

Existen diferentes tipos de investigaciones sobre la educación técnica en el ámbito educativo, tanto a nivel nacional como internacional, sin embargo, los estudios se enfocan en la evaluación por competencias, sobre todo laborales, que deben poseer los estudiantes egresados de especialidades técnicas y no se encuentra ningún estudio que haga referencia, específicamente, al fortalecimiento de competencias matemáticas en los estudiantes, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.

Por otro lado, en cuanto al tema de competencias matemáticas se refiere, de igual manera, no se encuentran estudios que lo relacionen con otras especialidades, únicamente, en los textos analizados, se indica que se debe buscar la integración de dichas competencias con el aprendizaje de otras asignaturas o especialidades.

Por lo tanto, a continuación, se hace referencia a algunos documentos que, si bien es cierto, no tratan los temas específicos que se desea desarrollar en esta

investigación, sí toman en cuenta algunos de los aspectos que se desarrollarán en ella.

La búsqueda y análisis de dichos documentos se realizó en mayor medida en la web, consultando fuentes de información, bases de datos académicas, búsquedas y operadores, además de las consultas en bibliotecas, tanto físicas como virtuales del Instituto Tecnológico de Costa Rica y de la Universidad de Costa Rica.

Por otro lado, dado que la relación existente entre la Matemática y la Arquitectura es innegable, ya que esta se remonta a miles de años de atrás, a continuación, se expone los antecedentes divididos por categorías. En primer lugar, se presenta un breve recuento de los aspectos comunes que han presentado ambas disciplinas a lo largo de la historia; a partir de esta relación histórica, se realizan estudios e investigaciones a nivel internacional y, finalmente se comenta sobre las investigaciones y trabajos realizados en Costa Rica acerca de este tema.

### **1.7.1 Antecedentes históricos**

La relación que se establece entre las Matemáticas y la Arquitectura se remonta a miles de años atrás, como lo plantea Calcerrada (2013):

Hay un paralelismo innegable entre las concepciones matemáticas y el pensamiento arquitectónico: la geometría euclidiana, configurando el ser sensible según dimensiones mensurables y precisas, acompaña a la sensibilidad griega. Si Leibniz no hubiera trabajado en el Cálculo Integral y no se hubiera desarrollado la Geometría Descriptiva, Guarini no hubiera podido construir la cúpula de San Lorenzo en Turín. Sin la cuarta dimensión del cubismo, surgida de la revolución de la Física contra la concepción absoluta de Newton y de la convergencia declarada por la ciencia moderna de las entidades espacio y tiempo, junto con la contribución de Einstein al concepto de simultaneidad, no habría tenido Le Corbusier la idea de igualar las cuatro fachadas de la Ville Savoie, rompiendo la distinción entre fachada principal, laterales y posterior, implícita en la representación en perspectiva, donde el punto de vista establece una jerarquía... (p. 2)

De lo expuesto arriba por Calcerrada (2013), se muestra que tanto la Arquitectura como la Matemática han acompañado al ser humano en el desarrollo de la civilización, sin embargo, no es posible determinar cuál surge a partir de la otra, pues la construcción de obras estructurales se sistematiza sobre la relación entre las disciplinas mencionadas.

Para Ruiz (2001), "...el nacimiento de la Geometría se debe a las necesidades del arquitecto, del astrónomo, del agrimensor..." (p. 177). Es decir, Ruiz establece que la relación entre matemática (en particular la Geometría) y la Arquitectura se debe a que la primera surge para solventar las necesidades que genera la segunda.

Si los inicios de la Geometría formal se atribuyen al matemático griego Euclides en el 300 A.C. aproximadamente, con la elaboración de su importante y conocida obra "Los Elementos", (donde expone los conceptos y teoremas básicos de la Geometría), se podría pensar entonces, que en una época similar se empiezan a forjar las bases de la Arquitectura, tal y como se conoce hoy.

En particular, para los efectos del presente proyecto no interesa cuál disciplina surge a partir de la otra o si tienen nacimientos simultáneos en el tiempo, como opinan algunos de los autores mencionados, lo que interesa es fortalecer esa relación que de por sí, existe desde hace siglos entre estas disciplinas, como lo confirman los autores citados anteriormente.

Si se investiga en épocas más recientes, tratando de encontrar la relación existente entre la Matemática y la Arquitectura, se puede indicar que el avance en ambas ramas del conocimiento fue muy poco después de Euclides, pasando muchos siglos para tener noticias al respecto. Bien lo menciona Ruiz (2001) cuando en su escrito, De Geometría y Arquitectura, indica:

En los últimos siglos del Imperio Romano se pierde toda pista documental del desarrollo de la geometría, que se reduce a aquellas cuestiones más elementales de los Elementos de Euclides y algunas enseñanzas de la escuela pitagórica con mayor atención al carácter simbólico de los números que a sus posibilidades de cálculo. En el comienzo de la alta Edad Media

eran pocos los que podían dedicarse al estudio y desde luego quedaba fuera del alcance de los artesanos y profesionales de la construcción. (p.24).

Ruiz (2001) realiza una cronología de la historia entre la matemática y la arquitectura, donde indica la relación que se da entre estas disciplinas a través de los siglos y las diferentes etapas que intervienen en esta relación: Medieval – Gótica, Renacentista, Edad Moderna y Edad Clásica. Es en estas épocas donde tanto la Matemática como la Arquitectura se formalizan; empiezan a trabajar en conjunto, ya no basados sólo en los conocimientos geométricos, sino también en otras áreas de la Matemática. Sin embargo, el arquitecto de esta época se empieza a ver más como un artista, encargado de diseñar y el ingeniero vela toda la parte estructural, (matemática). Así lo menciona Calcerrada (2013):

En nuestros días ha desaparecido prácticamente la figura del arquitecto que reúne a la vez las figuras del artista, del geómetra y del calculista. Hoy los cálculos se dejan para el ingeniero, el verdadero técnico en el manejo de estructuras; el geómetra simplemente ha desaparecido de este escenario, y son protagonistas el hecho de la edificación el arquitecto-compositor que diseña los planos, (al cual es de esperar no le sea totalmente ajeno el Arte) y el responsable de que el constructor realice fidedignamente lo que fue previamente proyectado, es decir, el Arquitecto Técnico. Esta organización es del todo eficaz, pero resta una oportunidad a la unidad orgánica del resultado. (p.13)

Sin embargo, poco a poco, los arquitectos y especialistas en esta materia han detectado el error que se ha cometido al desligar a los jóvenes arquitectos del conocimiento matemático tal y como lo poseían anteriormente, por lo que en los últimos años se intenta ligar nuevamente estas dos disciplinas. Guggenheimer (1977, citado en Calcerrada, 2013) expresa: “He encontrado la fuerza esencial de la geometría y temo que nuestros jóvenes hayan sido privados demasiado tiempo de este placer” (2013, p. 14).

Actualmente, sobre todo a nivel internacional, se valora mucho la importancia de comprender lo estrechas que deben trabajar estas disciplinas. Es por esta razón,

que a continuación se mencionan algunos de los pocos estudios y documentos actuales, relacionados con el tema que se pretende desarrollar en esta investigación.

### **1.7.2 Antecedentes Internacionales**

Como se indicó anteriormente, no ha sido posible encontrar estudios relacionados específicamente con el fortalecimiento de competencias matemáticas en el cálculo de presupuesto de obra, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Por lo tanto, se menciona a continuación algunos de los documentos recientes que contemplan en su desarrollo temas relacionados, con la educación técnica, el dibujo arquitectónico y competencias.

En el 2006, en Monterrey, México, Cárdenas publica su ensayo titulado: “Educación Técnica: empleo y desarrollo”, en el cual intenta resaltar la importancia que se le ha dado en su país a la educación técnica y al papel que juega en el desarrollo del país, al mejorar la situación del empleo local. En relación con el presente trabajo, se mencionada en las páginas introductorias que la educación técnica en Costa Rica se concibe como un pilar fundamental para la inserción de hombres y mujeres en el mercado laboral, de ahí la importancia de que cuenten con las herramientas básicas para que dicha inserción sea exitosa.

Por otro lado, en Argentina, la autora Alles, en su libro titulado “Desarrollo del Talento Humano: basado en competencias” (Argentina, 2005) indica que existe una creencia a cerca de las competencias, en el sentido de que muchos estudiosos piensan que la persona las posee o no las posee; sin embargo, ella plantea que se pueden implantar diversos métodos para que sea posible desarrollar dichas competencias en el individuo, ya sea dentro del trabajo, fuera de él o por medio del autodesarrollo de dichas competencias. Si bien es cierto, este trabajo de Alles, pretende fortalecer el talento humano en general, presenta un aspecto clave en esta investigación: el fortalecimiento de competencias.

Uno de los documentos analizados que se aproxima un poco más a lo que se pretende desarrollar en este trabajo es el de Lozada, (2016), el cual se titula:

“Errores en el entendimiento y uso del lenguaje matemático, en estudiantes de ingeniería”, el cual presenta para optar por el título de Doctora en Educación, en la Universidad de Puerto Rico. En dicha investigación se pretende visualizar los errores que comenten los estudiantes a causa del uso incorrecto y el poco entendimiento del lenguaje matemático, en las carreras de Ingeniería.

La investigación anterior es relevante, en el sentido de que desarrolla una de los procesos matemáticos que se pretende estudiar en el presente trabajo: la comunicación, el cual se analizará con más detalle en el siguiente capítulo.

En Europa, diferentes investigadores han realizado aportes en temas similares al problema planteado en este trabajo. Alba (2016) presenta el artículo: La enseñanza de la Arquitectura. Iniciación al aprendizaje del proyecto arquitectónico. La autora de este estudio indica que se debe cambiar la forma tradicional de enseñar arquitectura, la cual está basada en modelos teóricos, donde el estudiante debe resolver casos o problemas casi de forma mecánica. Plantea que el proceso de enseñanza debe ser dirigido al discente, como centro del proceso, de forma que se le den las herramientas para que este cree su propio conocimiento. Además, menciona que la Arquitectura se debe relacionar con otras disciplinas y al estudiante se le debe dotar de procesos que pueda aplicar toda su vida: aprender a mirar, aprender a pensar, aprender a construir, aprender a comunicar y aprender a aprender. (p. 445 - 461)

En este mismo país, en el 2017, Martínez publica el estudio: Educación para la arquitectura. Diseño de un programa de formación para adolescentes sobre conocimientos arquitectónicos y su incidencia en el uso de la ciudad, la edificación y la eficiencia energética. Según Martínez, “resulta obvio, que los conocimientos en arquitectura deben ocupar un espacio importante en la formación desde la infancia, lo que conlleva ineludiblemente la afirmación de que la enseñanza de la arquitectura tiene que llevarse a cabo en los programas escolares de la enseñanza primaria y secundaria”.

Agrega, además: “no podemos prescindir de la arquitectura pues la mayor parte de nuestra vida transcurre en espacios arquitectónicos (abiertos o cerrados): vivienda,

escuelas, bibliotecas, universidad, hospitales, teatros, museos restaurantes, estadios, espacios urbanos, jardines, playas, etc., etc. Nuestra ciudad, nuestro barrio, nuestra casa, el espacio en que vivimos forman parte intrínsecamente de nuestra vida desde que nacemos. Unas veces lo vivimos y en algunas ocasiones lo sufrimos”. (p. 217-222)

Además, se presentan a continuación dos estudios, que desarrollan la relación entre Arquitectura y la Geometría (área matemática). En el primer caso, se tiene: *The importance of parametric touch in contemporary architecture*, por Zafer, S. y Aysun, A. (2015). En este estudio se indica que el cambio en los parámetros utilizados en Arquitectura se usa para manipular e informar el diseño de geometrías y estructuras complejas. Para realizar estas variantes, se utiliza la tecnología. Además, discute la importancia de este tema en la actualidad (p.779 - 786)

Por otro lado, *An Introduction to the Vesica Piscis, the Reuleaux Triangle and Related Geometric Constructions in Modern Architecture*, de Barrallo, J., Gonzalez, F. y Sánchez, S. (2015), es un documento que comienza con una visión general de la historia y la construcción de estas formas geométricas (un símbolo hecho de la intersección de dos círculos del mismo radio y donde el centro de cada círculo se encuentra en la circunferencia del otro) y luego analiza los edificios existentes que las utilizan, antes de discutir diferentes estrategias de diseño para desarrollar nuevos modelos matemáticos basados en diseños antiguos (671-684).

Todos los estudios y documentos presentados anteriormente permiten observar que, en la actualidad, es muy importante el fortalecimiento de la especialidad de Arquitectura y sus diferentes áreas, por medio de la implantación de otras estrategias, técnicas o de la interdisciplinariedad, es decir, no se puede fortalecer de forma individual, pues está relacionada con otras disciplinas de las cuales no se puede desligar.

Finalmente, llama la atención, un libro educativo publicado en el 2002: “Dibujo, matemáticas y tecnologías para vivir en la comunidad de Madrid”, elaborado por Agustín Ortega Cintas, para la Consejería de Educación. En este libro se plantean ejercicios contextualizados a la comunidad de Madrid, los cuales involucran

aspectos arquitectónicos de la ciudad para el planteamiento de ejercicios y problemas.

Nuevamente, en este texto, se resaltan algunos de los aspectos por estudiar en la presente investigación: aplicación de competencias matemáticas en la arquitectura. Si bien es cierto, en dicho texto, lo que se intenta es contextualizar la realidad del estudiante para el aprendizaje de la Matemática, se encuentran implícitos en los problemas que se plantean, aspectos como la formación integral a través de la relación entre diferentes disciplinas, idea que justifica este trabajo.

En otros países se han realizado, además, otras actividades que pretenden el acercamiento entre las disciplinas que se contemplan en este estudio, sin embargo, ninguna de ellas plantea específicamente, el fortalecimiento de competencias matemáticas para la elaboración de presupuestos, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Se mencionan a continuación algunas de dichas actividades.

Por ejemplo, en Madrid BLOGS (2006), refiriéndose a un curso de “formación del profesorado de Matemáticas y Dibujo Técnico de Secundaria”, se menciona:

El Dibujo Técnico y las Matemáticas no solamente tienen muchos contenidos comunes, sino que a veces es difícil, y poco deseable, establecer fronteras entre ellos. Por esta razón, en este curso se presentarán algunos tópicos que abarcan ambas disciplinas, pero tratados desde diferentes perspectivas (2006).

En Cuba, para el 2012, Crespo, Sanabria y Guerra, publican el artículo denominado: *Matemática para arquitectos: convergencias conceptuales y experiencias pedagógicas integradas con Expresión Gráfica*. En él se rescata nuevamente la importancia de unificar la enseñanza de la matemática con la Arquitectura. Se menciona:

La percepción general que tienen los profesores de ambas disciplinas de las acciones realizadas, induce a pensar que han sido experiencias aisladas, unilaterales en su mayoría y no como parte de un sistema planificado, ni consensuado a nivel de los años implicados. Esta problemática ha sido



tratada de alguna manera en los colectivos de las disciplinas Matemática, EGAU y de la carrera.

La concepción de la integración a la que aspira, requeriría tanto, por parte de la dirección de ambas disciplinas, como de la carrera en nuestro Centro, de una valoración más detallada acerca de la calidad y el alcance de la que ha tenido lugar hasta la actualidad y proyectar el trabajo conjunto por realizar por ambas disciplinas para lograr la verdadera integración. (p. 2)

Por otro lado, en este mismo país, en el 2016, se promueve el siguiente taller: VII Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática para Ingeniería y Arquitectura; haciendo evidente de nuevo la integración de ambas especialidades.

También la Facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad de la República en Uruguay promueve talleres para fortalecer los conocimientos de sus estudiantes: “Las superficies cuádricas y su aplicación en la arquitectura”. El documento para este taller fue realizado en el 2016, por Katherine Ancco Encinas. En este se muestra a los estudiantes cómo realizar obras arquitectónicas, con formas hiperbólicas, elípticas, parabólicas, entre otras cónicas, las cuales han sido estudiadas más a fondo en el último siglo, lo que ha permitido realizar construcciones que hasta hace tan solo unas cuantas décadas parecía imposible, como la Ópera de Sidney o la Catedral de la Sagrada Familia de Gaudy.

En Argentina, en el 2017, se publica el libro “Enseñanza de matemática para arquitectos y diseñadores”, del autor Hernán Santiago Notolli, el cual relata la relación que ha existido a lo largo de la historia entre la Matemática y la Arquitectura; además brinda una serie de recomendaciones teóricas sobre la enseñanza interdisciplinaria de estas.

Por todo lo mencionado anteriormente, se comprueba que, a nivel internacional, se realizan entonces, varios intentos en diferentes países por unificar criterios, en escuelas de arquitectura como de matemática, para fortalecer ambas especialidades, sin embargo, ninguna de las investigaciones, libros, textos o

actividades analizadas, se relaciona directamente con el tema de la presente investigación.

Siendo así, se procede a analizar bibliografía y otros aspectos desarrollados en Costa Rica, que se relacionan brevemente con el tema de investigación que se plantea.

### 1.7.3 Antecedentes nacionales.

En la biblioteca de la Universidad de Costa Rica, se pudo encontrar la tesis titulada: “El papel de la enseñanza de la matemática en las diferentes especialidades de la modalidad industrial de la educación técnica”, de Lía Nelson y Sandra Schmidt, año 1990.

A pesar de que se hace un intento por relacionar la Matemática con otras especialidades impartidas en colegios técnicos; esta tesis tiene más de 28 años, lo que significa que los programas de dichas especialidades ya son obsoletos y no se adaptan a las exigencias actuales; sin embargo, es el intento más cercano que pudo encontrarse con respecto al tema que se desarrolla en el presente trabajo.

En el Instituto Tecnológico de Costa Rica, se pueden encontrar también documentos relacionados con este tema. Por ejemplo: el documento elaborado por López y Ávila, en el 2001, titulado “Educación basada en normas por competencia”, el cual se justifica en la idea de que la sociedad cambia y evoluciona constantemente, por lo que el individuo debe ser capaz de adaptarse a dichos cambios. A partir de ello, cobra importancia la idea de competencia laboral, la cual consiste no solo en un conjunto de conocimientos teóricos, sino también en el desarrollo de capacidades y comportamientos para el desempeño de una actividad. Este texto al que se hace mención es de gran importancia, pues indica uno de los aspectos hacia los que debe apuntar la educación técnica en Costa Rica: el desarrollo de competencias. A pesar de que este documento se enfoca en competencias laborales, algunas de las que se proponen están ligadas a los procesos que se llevan a cabo para desarrollar la competencia matemática. Por otro lado, dicho documento es tomado como referencia para la actualización de programas de estudio de las especialidades

técnicas que se imparten en el Ministerio de Educación Pública, la cual se gestionó en la primera década del siglo XXI.

Por otro lado, en la Universidad de Costa Rica, se encuentran tesis como la de Camacho (2017), titulada “Prácticas evaluativas basadas en el enfoque por competencias de varias especialidades de la educación técnica costarricense”, la cual analiza, de forma general, las competencias para diferentes especialidades impartidas en el Ministerio de Educación Pública, no así, las competencias matemáticas que se pretende fortalecer con la presente investigación.

También Calderón (2016) presenta una tesis donde se puede visualizar la evolución de la educación técnica en Costa Rica: “Educación Técnica Secundaria Pública en Costa Rica: 1950 - 2014”. En este texto, se enfoca la Educación Técnica desde un punto de vista social.

Finalmente, recientemente publicado, se tiene un libro elaborado por Ruiz (2018), titulado Evaluación y Pruebas Nacionales para un Currículo de Matemáticas que Enfatiza Capacidades Superiores. Este el libro representa un importante avance en lo que se refiere a la evaluación de competencias matemáticas, pues nunca, se había realizado en Costa Rica, un estudio y publicación tan amplios sobre el tema, como se presenta en dicho libro. Así se señala en el prefacio escrito por Briars, D., presidenta de NCTM (2014-2016):

En este libro, Ruiz (2018) ofrece análisis extremadamente valiosos sobre el currículo de Matemáticas, enseñanza y evaluaciones, así como recomendaciones y herramientas específicas para abordar asuntos de pedagogía y evaluación que preparan a los estudiantes para su futuro. Leerlo puede enriquecer el trabajo de investigadores, académicos, diseñadores de pruebas, administradores educativos y docentes comprometidos con un desarrollo de la Educación Matemática de la más alta calidad para todos y cada uno de los niños y jóvenes.

En general, Ruiz (2018) analiza lo estipulado en la Política Educativa, la Política Curricular y los Programas de Estudio vigentes; indica que la evaluación no va de acuerdo con lo que se pretende lograr en estos documentos y ofrece importantes

herramientas para la implantación de los mismos y los procesos evaluativos aplicados al estudiante.

A pesar de la importancia que posee la interdisciplinariedad entre la Matemática y el Dibujo Arquitectónico, de nuevo se demuestra que en la actualidad es poco lo que se estudia sobre la unión de estas disciplinas.

Como se mencionó en páginas anteriores, con la transformación curricular que se ha venido dando en el país en los últimos años, se hace indispensable la unión de distintas disciplinas. Esto es precisamente lo que pretende este trabajo, al promover el fortalecimiento de competencias matemáticas en estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, pues como se pudo comprobar en párrafos anteriores, el tema no ha sido investigado a fondo, se procurará especificar más a fondo en qué consiste dicha temática y el referente teórico que lo sustenta.

# **CAPÍTULO II**

## **REFERENTE TEÓRICO**

En este capítulo se muestran los conceptos y criterios teóricos en que se sustenta el presente trabajo de investigación, donde se desarrollan temáticas relacionadas con el objeto de estudio. Los aspectos que se abordan son: educación técnica, dibujo arquitectónico, competencias matemáticas, presupuesto de obra y estrategias de aprendizaje. A continuación, se realiza una breve reseña sobre dichas temáticas y su implantación en el proceso educativo costarricense.

### **2.1 Educación Técnica.**

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2010, citado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en su informe “Panorama de la educación técnica profesional en América Latina y el Caribe” (2017):

Una definición frecuentemente empleada es la que refiere bajo este término a las modalidades educativas que combinan el aprendizaje teórico y práctico relevante para una ocupación o campo ocupacional específico, distinguiendo entre ETP inicial y continua. La primera incluye a los programas formales de nivel secundario y superior, diseñados para ser impartidos a los jóvenes al inicio de sus trayectorias profesionales y previo al ingreso al mercado del trabajo. La educación continua, por su parte, comprende al resto de los programas, incluida la formación de los empleados en las empresas y la formación orientada específicamente a desempleados. (p.11)

Según lo expuesto anteriormente, la Educación Técnica se refiere a aquella educación académica y técnica, que pretende formar a un individuo y prepararlo para su inserción laboral. Se distingue entre dos tipos de formación: la formal (la cual se imparte por medio del sistema educativo tradicional) y la continua, la cual se puede implantar en el lugar trabajo.

Mientras que, en Costa Rica, el Ministerio de Educación Pública, en su documento “Compendio de ofertas y servicios del Sistema Educativo Costarricense 2016” (2017), indica:

La Educación Técnica resulta un pilar fundamental de formación para el trabajo, promueve el desarrollo social y económico del país, mediante una oferta educativa flexible y dinámica, que propicia la incorporación de hombres y mujeres al campo laboral y promueve en los y las educandos una formación integral y estructurada de manera que al finalizarla se le facilite la incorporación al mercado laboral, crear su propia empresa y/o continuar estudios superiores (p.113)

Es decir, la educación técnica en Costa Rica promueve el aprendizaje continuo en las personas, promoviendo espacios de equidad de oportunidades, tanto a nivel de accesibilidad de la educación como en la inserción laboral, fomentando el desarrollo y formación integral de los costarricenses en vías de disminuir las diferencias de clases sociales, preparándolos para su labor profesional.

La oferta académica de educación técnica regulada por el MEP se imparte en diferentes modalidades: exploración vocacional (para los niveles de 7º, 8º y 9º), técnico en nivel medio de educación diversificada (modalidad diurna), técnico en nivel medio (nocturna) y técnico en el nivel medio (plan dos años). En los tres primeros, el tiempo de formación es de tres años, aproximadamente, compartiendo este espacio con asignaturas del área académica.

Además, los títulos de técnicos medios que ofrece van dirigidos a tres distintos sectores productivos: servicio y comercio (24 especialidades, de las cuales 21 se encuentran activas), industrial (en total 23 especialidades con 22 de ellas activas) y agropecuario (7 especialidades activas).

Cuenta también con un total de 127 colegios técnicos públicos, cinco subvencionados y uno privado, en la modalidad técnica diurna; 12 colegios que ofrecen plan dos años, dos secciones nocturnas de formación técnica y una de educación técnica y diversificada nocturna.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Aprendizaje es otro ente encargado de formación técnica a nivel nacional, el cual está a cargo de lo que según la definición de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) presentada

anteriormente, se denomina, formación continua y profesional, pues brinda este servicio y, además, capacitación a personas mayores de 15 años y a personas jurídicas.

Ofrece incluso servicios en las áreas: agropecuaria, comercio y servicios, industria alimentaria, industria gráfica, mecánica de vehículos, metal mecánico, náutico pesquero, procesos artesanales, electricidad, tecnología de materiales, textil y turismo.

El Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) posee sedes a lo largo y ancho de todo el país, además de 12 centros principales, uno por cada área de servicio que ofrece.

Pero a pesar de que estas instituciones públicas están a cargo de regular el proceso de educación técnica de Costa Rica y que, al parecer, enfocan esfuerzos hacia un mismo horizonte, resulta preocupante saber que “el 50% de la oferta de programas está bajo el control del Instituto Nacional de Aprendizajes y el Ministerio de Educación Pública y el restante 50% está distribuido en instituciones de educación superior privadas, fundaciones de universidades públicas y en institutos privados.” (Marco Nacional de Cualificaciones Educación y Formación Técnica Profesional Propuesta, 2015, p.22).

Lo anterior significa que la mitad de la oferta educativa en Educación Técnica y Formación Profesional en Costa Rica no estuvo regulada por un ente que unificara los programas de estudio de las diferentes especialidades técnicas que se imparten, las titulaciones que se otorgan, el número de horas que se invierte en formación, las exigencias docentes, entre otros. Todo lo anterior, hasta el año pasado, cuando se publica el Marco Nacional de Cualificaciones, el cual pretende unificar la oferta educativa que se brinda en el país y las titulaciones que se otorgan en esta modalidad de sistema educativo.

Por esta razón, algunos organismos internacionales han realizado propuestas a las autoridades costarricenses (y en muchos países de Latinoamérica), en función de mejorar la calidad, la eficiencia y la eficacia con la que se imparte la educación técnica en el país, pues se ha hecho evidente, no sólo a nivel nacional, sino a nivel



internacional, que se hace indispensable realizar cambios, desde las muchas aristas que conforman este sistema educativo. Así se establece en la propuesta inicial del Marco Nacional de Cualificaciones Educación y Formación Técnica Profesional Propuesta, 2015, donde se menciona:

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. (p.3)

Es decir, a pesar del gran avance que se ha dado a través de los años en cuanto a Educación Técnica y Formación Profesional se refiere, Costa Rica debe buscar los mecanismos que le permitan reorganizar su sistema educativo, de tal manera que este sea de calidad, no solo a nivel nacional, sino también a nivel internacional.

Después de realizar este resumen sobre la Educación Técnica en Costa Rica, se hace importante aclarar que el presente trabajo se enfoca en el fortalecimiento de competencias matemáticas para la especialidad de Dibujo Arquitectónico impartida en el MEP, en modalidad diurna.

## **2.2. Dibujo Técnico**

Es la especialidad, por medio de la cual, se diseñan y estructuran obras de construcción, combinando la estética con la parte estructural de una obra. Una definición más amplia es mencionada por Sainz (1990):

Así pues, el dibujo de arquitectura es un campo específico incluido dentro de la esfera más extensa del Arte del Dibujo, considerado éste como una actividad artística autónoma, independiente y que constituye un fin en sí misma. Esta actividad se manifiesta a través de los medios gráficos y es la base del desarrollo de las artes visuales. (p.25)

De la definición anterior se desprende la idea de que la especialidad de Dibujo Arquitectónico es una rama tan extensa de la arquitectura, que se debería enseñar como una disciplina aparte de esta, tal y como lo hacen los colegios técnicos en Costa Rica.

Por otro lado, en el Programa Oficial de Estudios de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, (2009) se indica:

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 darles 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. (p. 14)

De lo descrito anteriormente se concluye que, en el proceso de enseñanza de la especialidad, se pretende dotar al estudiante de habilidades y destrezas que le permitan poner en práctica no solo el conocimiento adquirido, sino también otras tareas complementarias al ejercicio de su especialidad.

Para desarrollar en el estudiante dichas destrezas y habilidades, (como se menciona en el mismo programa de estudio), se pretende que el docente:

Debe fomentar la aplicación de estrategias cognitivas para contribuir a la formación de un estudiante crítico y analítico, tales como: comparación, clasificación, organización, interpretación, aplicación, experimentación, análisis, identificación, discusión, síntesis, evaluación, planteamiento de soluciones entre otras, que contribuyan a la formación de un estudiante crítico y analítico. (p. 15)

De las estrategias cognitivas mencionadas anteriormente, se hace indispensable mencionar que la formación del estudiante en la especialidad de Dibujo Arquitectónico busca desarrollar habilidades muy similares a las mencionadas en el apartado anterior, conocidas también, como competencias matemáticas: análisis

crítico, planteamiento de distintas soluciones a un problema, interpretación, comunicación, entre otras.

Para lograr el desarrollo de las habilidades mencionadas, se toma como referencia el Modelo de Educación basada en Normas por Competencia, del cual se desprenden las siguientes etapas (Programa de Estudios de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico, 2009):

- Detectar y confirmar las necesidades de aprendizaje de los alumnos (evaluación diagnóstica).
- Determinar resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.
- Planear estrategias de enseñanza – aprendizaje con base en el perfil del alumno y los contenidos por desarrollar.
- Diseñar y aplicar los instrumentos de evaluación pertinentes.
- Ejecutar el proceso de mediación pedagógica.
- Evaluar y realimentar el proceso de enseñanza (evaluación formativa y sumativa). (p. 16)

Como se mencionó en el capítulo anterior, las especialidades técnicas ofrecidas en el país se fundamentan en el modelo de educación basado en normas por competencias, el cual pretende, entre otras acciones, mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, en dicho Programa de Estudios, se indica que el Modelo Educativo basado en Competencias propone una nueva metodología, donde:

La enseñanza debe partir de la creación de un ambiente educativo que:

- Permita reconocer los conocimientos previos del alumno
- Se base en las estrategias cognoscitivas y meta cognoscitivas
- Promueva la realización de tareas completas y complejas

El aprendizaje se desarrolla a partir de:

- La construcción gradual del conocimiento.
- La relación de los conocimientos previos con la nueva información.

- Organización de los conocimientos, de modo que resulten significativos para el o la estudiante. (p. 17)

De nuevo se observa cómo la metodología que se pretende implantar en la enseñanza de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico está relacionada con los procesos para el desarrollo de competencias matemáticas, mencionados en el apartado anterior, puesto que, muchas de las competencias laborales que se desea desarrollar se relacionan directamente con el desarrollo de competencias matemáticas.

Para algunos autores y conocedores de esta disciplina, la Matemática se considera una ciencia exacta, cuyos resultados son infalibles e indiscutibles; sin embargo, dichos resultados o procedimientos empleados, no siempre son comprendidos por todos.

Así lo señala Thompson, citado por Vilanova, Rocerau y otros, en el artículo “La educación matemática”: El papel de la resolución de problemas en el aprendizaje (2000):

Existe una visión de la matemática como una disciplina caracterizada por resultados precisos y procedimientos infalibles cuyos elementos básicos son las operaciones aritméticas, los procedimientos algebraicos y los términos geométricos y teoremas; saber matemática es equivalente a ser hábil en desarrollar procedimientos e identificar los conceptos básicos de la disciplina.  
(p. 1)

La Matemática, entonces, se concibe como una asignatura compleja, que requiere de resultados y procedimientos sin errores, los cuales permiten realizar inferencias sobre la realidad que se estudia.

Sin embargo, la Matemática empieza a percibirse como una disciplina con un enfoque un poco diferente. Así lo indican los autores Vilanova, Rocerau (2000) y otros, en el artículo mencionado anteriormente:

Una visión alternativa acerca del significado y la naturaleza de la matemática consiste en considerarla como una construcción social que incluye

conjeturas, pruebas y refutaciones, cuyos resultados deben ser juzgados en relación al ambiente social y cultural. La idea que subyace a esta visión es que "saber matemática" es "hacer matemática". Lo que caracteriza a la matemática es precisamente su hacer, sus procesos creativos y generativos. La idea de la enseñanza de la matemática que surge de esta concepción es que los estudiantes deben comprometerse en actividades con sentido, originadas a partir de situaciones problemáticas. Estas situaciones requieren de un pensamiento creativo, que permita conjeturar y aplicar información, descubrir, inventar y comunicar ideas, así como probar esas ideas a través de la reflexión crítica y la argumentación. Esta visión de la Educación Matemática está en agudo contraste con la anterior en la cual el conocimiento y manejo de conceptos y procedimientos es el objetivo último de la instrucción. (p.1 - 2)

De acuerdo con la definición anterior, la Matemática tiene utilidad en infinidad de áreas y contextos del ser humano, incluso permite explicar eventos o fenómenos integrando a otras ciencias o áreas del conocimiento, a partir del surgimiento de un problema.

Así, tomando en cuenta las definiciones anteriormente mencionadas sobre la Matemática, es importante destacar que, en las últimas décadas, se deja de percibir la Matemática como una disciplina abstracta, para pasar a ser considerada como un área de conocimiento aplicable a muchos otros campos, además de la importancia que cobra la contextualización de esta en la vida social y cultural del estudiante, con el fin de que le encuentre sentido a su aprendizaje.

### **2.3 Competencias matemáticas.**

En este punto, se hace indispensable definir la competencia matemática. Según el Programa Oficial de Estudio de Matemática del MEP (2012), las competencias matemáticas:

Se pueden vislumbrar como metas cognitivas que se desarrollan poco a poco durante toda la formación matemática (y no de una manera lineal), a diferencia de las habilidades específicas asociadas a conocimientos

matemáticos a desarrollar en cortos plazos.....las competencias matemáticas seleccionadas son: Comunicación, Matemización, Representación, Razonamiento y argumentación, El diseño de estrategias para resolver problemas, Utilización de lenguaje simbólico, formal y técnico y operaciones, y Utilización de herramientas matemáticas. (p. 491)

Como se indica en el párrafo anterior, las competencias matemáticas son habilidades que se pueden desarrollar a lo largo de la vida, depende de cada individuo, pero además, es importante rescatar que, al ser metas cognitivas, es posible estimular su desarrollo por medio de distintas actividades.

Por otro lado, la OCDE (2007), citada en el Programa de Estudios de Matemática (2012) define las competencias matemáticas de la siguiente forma: “El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas” (p. 12).

A pesar de que el programa de matemática no propone la evaluación de competencias matemáticas, sí reconoce su importancia y las incorpora en los procesos matemáticos que propone el estudiante utilice para desarrollar su aprendizaje: razonar y argumentar; plantear y resolver problemas; comunicar; conectar y representar.

Lo anterior resulta un poco contradictorio, pues a pesar de que en el país no se evalúa al estudiante por competencias (al menos en las asignaturas académicas, ya que en las técnicas sí), el país permite medir los estándares de calidad de la educación, por medio de las pruebas PISA, las cuales evalúan competencias.

Sin embargo, esta situación está a punto de cambiar, con la aplicación (por primera vez en el país) de las pruebas F.A.R.O. (Fortalecimiento de Aprendizajes para la Renovación de Oportunidades), en el presente curso lectivo (2019), las cuales pretenden medir habilidades en los estudiantes, no sólo en el área matemática sino en las demás asignaturas del área académica.

Es decir, se manifiesta la necesidad de unificar la evaluación tanto del área técnica como del área académica, de modo que el estudiante posea una formación más

integral, que le sirva para la vida, que es lo que pretende la enseñanza por competencias.

El fin de mejorar competencias matemáticas en el estudiante es darle una herramienta para que sea capaz de calcular correctamente presupuestos de obras civiles que, según comentaban los docentes de la especialidad, una de las posibles causas del bajo rendimiento en este tema es la falta del desarrollo de estas.

#### **2.4 Presupuesto de obra civil.**

En términos sencillos se refiere al cálculo del costo que tendrá una obra de construcción para realizarla. En Costa Rica, el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, ente encargado de regular todos los procesos involucrados en la realización de una obra, desde su planificación y diseño, hasta su conclusión, define el presupuesto de un proyecto, en su Reglamento para la contratación de servicios de consultoría en Ingeniería y Arquitectura (2013), como:

Se entiende por presupuesto el trabajo detallado de cálculo que el profesional realiza para determinar el valor de una obra al precio de mercado. Dicho cálculo debe incluir el desglose de las diferentes unidades de obra y sus correspondientes costos directos (materiales, mano de obra, cargas sociales, subcontratos, etc.), así como los indirectos (administrativos, legales, financieros, etc.). (p. 6)

Para la elaboración de dichos presupuestos, los estudiantes de colegios técnicos en Costa Rica deben tener ciertos conocimientos básicos de Matemática, los cuales pretenden apoyar con el desarrollo de competencias; la mayor parte de los conocimientos matemáticos aplicados a la Arquitectura, (a nivel de secundaria técnica), están asociados al área de Geometría, tal y como se puede corroborar en las páginas 38 y 39 del programa de estudios de la especialidad.

Para complementar la definición anterior sobre el cálculo de presupuesto de una obra, se retoma la definición dada por Pardo (aportada en el primer capítulo de este

trabajo, al describir el objeto de estudio), donde se muestra nuevamente la relación de este con el conocimiento matemático. Según Pardo (2010):

La presupuestación es la cuantificación de los diferentes elementos de trabajo y los costos probables asociados a su ejecución. El total de los costos se conoce como Presupuesto de obra y es una cercana aproximación del valor real de la obra. La concordancia entre lo estimado y el valor real dependerá de la precisión de los métodos de estimación utilizados, correcta interpretación del trabajo a realizar y la manera en que se ejecutará.

Según lo expuesto por Pardo (2010), el cálculo de presupuesto de obra requiere de aproximación del valor de dicha obra, lo más cercano de la realidad. Para esto, el estudiante de la especialidad de Dibujo Arquitectónico requiere el dominio de diferentes habilidades matemáticas que, en unión con el conocimiento técnico de su especialidad, le permitan realizar una estimación aceptable del valor de la obra.

De esta manera, se intentará integrar los aspectos mencionados anteriormente (conocimientos técnicos y competencias matemáticas), por medio de la elaboración y aplicación de una estrategia de aprendizaje, la cual se define a continuación.

## **2.5 Estrategia de aprendizaje.**

Para fortalecer competencias matemáticas en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, se utilizará una estrategia de aprendizaje.

Las estrategias de aprendizajes consisten en actividades organizadas, en las que tanto el estudiante como el docente, juegan un papel activo en la construcción del conocimiento. Se dividen en diferentes etapas que promueven la consecución de determinados objetivos de aprendizaje, los cuales toman en cuenta el contexto del aprendizaje.

Según Cascante y Francis (2012), citados por Barrantes (2014): “la estrategia es un conjunto de acciones que se proyectan y se ponen en marcha de forma ordenada para alcanzar un determinado propósito, todo lo que se hace tiene un sentido dado por la orientación general de la estrategia”. (p. 29)



Es importante resaltar de la definición anterior que las acciones las cuales conforman la estrategia no son realizadas o implantadas al azar, requieren de una planificación previa, de forma que el ordenamiento de estas, estén relacionadas entre sí, por medio del objetivo que se desea alcanzar.

En este sentido, Cascante y Francis (2012), de nuevo citados por Barrantes (2014) indican que la estrategia didáctica está formada por los siguientes elementos:

- El contexto en el que se realiza, es decir, el escenario donde se llevará a cabo el proceso formativo.
  - Las intenciones o propósitos que orientan el proceso de aprendizaje.
  - El papel que asumen los y las estudiantes en su proceso formativo. Para ello es fundamental tomar en cuenta sus características personales y nivel de formación.
  - El papel de la persona docente para generar en sus estudiantes experiencias de aprendizaje que posibiliten la construcción de conocimientos.
  - La naturaleza de los contenidos (conceptuales, declarativos, procedimentales y actitudinales), su secuencia, relaciones y jerarquías.
- (p.29)

Según lo anterior, para el presente trabajo, los elementos por tomar en cuenta para desarrollar la estrategia didáctica serían los siguientes:

- Estudiantes de undécimo año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del CTP de Oreamuno.
- Fortalecimiento de competencias matemáticas para la elaboración de presupuesto de obra.
- Según la Política Educativa vigente, el proceso educativo gira en torno al estudiante, por lo que juega un papel fundamental en la construcción de su propio conocimiento; es el principal actor en el proceso educativo. Es así, que se propondrán actividades que promuevan que el estudiante construya su propio conocimiento, a partir de una situación, que resolverá de forma individual o grupal.

- El docente organiza las actividades del proceso educativo, sin embargo, su papel tiende a ser secundario, puesto que propone actividades donde en muchas ocasiones su rol es de observador, otras veces de guía, evaluador y, finalmente, de apoyo al estudiante al ayudarlo a que se desarrolle y finalice todas las actividades propuestas, para que logre su aprendizaje.
- Se utilizarán contenidos matemáticos que el estudiante empleará posteriormente en la elaboración de presupuestos, con el fin de que le permitan desarrollar diferentes competencias, que le servirán no sólo para la especialidad, sino también para enfrentarse al entorno en que se desenvuelve.

A partir lo expuesto anteriormente, se puede concluir que la estrategia de aprendizaje que se desarrollará en el Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, tomará en cuenta, en primer lugar, lo estipulado en la Política Educativa vigente: la persona centro del proceso educativo, es decir, se tomará en cuenta el entorno es que se desenvuelve, de forma tal que se facilite la construcción del conocimiento, a partir de ejercicios planteados por el docente (el cual juega un papel secundario), fomentando la creación del propio conocimiento por parte del mismo estudiante.

# **CAPÍTULO III**

## **REFERENTE**

### **METODOLÓGICO**

En este capítulo se presentan los aspectos más relevantes de la metodología por utilizar. En primer lugar, se explica brevemente el tipo de investigación por realizar, el contexto de dónde se llevará a cabo, el método por utilizar, cómo se recolecta la información y de qué manera se dan las soluciones al problema planteado en el capítulo I.

Se expone además la metodología que se implantará para la realización de la estrategia de aprendizaje y, a partir de ella, la búsqueda del fortalecimiento de competencias matemáticas para el cálculo de presupuesto de una obra civil.

### **3.1 Tipo de investigación.**

#### **3.1.1. La investigación mixta.**

Según Sampieri – Hernández y Mendoza (2008), citados por Hernández, Fernández y Baptista (2014), se definen los métodos mixtos de investigación como:

Un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (Metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p. 534)

Según la definición anterior, los métodos mixtos involucran tanto la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, con el fin de obtener un panorama más completo y amplio sobre lo que se desea investigar, esto a su vez, permite un análisis y conclusiones más significativas sobre el objeto de estudio.

Por otro lado, una definición que complementa la anterior y a la vez la clarifica es la de Villalobos, L. (2017):

...este enfoque representa un conjunto de procesos sistemáticos que tratan de integrar métodos de investigación (cualitativa y cuantitativa). Esto implica al menos utilizar dos métodos: uno cualitativo y otro cuantitativo. En consecuencia, se emplean técnicas cualitativas y cuantitativas para la recolección de datos cualitativos y cuantitativos respectivamente, de forma

diacrónica o sincrónica, para obtener inferencias y lograr un mejor conocimiento del fenómeno social. Este enfoque promueve que los equipos de investigación adopten una posición, abierta, flexible, inacabada, integral y sistémica, donde lo cuantitativo y lo cualitativo se integren. (p. 395)

Es decir, en palabras de Villalobos (2017), la investigación mixta, “asume que no hay un único hecho social que sea únicamente cualitativo o cuantitativo, sino que cada uno representa la cara de una misma moneda” (p. 395). Esto sucede en la presente investigación.

Se utiliza la investigación mixta, debido a que la información que se analizará está compuesta no sólo por datos cuantitativos (grado de deficiencias en competencias matemáticas, en los estudiantes de 11<sup>o</sup> año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico), además de la opinión de los docentes de dicha especialidad (en cuanto a los aspectos en que presentan dificultad los estudiantes, relacionados con competencias matemáticas y la aplicación en el cálculo de presupuestos de obras civiles), es decir, datos cualitativos.

### **3.2 Contexto de la investigación.**

#### 3.2.1. Marco institucional

Nombre de la institución: Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

Ubicación geográfica: Provincia: Cartago, Cantón: Oreamuno, Distrito: San Rafael.

Dirección exacta: 600 metros norte de la plaza de deportes, El Alto de San Rafael.

Modalidad: Público, Técnico Diurno.

Teléfono y número de fax: Tel: 2591-2973 / Fax: 2551-4409

Correo electrónico: [ctp.deoreamuno@mep.go.cr](mailto:ctp.deoreamuno@mep.go.cr)

Nombre del director: Ms. Raúl Miranda Mesén

Número de estudiantes: 402.

### 3.2.2. Plan de trabajo de la Institución.

Debido a que el Plan de Trabajo de la Institución es muy extenso, se mencionan a continuación, algunos de los aspectos de dicho plan que más se relacionan con la presente investigación.

- Establecer una estrecha comunicación con los estudiantes de manera que ellos adquieran conciencia y un alto nivel de compromiso de su responsabilidad para con su educación y formación.
- Establecer y mantener una comunicación fluida con el núcleo familiar de los discentes de manera que sean complemento del compromiso que se requiere en el proceso educativo de sus hijos.
- Planificar estrategias para alcanzar un buen nivel de rendimiento académico.
- Realizar talleres, exposiciones, concursos propuestos por las diferentes especialidades como pueden ser de dibujo, poesía, oratoria, baile popular, ortografía, canto, deportivas, culturales de interés general.
- Ofrecer espacios que propicien la participación de los estudiantes, padres de familia y miembros del personal, logrando así la interacción de los diferentes actores del proceso educativo.
- Promover dentro de las diferentes especialidades talleres, exposiciones, concursos de dibujo, poesía, oratoria, baile popular, ortografía, canto, deportivas, culturales de interés general.
- Determinar las expectativas que poseen los alumnos, padres de familia y demás miembros de la Comunidad con respecto a la modalidad de la Institución de acuerdo con las especialidades que ofrece.
- Analizar los resultados para establecer planes remediales en caso de requerirlo.
- Implementar estrategias para fortalecer la modalidad técnica de la Institución de acuerdo con los requerimientos del mercado laboral.
- Mantener una estrecha comunicación con los padres de familia que se comprometen a estar vigilantes del proceso de formación y educación de sus hijos.
- Ofrecer herramientas tecnológicas e innovadoras a los docentes con el propósito de que pueda ejecutar lecciones creativas y participativas.

### 3.2.3 Antecedentes históricos.

En el 2010 el Consejo de Profesores del Liceo Braulio Carrillo se reúne para crear una comisión con el objetivo de estudiar y analizar el cambio de modalidad de dicha institución, debido a ciertas inquietudes por parte de algunos de los funcionarios, alumnos, padres de familia y algunas personas de la comunidad.

Es a mediados del 2011 cuando un equipo de altos funcionarios del Ministerio de Educación Pública conformado por la Sra. M.Sc. Silvia Viquez Ramírez Viceministra Administrativa, el Ing. Fernando Bogantes Cruz, Director de la Dirección de Educación Técnica y Capacidades Emprendedoras, Sr. Carlos Villalobos Argüello Director de la Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo DIEE, así como el Lic. Adrián Tames Brenes, Director Regional de Educación de Cartago, se presentan al Liceo Braulio Carrillo Colina y se entrevistan con el Sr. Director M.Sc. Francisco Bolaños Rodríguez y algunos miembros de la Junta Administrativa, dan a conocer la noticia de que el Ministerio de Educación Pública ha tomado la decisión de crear un Colegio Técnico Profesional en Oreamuno y el propósito de la reunión es contar con el visto bueno del Director y la Junta Administrativa para hacer uso de la planta física del Liceo Braulio Carrillo Colina para que el nuevo C.T.P. de Oreamuno inicie sus labores el 1 de febrero de 2012.

Así mismo informan a la Junta Administrativa del Liceo Braulio Carrillo Colina que el Ministerio de Educación Pública solicita segregar tres hectáreas del terreno del Liceo Braulio Carrillo Colina para la construcción del C.T.P. de Oreamuno. A lo que manifiestan total anuencia. La infraestructura que se planea construir tiene un valor aproximado a los 1.676.592.322, 77 colones y se perfila como una estructura moderna.

Después de efectuado el trámite, se finiquita una matrícula de 64 alumnos (as) distribuidos por especialidad de la siguiente forma:

Contabilidad	33 alumnos
Dibujo Arquitectónico	14 alumnos
Informática en el Desarrollo de Software	17 alumnos

Para el mes de febrero se realiza la primera reunión de padres, madres o encargados, se contó con la asistencia del siguiente personal: Sr. José Francisco Bolaños Rodríguez, Sra. Rosa Calvo Morales, Sra. Claudia Odio Picado, Sra. Auxiliadora Cedeño Sanabria, Sra. Pamela Vargas Céspedes, Sr. Olger Alpizar Montero y el Sr. José Luis Figueroa Ruíz, así como un total de 57 padres de familia que consignaron su asistencia en hojas de firma. Dentro del orden del día se trataron temas como: la importancia de la creación del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, la metodología de trabajo de IV Ciclo teniendo los niveles de X, XI y XII, además de la elaboración de cómo se conforma una Junta Administrativa. Expuesto lo anterior se procede a conformar las cinco ternas para la futura Junta Administrativa del C.T.P. de Oreamuno. (Colegio Técnico Profesional de Oreamuno. Plan Anual de Trabajo 2015).

El curso lectivo 2013 se inicia en la casa de habitación de don Carlos Barrientos ubicada al costado norte de la Ferretería Iztarú, con una matrícula total de 187 estudiantes, distribuidos en tres niveles, Décimo, Undécimo y Plan a Dos Años. A mediados de este año, se estrena la infraestructura del Colegio Técnico Profesional.

### 3.2.4 Tipo de institución

El Colegio Técnico Profesional de Oreamuno es un centro educativo de IV Ciclo, institución de carácter público dedicada a impartir la Educación Diversificada, con estructura curricular técnica.

Esta Institución ha de enfocar sus esfuerzos en la atención prioritaria de los jóvenes estudiantes para una exitosa incursión en el campo laboral sin desvalorizar la importancia de continuar su proceso de formación profesional de manera que continúen sus estudios a nivel superior, ya sea en el campo propio de la especialidad obtenida o de cualquier otra.

#### 3.2.4.1 Misión.

“Somos una institución enfocada en la formación integral de técnicos medios y bachilleres en educación media, que promueve la inserción en el mercado laboral”.



#### 3.2.4.2. Visión.

“Ser un centro líder en la formación de estudiantes con mentalidad triunfadora, pasión por el aprendizaje y compromiso con la excelencia”.

#### 3.2.4.3 Política educativa de la Institución

- Asegurar que los estudiantes aprendan lo que es relevante y aprendan bien.
- Lograr que los estudiantes aprendan a saber cómo vivir.
- Desarrollar capacidad productiva y emprendedora.
- Promover el desarrollo sostenible y un estilo de vida saludable.
- Garantizar el derecho a la educación igualitaria.
- Elevar sistemáticamente la calidad de los recursos humanos en el sistema educativo.
- La evaluación no es un análisis, sino un instrumento de cambio.
- Tener la infraestructura y el equipo adecuados para los estudiantes.

### **3.3 Finalidad y alcance de la investigación.**

El fin de este trabajo de investigación consiste en mejorar el aprendizaje de los estudiantes que cursan el nivel de undécimo año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico; para esto se elaborará un taller que busca fortalecer competencias matemáticas que el estudiante debe dominar a la hora de realizar el cálculo de presupuestos en dicha especialidad. Este proyecto se realizará, como se mencionó antes, en el Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

Al mejorar el rendimiento de los estudiantes de Dibujo Arquitectónico se busca no sólo que los estudiantes estén preparados para presentar una prueba de conocimientos técnicos como lo solicita el MEP, al finalizar sus estudios en el Colegio Técnico, sino también se pretende que se preparen para la vida, pues con el desarrollo de competencias matemáticas, se busca estimular la resolución de problemas, toma de decisiones, reconocimiento y ubicación del espacio entre otros.

Al respecto, el Programa de Matemática del MEP (2012), cuando introduce el tema de Geometría para el ciclo diversificado, manifiesta:

Los conceptos, procedimientos y propiedades en estos temas poseen grandes aplicaciones en la vida cotidiana, provocando el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas estrechamente con la visualización, ubicación y movimiento en entornos, algo muy útil en artes gráficas, arquitectura, artesanía o simplemente en la manipulación ordinaria de las cosas que se encuentran dentro del espacio físico en el que se mueven las personas. (p. 385)

Es decir, al fortalecer este tipo de competencias en el estudiante, se le está preparando para que en un futuro pueda enfrentar y resolver no sólo los retos que se le presentan a nivel profesional, sino también en su diario vivir.

Por otro lado, una de las funciones en las que se debe empoderar el arquitecto, es el cálculo correcto del costo de una obra, pues de lo contrario, podría perder credibilidad en el ejercicio de su profesión, además que, un cálculo correcto de costos evita desperdicios o faltantes de materiales en una obra, así como también podría aumentar o disminuir los costos de esta (A. Salguero y D. Quirós, comunicación personal, 23 de mayo de 2018).

Por otro lado, este trabajo se llevará a cabo con la ayuda de estudiantes del nivel de undécimo año, así como con el aporte que puedan realizar los(as) docentes de dicha Institución en la especialidad mencionada, durante el curso lectivo del 2019, periodo en que se realizará el diagnóstico y se implantará el taller en la Institución.

El alcance de esta investigación es, por lo tanto, verificar si el fortalecimiento de competencias matemáticas está relacionado con la mejora en el rendimiento y comprensión del tema de cálculo de presupuestos de obras civiles en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, es decir, si a mayor dominio de competencias matemáticas por parte del estudiante, mayor rendimiento tendrá en la especialidad; a menor dominio de competencias matemáticas, menor rendimiento en el tema mencionado.

### **3.4 Diseño de investigación.**

El diseño utilizado, básicamente, en esta investigación será el diseño integral triangulado (DITRI), el cual, según Villalobos (2017), se caracteriza por los siguientes aspectos:

.... la integración ocurre en los datos (cuantitativo y cualitativo) lo que permite obtener nuevos conocimientos científicos del hecho social de naturaleza mixta.

... El grado de integración intermétodo de un DITRI es mediano, en el marco de una misma investigación. Primero se implementa cada uno de los métodos (cuantitativo y cualitativo), de manera independiente y con un mismo propósito. Segundo, mediante la triangulación intermétodo, se encuentra la posible convergencia o divergencia de los resultados obtenidos de cada método (cuantitativo y cualitativo). (p. 415 - 416)

De lo descrito anteriormente, se desprende que la investigación intenta dar respuesta a un fenómeno específico: el dominio de competencias matemáticas en los estudiantes de undécimo año del CTP de Oreamuno en el cálculo del presupuesto de obras, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, desde dos perspectivas diferentes: la del docente (cualitativo) y la del estudiante (cuantitativo - cualitativo).

Específicamente, el diseño de triangulación concurrente (DITRAC), como también se le conoce, se lleva a cabo de la siguiente manera (Hernández, Fernández y Baptista, 2014):

De manera simultánea se recolectan y analizan datos cuantitativos y cualitativos sobre el problema de investigación aproximadamente en el mismo tiempo. Durante la interpretación y la discusión se terminan de explicar las dos clases de resultados, y generalmente se efectúan comparaciones de las bases de datos. Éstas se comentan de la manera como Creswell (2013a) denomina “lado a lado”, es decir, se incluyen los resultados estadísticos de cada variable o hipótesis cuantitativa, seguidos por categorías y segmentos

(citas) cualitativos, así como teoría fundamentada que confirme o no los descubrimientos cuantitativos. Una ventaja es que puede otorgar validez cruzada o de criterio y pruebas a estos últimos, además de que normalmente requiere menor tiempo para ponerse en marcha. (p. 557)

Así, según lo anterior, se intentará verificar si el fortalecimiento de competencias matemáticas en estudiantes de undécimo año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, está relacionado con el cálculo correcto de presupuesto de obra, desde dos aristas distintas: la opinión del docente y el desempeño del estudiante.

#### 3.4.1 Población de información.

En esta investigación, con el fin de analizar qué competencias matemáticas se deben fortalecer los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles y, por ende, la elaboración de una estrategia de aprendizaje mediante talleres, se trabajará con los estudiantes y los docentes de dicha especialidad.

El grupo completo de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, está compuesto por 21 estudiantes, quienes brindarán información por medio del diagnóstico por aplicar, con el propósito de identificar cuáles competencias matemáticas deben fortalecer dichos estudiantes, además que serán los participantes en el taller que tiene como fin fortalecer dichas competencias matemáticas y procurar facilitar el cálculo de presupuestos en la especialidad que cursan.

Igualmente, se tomará la opinión de los dos docentes de Dibujo Arquitectónico de dicha Institución, con el fin de que ayuden a identificar la carencia en competencias matemáticas de sus estudiantes, que podrían estar afectando el rendimiento de estos en la especialidad.

### 3.4.2 Muestra

Para Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M., (2014), la muestra se define como:

Un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población (en el sentido de la validez externa que se comentó al hablar de experimentos). El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa. (p. 173)

De lo expuesto anteriormente, la muestra debe ser un grupo que represente a la población, es decir, que tenga características comunes a la población que se desea estudiar. Siendo así, como se mencionó en el apartado anterior, la población para esta investigación se considera como los estudiantes del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno que cursan la especialidad de Dibujo Arquitectónico y los dos docentes de la especialidad. Al estar formada esta población por un número pequeño de personas, se decide entonces trabajar con la población completa, por ello, para el presente trabajo, la muestra es igual a la población, puesto que, de la población total de estudiantes que asiste al Colegio Técnico Profesional de Oreamuno (427 estudiantes), sólo 22 de ellos, cursan el nivel de undécimo año en la especialidad antes mencionada, la cual es la que interesa analizar, en el nivel de 11º año específicamente, es decir, la muestra es elegida por conveniencia.

### 3.4.3 Categorías: descripción conceptual y operacional.

Lo que interesa en esta investigación es fortalecer las competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, de forma tal que aumente su destreza a la hora de elaborar presupuestos de obras civiles. Siendo así, la variable a analizar serían las competencias matemáticas necesarias que se requiere posea un estudiante en la especialidad de Dibujo para el realizar el cálculo de presupuestos.

### **3.6.1 Competencias matemáticas.**

#### 3.6.1.1 Definición conceptual.

En la actualidad, las competencias se reconocen como habilidades que posee una persona para realizar una tarea en específico. En el caso de las competencias matemáticas, estas habilidades involucran diferentes procesos mediante de los cuales se obtiene el conocimiento. Así se establece en el Programa de Estudios de Matemática (MEP, 2012): "...se pueden vislumbrar como metas cognitivas que se desarrollan poco a poco durante toda la formación matemática (y no de una manera lineal), a diferencia de las habilidades específicas asociadas a conocimientos matemáticos a desarrollar en cortos plazos". (p. 491)

Como puede observarse en la definición anterior, las competencias requieren de tiempo y estimulación para desarrollarse poco a poco.

Por otro lado, para la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) 2007:

El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas. Es, por lo tanto, un concepto que excede al mero conocimiento de la terminología y las operaciones matemáticas, e implica la capacidad de utilizar el razonamiento matemático en la solución de problemas de la vida cotidiana. (p.12)

Al tomar en cuenta las definiciones anteriores, se puede concluir que las competencias matemáticas son habilidades que va desarrollando el estudiante, que le permiten razonar, analizar y comunicar un proceso o una operación matemática, lo que finalmente será beneficio para su vida cotidiana.

Finalmente, es importante señalar que, en el programa de estudios para la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Ministerio de Educación Pública (2010), se habla de competencias de una forma transversal, es decir, el desarrollo de competencias en los estudiantes de forma integral, a lo largo de toda su formación estudiantil. Al respecto indican: "Las competencias se entienden como: "Un conjunto

integrado de conocimientos, procedimientos, actitudes y valores, que permite un desempeño satisfactorio y autónomo ante situaciones concretas de la vida personal y social”. (p. 3)

A pesar de ser una definición diferente de las dadas anteriormente, no contradice la idea de que las competencias matemáticas (y las que se pretende inculcar en la especialidad de dibujo), son habilidades o destrezas que el estudiante aprenderá a desarrollar en su proceso formativo para poder aplicarlas en un futuro en su vida personal y profesional.

Para la presente investigación, se utilizarán las competencias que la OCDE propone para la evaluación en sus pruebas PISA (Programme for International Student Assessment) ya que, como lo describe Rico, L. (2006), en su análisis sobre el marco teórico que promueve dichas pruebas: “Se trata de centrar la evaluación del sistema educativo en el estudiante, en su aprendizaje y en el significado funcional de dicho aprendizaje, que se expresa mediante las capacidades mostradas sobre una serie de competencias generales”. (p.58)

La cita anterior indica que la evaluación de competencias matemáticas tal y como la concibe la OCDE mediante sus pruebas PISA, debe estar centrada en el estudiante, la cual procura desarrollar en el mismo individuo competencias generales a partir del desarrollo de competencias matemáticas. Esta idea es congruente con lo que se pretende lograr en Costa Rica a través de la Política Educativa vigente (2017):

Los procesos educativos de calidad privilegiarán la centralidad del aprendizaje de la persona estudiante con el fin de asegurar competencias que propicien la comprensión, expresión e interpretación de conceptos, pensamientos, sentimientos, hechos y opiniones, para permitirle a la persona estudiante interactuar en forma provechosa en todos los contextos posibles. (p. 12)

Siendo así, este trabajo busca el fortalecimiento de competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, pero sin dejar de lado los requerimientos de la Política Educativa actual.

Por lo tanto, las competencias matemáticas que se pretende analizar y fortalecer en esta investigación son:

- Pensar y razonar.
- Argumentar.
- Comunicar.
- Modelar.
- Plantear y resolver problemas.
- Representar.
- Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones.
- Usar herramientas y recursos.

Una vez dada la definición conceptual de la variable competencia matemática, se procede, a continuación, indicar de qué forma se medirá dicha variable, es decir, su definición operacional.

#### 3.6.1.2 Definición operacional.

Como se mencionó anteriormente, dado que las competencias mencionadas van de la mano con lo que se pretende alcanzar con la Política Educativa y los programas de estudio, tanto de la especialidad de Dibujo Arquitectónico como de Matemática, se abordarán en esta investigación y, por lo tanto, se procede a definir, de forma operacional, tal y como lo establece PISA (Rico, L., 2006):

Pensar y razonar. Esta competencia incluye (a) plantear cuestiones propias de las matemáticas (¿Cuántos hay? ¿Cómo encontrarlo? Si es así, ¿entonces?); (b) conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a las cuestiones anteriores; (c) distinguir entre diferentes tipos de enunciados (definiciones, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos,



afirmaciones condicionadas); y (d) entender y utilizar los conceptos matemáticos en su extensión y sus límites.

Argumentar. Esta competencia incluye (a) conocer lo que son las pruebas matemáticas y cómo se diferencian de otros tipos de razonamiento matemático; (b) seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos; (c) disponer de sentido para la heurística (¿Qué puede —o no— ocurrir y por qué?); y (d) crear y expresar argumentos matemáticos.

Comunicar. Esta competencia incluye (a) expresarse uno mismo en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita; y (b) entender enunciados sobre estas materias de otras personas en forma oral y escrita.

Modelar. Esta competencia incluye (a) estructurar el campo o situación que va a modelarse; (b) traducir la realidad a una estructura matemática; (c) interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático; (d) reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados; (e) comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones); y (f) dirigir y controlar el proceso de modelización.

Plantear y resolver problemas. Esta competencia incluye (a) plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros, aplicados, de respuesta abierta, cerrados); y (b) resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.

Representar. Esta competencia incluye (a) decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones; y (b) escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.

Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones. Esta competencia incluye (a) decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y

formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural; (b) traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal; (c) manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; y (d) utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.

Uso de herramientas y recursos. Esta competencia incluye utilizar los recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados. (p. 59)

Como se menciona en el programa de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del MEP (2010), las competencias son difíciles de medir:

La competencia, por sí misma no es observable y tiene que ser inferida a partir del desempeño. Por lo tanto, es importante definir el tipo de desempeño que permitirá reunir las evidencias de cantidad y calidad suficientes para hacer juicios razonables relacionadas con el desempeño del individuo. El proceso de evaluación trata, principalmente de observar, recolectar e interpretar evidencias que posteriormente se contrastan con respecto a los criterios de desempeño de la norma técnica de competencia laboral respectiva. Esta comparación es la base que permite inferir si el estudiante es competente o todavía no lo es. (p. 21)

Por otro lado, el mismo programa indica (2010): “Los métodos para la evaluación más recomendados en la Educación basada en Normas por Competencia son los siguientes:

- Observación del rendimiento.
- Ejercicios de simulación.
- Realización de proyectos.
- Pruebas escritas u orales.
- Pruebas de ejecución. (p. 22)

Siendo así las competencias se evaluarán por medio de una prueba escrita, aplicada a los estudiantes, compuesta por situaciones problemáticas aplicables en la especialidad (ejercicios de simulación), las cuales requieren para su solución, que

el estudiante utilice alguna(s) competencia(s) matemáticas(s), las cuales serán medidas por medio de la observación, de una rúbrica y además el análisis del rendimiento obtenido por los estudiantes en dicha prueba. Finalmente se interpretarán los resultados de acuerdo con los niveles de dominio establecidos por la OCDE en sus pruebas PISA, los cuales se explicaron anteriormente.

### 3.6.1.3 Esquema de las variables.

**Cuadro Nº 2: Esquema de las variables, según el objetivo específico: Identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.**

Objetivo Específico	Variables	Definición Conceptual	Definición instrumental	Definición Operacional
Identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.	Competencias matemáticas	La OCDE (2007), citada en el Programa de Estudios de Matemática (2012) define las competencias matemáticas de la siguiente forma: “El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones	Entrevista a los docentes:  1. ¿Cuáles conocimientos previos del área de matemática, considera usted deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para el cálculo de presupuesto de Obras Civiles?  2. ¿Cuáles competencias matemáticas considera usted, deben	Las competencias por desarrollar son: Pensar y razonar, argumentar, comunicar, modelar, plantear y resolver problemas, representar, utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones, usar herramientas y recursos.

		matemáticas” (p. 12).	<p>poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para el cálculo de Presupuesto de Obra?</p> <p>3. Acerca de la competencia matemática “pensar y razonar”, cuáles aspectos considera usted se deben fortalecer de dicha competencia, en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico.</p> <p>4. En relación con la competencia matemática “argumentar”, cuáles aspectos considera, como docente de la especialidad, deben fortalecer, acerca de dicha competencia, en los estudiantes.</p>	
--	--	--------------------------	--	--

			<p>5. ¿Cuáles aspectos se deben fortalecer en los estudiantes de Dibujo Arquitectónico relacionados con la competencia “Comunicar”?</p> <p>6. Haciendo referencia a la competencia matemática “modelar”, ¿qué actitudes deben fortalecerse en los estudiantes que calculan el presupuesto de una obra?</p> <p>7. En relación con la competencia matemática “plantear y resolver problemas”, ¿qué aspectos considera usted, se debe fortalecer de dicha competencia, en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?</p> <p>8. En relación con la competencia</p>	
--	--	--	--	--

			<p>matemática “representar”, ¿cuáles aspectos que considera, como docente de la especialidad, debe fortalecerle de dicha competencia, en los estudiantes?</p> <p>9. ¿Cuáles aspectos se debe fortalecer en los estudiantes de Dibujo Arquitectónico, relacionados con la competencia “utilizar el lenguaje simbólico, formal, técnico y las operaciones”?</p> <p>10. Haciendo referencia a la competencia matemática “usar herramientas y recursos”, indique ¿cuáles habilidades deben fortalecerse en los estudiantes que calculan el</p>	
--	--	--	--	--

			presupuesto de una obra?	
--	--	--	--------------------------	--

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro Nº 3: Esquema de las variables, según el objetivo específico: Determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo con las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año, de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.**

Objetivo Específico	Variables	Definición Conceptual	Definición instrumental	Definición Operacional
Determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo con las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año, de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno,	Competencias matemáticas	La OCDE (2007), citada en el Programa de Estudios de Matemática (2012) define las competencias matemáticas de la siguiente forma: “El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del	Cuestionario a los estudiantes: 1. Se desea construir un proyecto habitacional pequeño, compuesto por 12 casas, con un área aproximada de 80 metros cuadrados cada una. Si se sabe que el terreno en que se	Las competencias por desarrollar son: Pensar y razonar, argumentar, comunicar, modelar, plantear y resolver problemas, representar, utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones,

<p>para la elaboración de presupuestos de obras civiles.</p>		<p>alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas” (p. 12).</p>	<p>desean construir tiene un área total de 1200 metros cuadrados, que es de forma rectangular y uno de sus lados mide 100 m:</p> <p>a. ¿de qué forma ubicaría las 12 casas en dicho terreno?</p> <p>b. ¿es ésta la única manera de hacerlo?</p> <p>2. ¿Qué estrategias matemáticas utilizó para resolver la situación anterior?</p> <p>3. ¿Qué opina sobre las</p>	<p>usar herramientas y recursos.</p>
--	--	--	--	--------------------------------------



			<p>estrategias utilizadas por sus compañeros para resolver la situación planteada inicialmente?</p> <p>4. Cambiaría algo a la estrategia empleada por usted o a la de sus compañeros?</p> <p>5. Se desea construir un edificio con forma de prisma de base cuadrada. En la parte alta de dicho edificio, se quiere construir una habitación de forma piramidal recta, con</p>	
--	--	--	---	--

			<p>una altura de siete metros.</p> <p>Represente la situación anterior de forma gráfica.</p> <p>6. El dueño de una casa, va a pintar el techo con anticorrosivo. Al averiguar sobre los precios y cantidades en que se venden, el dependiente le indica que <math>\frac{1}{4}</math> de galón, rinde para pintar <math>16 m^2</math> de superficie.</p> <p>a. ¿Cuántos galones de pintura necesita, si el techo a pintar posee las dimensiones que se</p>	
--	--	--	---	--

muestran en la siguiente figura?  
(Considere isósceles tanto los triángulos como los trapecios dados).



7. En la situación anterior:
- a. ¿Cuánto le cuesta al dueño pintar el techo, si el precio del producto es 6795 colones?
  - b. Si el producto se vendiera en litros, ¿cuántos

			<p>litros se necesita para pintar el techo?</p> <p>8. Se va a construir una tapia perimetral para un terreno con forma de trapecio rectangular. La base menor de dicho terreno mide 12 metros, la base mayor mide 16 metros, y la altura corresponde al doble de la base menor, menos dos metros. Asumiendo que los cimientos de dicha tapia ya</p>	
--	--	--	---	--

			<p>se han construido: a. ¿Cuántos bloques (aproximada mente) se necesita para construir una tapia de 3,5 metros de altura, sabiendo que las dimensiones del block que se va a utilizar son de <math>12\text{cm} \times</math> <math>20\text{cm} \times</math> <math>40\text{cm}</math>?</p> <p>b. Si cada block cuesta 419 colones, ¿cuánto cuesta construir dicha tapia aproximada- mente?</p>	
--	--	--	---	--

			<p>9. Para la situación anterior: Elabore un gráfico, en el plano cartesiano, donde se represente el costo de los primeros 1000 bloques, utilizando una escala de 100 para representar el número de bloques, y una escala de 40000, para representar el costo.</p>	
--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia, abril.

Los esquemas de las variables presentados arriba incluyen aspectos generales de lo que se desea observar en esta investigación: las competencias matemáticas que deben desarrollar los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para la elaboración del presupuesto de obras civiles, sin embargo, para un esquema más detallado, donde se especifica qué competencia se desea evaluar con respecto

de cada pregunta o ejercicio planteado anteriormente, ver cuadros presentados en los anexos 1 y 2.

### 3.7 Categorías de análisis.

**Cuadro N° 4. Categorías de análisis para triangulación según los resultados obtenidos en los instrumentos aplicados a docentes y estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.**

Objetivo Específico	Categorías	Definición conceptual
Identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles.	Competencias matemáticas necesarias en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de presupuesto de obras civiles.	La OCDE (2007), citada en el Programa de Estudios de Matemática (2012) define las competencias matemáticas de la siguiente forma: “El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas” (p. 12).
Determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo con las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año, de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del	Niveles de dominio de competencias matemáticas necesarias en los estudiantes de la	La OCDE (2007), citada en el Programa de Estudios de Matemática (2012) define las competencias matemáticas de la

Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.	especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de presupuesto de obras civiles.	siguiente forma: “El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas” (p. 12).
--	---	---

Fuente: Elaboración propia.

### 3.8 Descripción de instrumentos o técnicas.

Para lograr analizar qué competencias matemáticas deben fortalecer los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles y la elaboración de una estrategia de aprendizaje mediante talleres, se va a utilizar dos instrumentos para recolectar la información: una entrevista no estructurada a los docentes de la especialidad y un cuestionario a los estudiantes de esta especialidad. A continuación, se hace referencia a cada uno de ellos.

#### 3.8.1 El cuestionario.

Es el instrumento utilizado normalmente en las entrevistas para obtener la información del entrevistado. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. El contenido de las preguntas de un cuestionario puede ser tan variado como los aspectos que mida. Y básicamente, se puede hablar de dos tipos de preguntas: cerradas y abiertas, que cumplen las siguientes funciones:

1. Obtener, por medio de la formulación de preguntas adecuadas, las respuestas que suministren los datos necesarios para cumplir con los objetivos de la investigación. Para este propósito, debe obtener información pertinente, válida y confiable.
2. Ayudar al entrevistador en la tarea de motivar al informante para que comunique la información requerida, función que obviamente es de suma



importancia para la obtención de la información en manera válida y confiable. La redacción y el orden de las preguntas y otros detalles contemplados en la elaboración del cuestionario son fundamentales para lograr esta motivación en el informante.

Para el presente trabajo se utilizarán preguntas cerradas y abiertas, que se aplicarán a los estudiantes, como se mencionó antes, por medio de una prueba. (Ver anexo N° 4).

La información recopilada por los estudiantes se complementará por medio de una entrevista, de forma tal que los estudiantes comuniquen y argumenten los resultados obtenidos. Una vez obtenidos los datos tanto de los cuestionarios como de la entrevista, se procede a ubicar a los estudiantes en un nivel de dominio de cada competencia.

Como se indicó en el apartado anterior, las competencias matemáticas que se pretende fortalecer en esta investigación provienen del proyecto PISA. Según Rico, (2006), en su análisis sobre estas pruebas, dichas competencias se pueden evaluar en distintos niveles, según la capacidad que muestran los estudiantes al realizar ciertas tareas. Al respecto indica:

Los mejores alumnos muestran en su actividad distintos niveles de dominio en la ejecución de las tareas. De este modo se determinan empíricamente seis niveles de competencia, que admiten una descripción general y también una descripción más detallada por cada uno de los campos de contenido. Cada nivel de competencia se caracteriza por los procesos o competencias empleados y por el grado de complejidad con que los alumnos los ejecutan al abordar tareas de dificultad creciente. De este modo es posible entender cada nivel de competencia matemática en relación con la maestría con que el alumno lleva a cabo las tareas matemáticas propuestas, es decir, muestra su competencia matemática (OECD, 2004). En este caso la competencia no es una finalidad general de la educación matemática, ni tampoco un listado teórico de procesos cognitivos. Para llegar a esta noción de competencia hemos tenido que considerar los niveles de complejidad en una tarea,

caracterizando esa noción en términos de la riqueza cognitiva de los procesos implicados, la creatividad, la variedad de conceptos y relaciones involucrados, el juego de sistemas de representación y sus conexiones. (p. 62)

Es decir, la competencia matemática está compuesta por un conjunto de tareas que el estudiante realiza para comprobar que posee dicha competencia. Siendo de esta manera, se puede indicar que un estudiante se ubica en cierto nivel de dominio de la competencia, sin enmarcarlo en una escala de dominio bivalente: posee la competencia o no la posee. Este punto de vista, de clasificar el nivel de dominio de una competencia, admite valores intermedios que permiten ubicar a cada estudiante en cierto nivel, siendo congruente una vez más, con lo que indica la Política Educativa vigente: la persona como centro del proceso educativo.

Por otro lado, los seis niveles de dominio en que se clasificarán las competencias mencionadas anteriormente son, según lo cita Rico (2006):

Primer nivel. Los alumnos saben responder a preguntas planteadas en contextos conocidos, donde está presente toda la información pertinente y las preguntas están definidas claramente. Son capaces de identificar la información y llevan a cabo procedimientos rutinarios al seguir instrucciones directas en situaciones explícitas. Pueden realizar acciones obvias que se deducen inmediatamente de los estímulos presentados.

Segundo nivel. Los alumnos saben interpretar y reconocer situaciones en contextos que sólo requieren una inferencia directa. Saben extraer información pertinente de una sola fuente y hacer uso de un único sistema de representación. Pueden utilizar algoritmos, fórmulas, procedimientos o convenciones elementales. Son capaces de efectuar razonamientos directos e interpretaciones literales de los resultados.

Tercer nivel. Los alumnos saben ejecutar procedimientos descritos con claridad, incluyendo aquellos que requieren decisiones secuenciales. Pueden seleccionar y aplicar estrategias de solución de problemas sencillos. Saben

interpretar y utilizar representaciones basadas en diferentes fuentes de información y razonar directamente a partir de ellas. También son capaces de elaborar escritos breves para exponer sus interpretaciones, resultados y razonamientos.

Cuarto nivel. Los alumnos pueden trabajar con eficacia con modelos explícitos en situaciones complejas y concretas que pueden conllevar condicionantes o exigir la formulación de supuestos. Pueden seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluyendo las simbólicas, asociándolas directamente a situaciones del mundo real. Los alumnos de este nivel saben utilizar habilidades bien desarrolladas y razonar con flexibilidad y cierta perspicacia en estos contextos. Pueden elaborar y comunicar explicaciones y argumentos basados en sus interpretaciones, argumentos y acciones.

Quinto nivel. Los alumnos saben desarrollar modelos y trabajar con ellos en situaciones complejas, identificando los condicionantes y especificando los supuestos. Pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias adecuadas de solución de problemas para abordar problemas complejos relativos a estos modelos. Los alumnos de este nivel pueden trabajar estratégicamente utilizando habilidades de pensamiento y razonamiento bien desarrolladas, así como representaciones relacionadas adecuadamente, caracterizaciones simbólicas y formales e intuiciones relativas a estas situaciones. Pueden reflexionar sobre sus acciones y formular y comunicar sus interpretaciones y razonamientos.

Sexto nivel. Los alumnos saben formar conceptos, generalizar y utilizar información basada en investigaciones y modelos de situaciones de problemas complejos. Pueden relacionar diferentes fuentes de información y representaciones y traducirlas entre ellas de una manera flexible. Los estudiantes de este nivel poseen un pensamiento y razonamiento matemático avanzados. Pueden aplicar su entendimiento y comprensión, así como su dominio de las operaciones y relaciones matemáticas simbólicas y formales y desarrollar nuevos enfoques y estrategias para abordar

situaciones nuevas. Los alumnos de este nivel pueden formular y comunicar con exactitud sus acciones y reflexiones relativas a sus descubrimientos, argumentos y su adecuación a las situaciones originales (OCDE, 2005, p. 47 y 48; OECD, 2004, p. 47). (p. 62 - 63).

En conclusión, tomando en cuenta lo anterior, mientras los estudiantes resuelven el cuestionario (prueba) y comparten los resultados obtenidos con sus compañeros una vez finalizada la prueba, la docente escuchará la opinión de los estudiantes y a la vez evaluará en qué nivel de dominio se ubican. Para tal efecto, se utilizará la escala de observación que se puede encontrar en el anexo N° 5.

### 3.8.2 La entrevista.

Para Sampieri – Hernández y Mendoza: “Se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)”. (p. 403)

En el caso de esta investigación, el entrevistador corresponde a la autora del presente trabajo y los entrevistados serían los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

Dado que existen diferentes tipos de entrevistas, la que se utilizará en este proyecto es la entrevista no estructurada, la cual, según Villalobos (2017):

Se caracteriza porque con anterioridad se definen ejes temáticos que se exploran en un proceso en espiral. Dentro de este tipo de entrevista, se destacan: 1) la informal realizada a manera de conversación con las personas informantes, en momentos y en lugares que no se han planeado previamente; 2) la focalizada usada para la obtención de datos de un evento específico; 3) en profundidad cuando, en forma intensa y amplia, se abordan aspectos del hecho social investigado mediante preguntas abiertas. (p. 289)

En el caso de la entrevista que se realizará a los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, será en profundidad, ya que se desea conocer con detalle la opinión de los docentes en

cuanto al tema investigado (Ver anexo 3, para observar las preguntas que guiarán la entrevista).

### **3.9 Procedimientos de validación y criterios éticos del investigador, criterios de calidad o de rigor metodológico considerados.**

En lo que se refiere a la validación de instrumentos, se toma en cuenta el criterio de Corral (2009), citado por Herrera (2016):

Mediante el juicio de expertos se pretende tener estimaciones razonablemente buenas, las «mejores conjeturas». Sin embargo, estas estimaciones pueden y deben ser confirmadas o modificadas a lo largo del tiempo, según se vaya recopilando información durante el funcionamiento del sistema. (p. 93)

De esta manera para la validación de los instrumentos, se requiere tomar en cuenta el criterio de personas expertas en el tema, de forma tal que se minimicen los sesgos o errores de obtención de información a la hora de aplicar dichos instrumentos.

Como se mencionó anteriormente, para recolectar la información en esta investigación se aplica un cuestionario (prueba) a estudiantes y una entrevista tanto a estudiantes y docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, respectivamente. Dichos cuestionarios o pruebas de diagnóstico son validadas por el Departamento de la especialidad de la Institución.

Por otro lado, la elaboración del taller se lleva a cabo por una docente de Matemática, quien solicita el criterio técnico de dos miembros de esta misma área y de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para que se valide la propuesta por medio del criterio experto.

Los instrumentos son validados por los docentes Salguero, A. y Quirós, D. El primero, cuenta con 26 años de experiencia en Educación y 25 años como Arquitecto. En 1994 se gradúa como Licenciado en Arquitectura en la Universidad de Costa Rica (UCR); en el año 1998, obtiene un Bachillerato Universitario en

Diseño Publicitario de la Universidad Autónoma de Centroamérica (UACA). Posteriormente, en el área de educación, logra el título de Profesorado de Estado con Énfasis en la Enseñanza del Dibujo Arquitectónico (año 2000) del CIPET (Centro de Información y Perfeccionamiento de la Educación Técnica); en el año 2010 obtiene el Bachillerato Universitario en Educación Técnica, en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y, en el año 2016, la Licenciatura en Docencia en la Universidad San Marcos. Por otro lado, el segundo docente, cuenta con 21 años de experiencia en educación y 14 años en Arquitectura. Egresado de Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Central de Costa Rica (UC) en el año 2005 y de la Universidad San Marcos en el año 2013, al graduarse de Licenciatura en Docencia.

### **3.10 Procedimientos de análisis de resultados o discusión.**

Como se mencionó en apartados anteriores, esta investigación tiene un diseño mixto, por ello los resultados deben analizarse de distintas maneras, según sean datos cualitativos o cuantitativos.

#### **3.10.1 Triangulación.**

En apartados anteriores se menciona que el diseño por utilizar en esta investigación es el de triangulación concurrente, por lo que a partir de ahí se analizan los datos cualitativos.

Para Ruiz (1999), citado por Herrera, la triangulación: “en esencia, consiste en la recogida de datos desde distintos ángulos para compararlos y contrastarlos entre sí, es decir, realizar un control cruzado entre diferentes fuentes de datos: personas, instrumentos, documentos, teorías, métodos y la combinación de ellos”. (p. 96)

En el caso que se estudia, la triangulación se da al recolectar la información cualitativa obtenida tanto de docentes como de estudiantes y al comparar dichos resultados para verificar si concuerdan, presentan aspectos en común o, por el contrario, divergen del todo.

### 3.10.2. Tabulación estadística.

El tratamiento de los datos por recolectar corresponde a datos cuantitativos (resultados obtenidos en el cuestionario aplicado a estudiantes), por ello se procede a analizarlos haciendo uso de herramientas estadísticas.

Una vez obtenida la información, se procederá a tabular mediante la construcción de tablas y gráficos que permitan un mejor análisis de dicha información, haciendo usos de herramientas de Microsoft Office: Excel.

Los resultados obtenidos en los instrumentos aplicados a docentes y estudiantes se presentan en el siguiente capítulo. Dichos instrumentos se pueden encontrar en los anexos, como se había mencionado anteriormente.

### **3.11 Alcances.**

Entre los alcances que se espera lograr con esta investigación está el de mejorar el rendimiento de los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico en cuanto al cálculo de presupuestos, como ya se había indicado anteriormente en este trabajo, además de lograr una mejor imagen del egresado de la especialidad, en cuanto a este mismo tema, pues como lo mencionaron los docentes, una de las mayores quejas y situaciones que afectan la percepción de un arquitecto, es un cálculo erróneo de un presupuesto, lo que repercute en consecuencias para el que contrata el servicio, haciendo que en algunas ocasiones se deba invertir más de lo esperado en la obra, o que por el contrario, incurra en un desperdicio de materiales al comprar de más porque se le cotizó la obra de forma errónea.

Por otro lado, se espera que el taller que se propone más adelante en este trabajo contribuya con otras investigaciones de este tipo, pues como se mencionó, en Costa Rica no se han realizado muchos trabajos en este sentido.

Se pretende sentar un precedente para que talleres como este se implanten en otros centros educativos, universidades y en otras instituciones formales e informales, además ser referencia en futuras investigaciones de este tipo, pues en Costa Rica se han realizado muy pocos estudios al respecto.

Es importante además hacer valer la importancia del fortalecimiento de competencias matemáticas como herramientas básicas para la vida, lo que permite además preparar mejor a los estudiantes para aplicar pruebas nacionales e internacionales.

Finalmente, el taller puede ser aplicado a estudiantes egresados de colegios académicos, los cuales no han recibido formación en la especialidad y desean cursar no sólo la carrera de Arquitectura, sino también Ingeniería en Construcción, pues los estudiantes de esta última carrera también deben contar con conocimientos básicos de matemática similares a los que debe poseer un aspirante de ingreso a la especialidad o carrera de Arquitectura.

### **3.12 Limitaciones.**

Entre las limitaciones que podría tener el presente trabajo, se puede mencionar que existan factores externos que puedan estar afectando la adquisición adecuada de competencias o conocimientos matemáticos, como por ejemplo situación económica difícil en el hogar del estudiante que limita no sólo su buena alimentación, sino también la adquisición de materiales requeridos para desarrollar esas competencias o conocimientos o incluso, para asistir continuamente al colegio; falta de tecnología o instrumentos adecuados en la institución para impartir la especialidad; la metodología empleada por el docente; la falta de compromiso en el proceso educativo por parte de los estudiantes, padres de familia o docentes; haber sido admitido en una especialidad que no es de su agrado o preferencia, ya sea porque fue obligado por su familia o porque ya no tenía posibilidad de ingresar a otra por falta de cupo; otras situaciones que pudiesen darse en el grupo o la institución.

Por otro lado, una limitante que presenta el estudiante actual es que se estudia para presentar una prueba y no para adquirir el conocimiento, simplemente por cumplir con una calificación, lo que podría estar ligado a la motivación de ese estudiante por estar en la especialidad.



También se puede dar la situación de que, al responder el cuestionario, no sea del todo sincero y se pueda originar un sesgo en la información recolectada.

Finalmente, ya que el taller que se propone no es parte del currículo de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, los estudiantes que no deseen asistir a dicho taller, pueden pensar decidir cómo aplicarlo por ello se debe buscar la forma de promover la participación, tanto por parte de los docentes a cargo, como de la institución en general, (ya que solo se cuenta con un grupo de Dibujo Arquitectónico por nivel).

# **CAPÍTULO IV**

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este capítulo se analizará la información de los instrumentos aplicados para conocer qué competencias matemáticas deben fortalecer los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.

Para ello, se aplicaron dos instrumentos. Primero se realizó una entrevista para los docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico con el fin de conocer cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de la especialidad y, posteriormente, se aplicó un segundo instrumento para conocer la competencia matemática que poseen los estudiantes de undécimo en esta especialidad. A partir de los resultados obtenidos, de ser necesario, se propondrá una estrategia de aprendizaje, por medio de talleres, que permitan fortalecer esas competencias. A continuación, se analizará cada uno de los instrumentos aplicados.

#### **4.1. Aplicación de instrumentos.**

El primer instrumento en el que se basa la presente investigación se aplica a docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico en el presente curso lectivo (2019), en el Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, referente a las competencias matemáticas que, según su opinión, deben fortalecer los estudiantes de 11° año para realizar el cálculo de presupuesto de obras civiles. La información obtenida corresponde al primer objetivo específico a desarrollar en esta investigación.

Dicho instrumento se elabora con base en las variables descritas en el capítulo anterior, el cual se puede consultar en el anexo N°1 y N°3 del presente trabajo.

El segundo instrumento se aplica a estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, los cuales cursan el nivel de 11° año en la misma institución: Colegio Técnico Profesional de Oreamuno. Este instrumento busca determinar en cuáles competencias matemáticas presentan dificultad los estudiantes al aplicarlas en el cálculo de presupuesto de obra civil, dentro de la especialidad que cursan. Este instrumento se basa en las variables descritas anteriormente (capítulo III), el cual se

encuentra además en los anexos N°2 y N°4, también, se puede consultar la escala de calificación utilizada para observar nivel de dominio de competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, (basada en niveles de dominio PISA), el cual se ubica en el anexo N°5 del presente trabajo y corresponde al estudio del segundo objetivo específico de la investigación.

#### 4.2 Tabulación de los datos de acuerdo con las variables.

A continuación, se analizarán los resultados obtenidos de las dos entrevistas aplicadas a los docentes y la aplicación de 18 cuestionarios resueltos por estudiantes, todos ellos de la misma institución. El instrumento 1 hace referencia a los docentes 1 y 2; en orden respectivo se refiere a los profesores Adrián Salguero Rojas y David Quirós Navarro.

4.2.1 Resultados obtenidos a partir de las entrevistas realizada a cada docente de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.

Cuadro N° 5: Resultados obtenidos a partir de las entrevistas realizada a cada docente de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.

<b>Categoría</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición operacional (Categorías de análisis)</b>	<b>Instrumento 1: Entrevista a docentes</b>
Competencias matemáticas.	Se define las competencias matemáticas de la siguiente forma: “El concepto general de	Competencias matemáticas	1. ¿Cuáles conocimientos previos del área de Matemática, considera usted deben poseer los estudiantes de la especialidad de

	<p>competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas”</p>		<p>Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de presupuesto de Obras Civiles?</p> <p><i>Docente 1:</i>  <i>Geometría:</i>  <i>elementos básicos, polígonos, áreas, perímetros, volúmenes; sistema métrico decimal;</i>  <i>Medición: cálculo de medidas exactas; operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división; Capacidad de abstracción: espacio en tres dimensiones: alto, ancho y profundidad (en este espacio realiza la elaboración del cálculo de materiales, mano de obra, entre otros, para el cálculo de presupuestos).</i></p> <p><i>Docente 2:</i>  <i>operaciones básicas:</i></p>
--	--	--	---

		<p> <i>suma, resta, multiplicación, división; geometría: figuras, partes de las figuras, superficies (áreas), volúmenes; graficar y dibujar; sistema métrico decimal; conversiones.</i> </p> <p> 2. ¿Cuáles competencias matemáticas considera usted, deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de Presupuesto de Obra? </p> <p> <i>Docente 1: Dominio de operaciones básicas (además de un orden para realizar dichos procesos, por ejemplo: planteo, operación y respuesta), cálculo de porcentajes, (para</i> </p>
--	--	---

			<p><i>calcular presupuestos: los imprevistos, el daño del material, la mano de obra, los costos de materiales por utilizar); realización de croquis y diagramas; uso de medidas para realizar conversiones; procesos matemáticos bien planteados y desarrollados.</i></p> <p><i>Docente 2: Desarrollo de percepción espacial: de 2 dimensiones a 3 dimensiones; comprensión de diferentes módulos constructivos: comprensión de áreas y volúmenes.</i></p>
		Pensar y razonar.	3. Acerca de la competencia matemática “pensar y razonar”, ¿cuáles aspectos considera

			<p>usted, se debe fortalecer de dicha competencia, en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?</p> <p><i>Docente 1: Pensar y aplicar a la vida real: ¿cómo resolver problemas?; los estudiantes están acostumbrados a que se les dé todo hecho; por eso, dentro del cálculo de presupuesto, es importante que aprendan a cuestionarse, ya que se dan muchas “trampas” en el proceso; sin embargo, el estudiante no se interesa en este aspecto, se esfuerza poco y no le gusta pensar.</i></p>
--	--	--	--



			<p><i>Docente 2: El estudiante no posee razonamiento lógico matemático, lo cual se debe a la forma como se han estructurado los planes de estudio; se han limitado el razonamiento y el cuestionamiento de los estudiantes.</i></p>
		Argumentar.	<p>4. En relación con la competencia matemática “argumentar”, ¿cuáles aspectos considera, como docente de la especialidad, debe fortalecer, acerca de dicha competencia, en los estudiantes?</p> <p><i>Docente 1: El estudiante aporta poco, por eso las clases se vuelven muy magistrales, sin embargo, se fomenta la participación de los</i></p>

			<p><i>discentes, buscando que compartan con otros compañeros la forma como resolvieron un problema.</i></p> <p><i>Docente 2: a los estudiantes se les dificulta ligar los conocimientos entre ambas especialidades (matemática y dibujo arquitectónico), sin embargo, tienen una leve idea de cómo realizaron el proceso, aunque les cuesta expresarlo.</i></p>
		Comunicar	<p>5. ¿Cuáles aspectos se debe fortalecer en los estudiantes de Dibujo Arquitectónico, relacionados con la competencia “Comunicar”?</p> <p><i>Docente 1: Los estudiantes dan sus opiniones en clase, comentan los</i></p>

			<p><i>resultados obtenidos, lo que les permite corregirse entre ellos y que se dé realimentación. Si no lo logran, el docente interviene: si el estudiante es partícipe, se vuelve crítico.</i></p> <p><i>Docente 2: Los estudiantes tiene dificultad para expresar cómo obtuvieron un resultado, sobre todo, a personas externas a la especialidad, pues creen que no les van a comprender. No es algo que el estudiante traiga, en el nivel de 10º año se empieza a inculcar, propiciando la participación, revisando resultados oralmente para que los estudiantes hagan aportes y luego la conexión con el tema.</i></p>
--	--	--	--

		Modelar	<p>6. Haciendo referencia a la competencia matemática “modelar”, ¿qué actitudes deben fortalecerse en los estudiantes que calculan el presupuesto de una obra?</p> <p><i>Docente 1: es 100% indispensable: es constructivista (se aprende haciendo); para resolver un problema, el estudiante recurre a bocetos principales y secundarios, tanto físicos como digitales, debe medir, especificar cotas, entre otros, todo ello específico a cada área por elaborar. Es una competencia que debe poseer todo estudiante de Dibujo Arquitectónico.</i></p>
--	--	---------	--

			<p><i>Docente 2: Se debe fortalecer el trabajo de campo; enseñar al cerebro a adaptarse al espacio tridimensional o temporal, para esto se apoyan en el uso de software.</i></p>
		<p>Plantear y resolver problemas.</p>	<p>7. En relación con la competencia matemática “plantear y resolver problemas”, ¿qué aspectos considera usted, se debe fortalecer de dicha competencia, en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?</p> <p><i>Docente 1: Es una competencia que se debe fortalecer en gran medida, puesto que los estudiantes están acostumbrados a recibir las situaciones ya</i></p>

			<p><i>planteadas, a recibir toda la información requerida para resolver el problema, pero si se les plantea de diferentes formas, tienden a confundirse y además olvidan pronto; en pocas ocasiones se plantea un problema, es poco crítico y los cuestionamientos son muy básicos.</i></p> <p><i>Docente 2: No todos los estudiantes son capaces de resolver problemas: el docente lanza una situación, pero los estudiantes son poco críticos, sólo se cuestionan algunos aspectos; sin embargo, contribuyen con el aprendizaje de otros compañeros.</i></p>
		Representar.	8. En relación con la competencia matemática “representar”,

			<p>¿cuáles aspectos considera, como docente de la especialidad, debe fortalecerse de dicha competencia, en los estudiantes?</p> <p><i>Docente 1: conocimientos y habilidades previas: desarrollo de la motora fina, capacidad para medir, dibujar y representar en el plano y en el espacio; todas estas herramientas se utilizan, no sólo en el cálculo de presupuestos, sino también en la especialidad en general. Además, se utiliza para llevar situaciones de la práctica a lo real.</i></p> <p><i>Docente 2: Es importante fortalecer el uso de dibujos,</i></p>
--	--	--	---

			<p><i>gráficos para visualizar las partes, así como también el uso de software; todo lo anterior para contextualizar las situaciones.</i></p>
		<p>Utilizar el lenguaje simbólico, formal, técnico y las operaciones</p>	<p>¿Cuáles aspectos se debe fortalecer en los estudiantes de Dibujo Arquitectónico, relacionados con la competencia “utilizar el lenguaje simbólico, formal, técnico y las operaciones”?</p> <p><i>Docente 1: es muy importante fortalecer aspectos de herramientas matemáticas tales como: características de polígonos y sus partes, operaciones básicas, uso y significado de fracciones, cálculo de medidas, despeje de incógnitas y la importancia de la</i></p>



			<p><i>matemática aplicada a la especialidad; sin embargo, los estudiantes ponen resistencia al uso correcto de algunas de estas herramientas.</i></p> <p><i>Docente 2: se debe fortalecer el uso del sistema métrico decimal, conversiones, el uso correcto de unidades; los estudiantes no comprenden el porqué de las cosas; se tiene un paradigma: adquirir conocimiento como tal y no para el uso cotidiano.</i></p>
		Usar herramientas y recursos.	<p>Haciendo referencia a la competencia matemática “usar herramientas y recursos”, indique ¿cuáles habilidades deben fortalecerse en los estudiantes que</p>

			<p>calculan el presupuesto de una obra?</p> <p><i>Docente 1: Mejorar el uso de herramientas tecnológicas, así como también el dibujo manual y la elaboración de maquetas (físicas y digitales).</i></p> <p><i>En la especialidad se utilizan herramientas como AutoCAD, Sketchup, Revit y otros materiales para la elaboración de bocetos, planos y maquetas.</i></p> <p><i>Docente 2: Uso de herramientas como compás, reglas, equipos de medición, así como el uso de software: Excel, calculadora.</i></p> <p><i>Si no poseen herramientas a mano, deben aprender a</i></p>
--	--	--	--

			<p><i>sustituirlas: cuartas, pulgadas, brazo, entre otras.</i></p> <p><i>En la especialidad utilizan herramientas como: Autocat, Revit, Sketchup, Fotoshop, Cívil 3d.</i></p>
--	--	--	---

Fuente: elaboración propia.

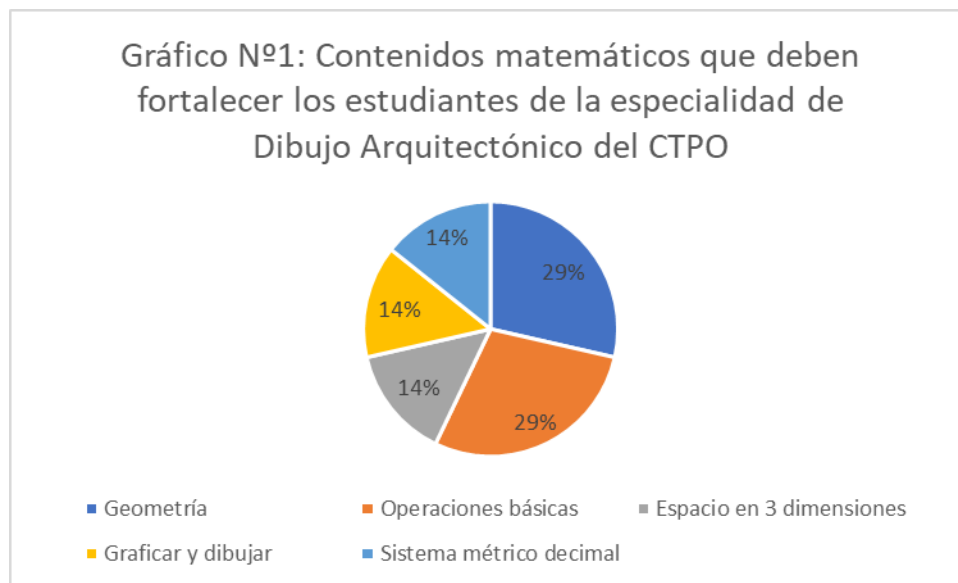
#### 4.2.2. Análisis de Resultados.

Anteriormente se transcribió lo indicado por los dos docentes entrevistados. A continuación, se analiza la primera pregunta planteada a los docentes ¿Cuáles conocimientos previos del área de matemática, considera usted deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de presupuesto de Obras Civiles?

Se pudo notar que, al realizar esta pregunta a los profesores, al hablar de competencias matemáticas, lo primero que salta a la mente es el conocimiento básico de contenidos matemáticos que deben poseer los estudiantes de dicha especialidad.

Cuando se consulta a los docentes de especialidad sobre los conocimientos previos del área de Matemática, deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de presupuesto de Obras Civiles, los docentes enfatizan en los siguientes: operaciones básicas, geometría, graficar y dibujar, comprensión del sistema métrico decimal y del espacio en tres dimensiones; sin embargo, ambos educadores concuerdan que los principales contenidos requeridos, están en función de la geometría y las operaciones básicas. El gráfico N° 1, muestra la información anterior.

Figura 1. Contenidos matemáticos que deben fortalecer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del CTPO.

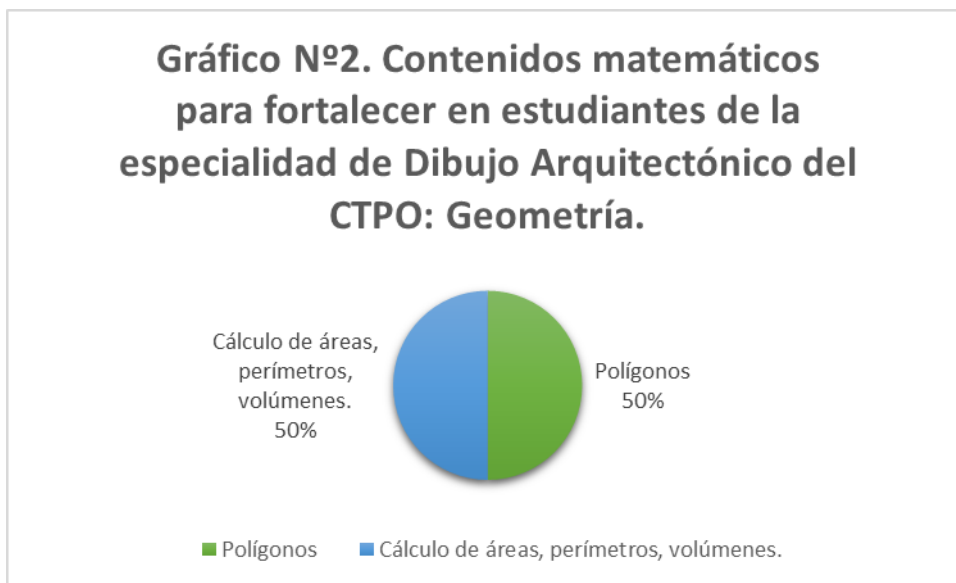


Fuente: elaboración propia.

Como lo indica el gráfico N°1, los docentes coinciden en un 29% que los estudiantes deben tener competencias en operaciones básicas y, además, están de acuerdo también en que un 29% que deben tener conocimiento en geometría, siendo estas, las áreas de más importancia en desarrollar. Sin embargo, concuerdan en un 14% de forma equitativa que también deben ser capaces de graficar y dibujar, tener conocimiento en espacios de tres dimensiones y en el sistema métrico decimal.

Al especificar un poco más la información anterior, en el área de geometría, (uno de los contenidos matemáticos dónde más enfatizan los docentes de la especialidad), es que ambos profesores coinciden que es tan importante fortalecer el conocimiento de polígonos, así como el cálculo de áreas, perímetros y volúmenes de diferentes figuras geométricas. (Ver gráfico N° 2).

Figura 2. Contenidos matemáticos para fortalecer en estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del CTPO: Geometría.

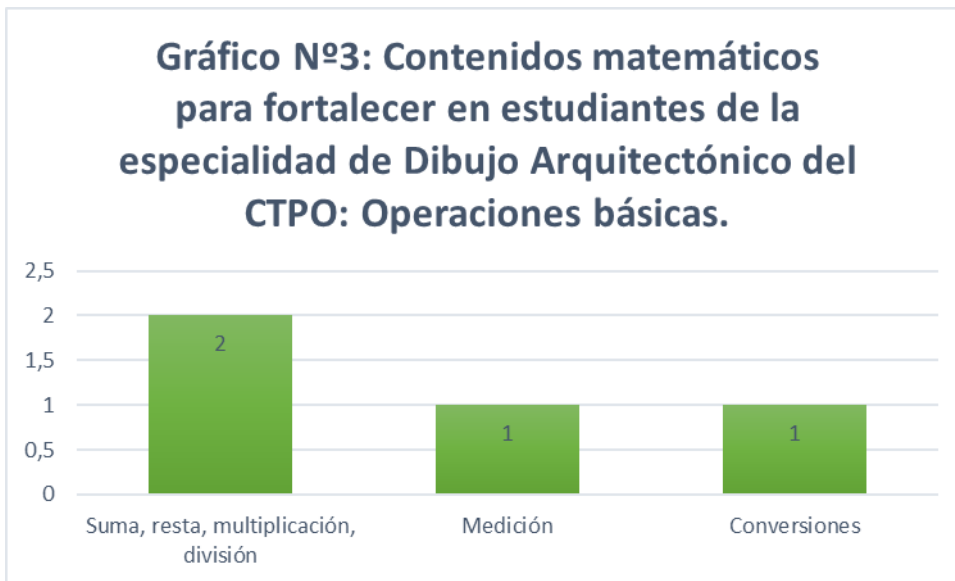


Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico anterior, los docentes coinciden en un 50% que los estudiantes deben fortalecer los contenidos en Geometría, específicamente en cálculo de áreas, perímetros y volúmenes, el mismo porcentaje en Polígonos.

Por otro lado, al referirse al área de números (específicamente operaciones básicas), los docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico opinan que los contenidos que requieren más intervención son operaciones tales como suma, resta, multiplicación y división; medición (utilizando diferentes métodos y unidades de medida) y, muy relacionado a los anteriores, el tema de conversaciones, como se muestra en el gráfico N° 3.

Figura 3. Contenidos matemáticos para fortalecer en estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del CTPO: Operaciones básicas.



Fuente: elaboración propia.

Según el gráfico, los dos docentes indican que es básico que los estudiantes sean capaces de restar, sumar, multiplicar y dividir, en fin, de realizar operaciones básicas, las cuales son enseñadas en Matemáticas desde primaria, pero lamentablemente ha existido tanta dependencia con las calculadoras que la mayoría de los estudiantes sin este instrumento no logran realizar operaciones básicas. Además, ambos concuerdan que es necesario tener competencias en medición y conversiones.

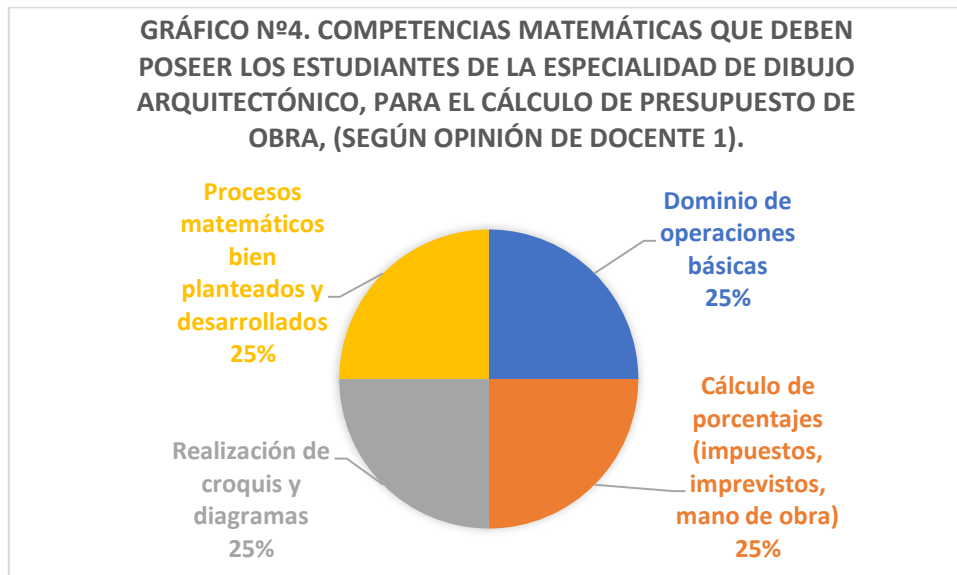
Los temas y contenidos antes mencionados son temas que, según el programa de Matemática, se abarcan desde los primeros años de educación primaria, hasta décimo año (en educación secundaria), por lo que se esperaría que, a nivel de 11<sup>o</sup> año, cuando deben poner en práctica dichos contenidos, en el cálculo de presupuesto de obra, los estudiantes deberían poseer un dominio básico de los anteriores, sin embargo, los docentes indican que, en la realidad, esto no ocurre.

Al continuar con la entrevista a los docentes, se hace necesario explicarles un poco acerca del concepto de competencias matemáticas, pues se tiende a confundir estas con contenidos matemáticos.

A partir de lo anterior, en la pregunta N°2 de la entrevista, se les pregunta los profesores sobre cuáles consideran que deben ser las competencias de Matemáticas que se han de fortalecer en los estudiantes, para realizar un cálculo de presupuesto, a lo que los docentes exponen diferentes opiniones:

Docente 1: opina que los estudiantes deben fortalecer competencias que faciliten el dominio de operaciones básicas (no sólo una aplicación correcta de estas, sino en un orden correcto: por ejemplo, planteo, operación y respuesta), el cálculo de porcentajes, el uso de procesos matemáticos (bien planteados y bien desarrollados) y la elaboración de croquis y diagramas, para mejor comprensión observar el gráfico N°4).

Figura 4. Competencias matemáticas que deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para el cálculo de presupuesto de una obra, (según opinión del docente 1).



Fuente: elaboración propia.

Al tomar en cuenta la opinión del docente y relacionarla con la clasificación de competencias PISA que se utiliza en el presente trabajo (definidas en el capítulo anterior), el docente mencionado indica entonces que, para el cálculo de presupuesto de obra, se deben fortalecer las siguientes competencias matemáticas: al hablar de un planteo correcto del problema, se requiere que el estudiante realice un análisis de la situación expuesta por lo que la competencia por fortalecer en este caso corresponde a pensar y razonar.

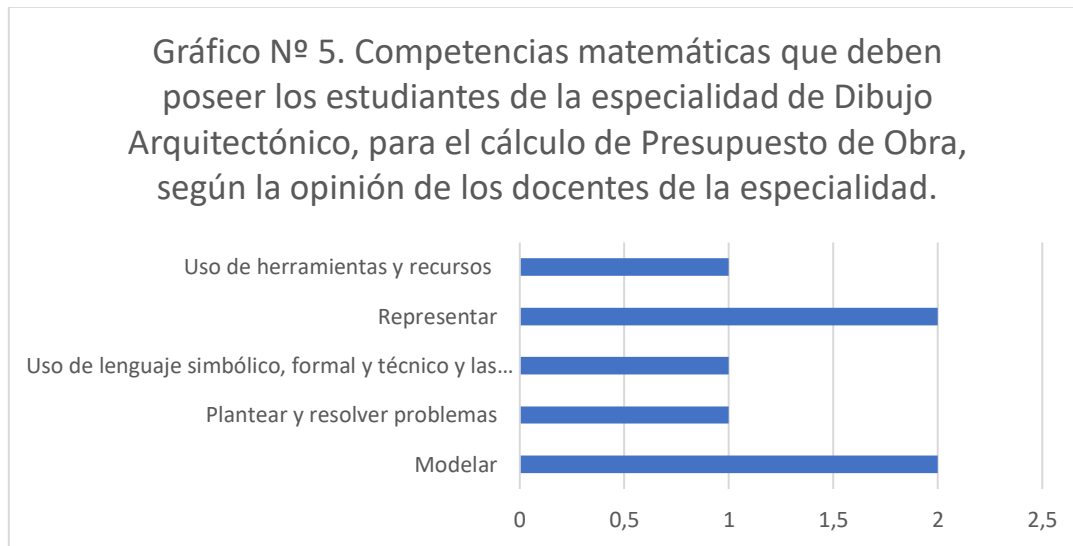
De la mano con la anterior competencia y unido al hecho de seguir un orden correcto de resolución para llegar al resultado final, se presenta también relación con las competencias *modelar, plantear y resolver problemas* y *representar*. Por otro lado, el dominio de operaciones básicas, cálculo de porcentajes y procesos matemáticos correctamente desarrollados están estrechamente ligados a la competencia relacionada con *el uso de lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones*. Finalmente, la elaboración de croquis y diagramas, se refiere a las competencias *uso de herramientas y recursos* y *representar*.

Docente 2: indica que los estudiantes deben fortalecer competencias que les permitan el desarrollo de percepción espacial: de dos dimensiones a tres dimensiones; comprensión de diferentes módulos constructivos, lo cual está ligado a la comprensión de áreas y volúmenes. Según la opinión de este docente, las competencias que requieren los estudiantes para el cálculo de presupuesto de obra, van en función de aquellas que tienen que ver con modelar y representar.

Al tomar en conjunto la opinión de ambos docentes, se obtiene el resultado que se presenta en el gráfico N°5, el cual se presenta a continuación.



Figura 5. Competencias matemáticas que deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para el cálculo de Presupuesto de Obra, según la opinión de los docentes de la especialidad.



Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, al tomar en conjunto la opinión de los docentes de la especialidad, se obtiene como resultado que las principales competencias por fortalecer en los estudiantes para el cálculo de presupuesto de obra son las competencias de representar y modelar. En cuanto a la competencia representar, involucra habilidades tales como decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones; igualmente escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito. Por otro lado, las habilidades que contempla la competencia *modelar* están relacionadas con la capacidad de estructurar el campo o situación que va a modelarse; traducir la realidad a una estructura matemática; interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático; reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados; comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones); incluso dirigir y controlar el proceso de modelización.

Sin embargo, a pesar de que las habilidades mencionadas anteriormente son las principales para fortalecer en los estudiantes, según los docentes de la especialidad, están consideradas otras competencias matemáticas: uso de herramientas y recursos; plantear y resolver problemas, así como, uso de lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones.

Al continuar con la entrevista se pretende conocer la opinión de los docentes, con respecto de qué habilidades se debe fortalecer, de forma específica, en cada competencia matemática en relación con el cálculo de presupuesto de obras civiles.

Acerca de la competencia matemática pensar y razonar, se les cuestiona a los docentes sobre cuáles aspectos consideran se deben fortalecer de dicha competencia en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico. En el caso del docente 1 hace referencia a que el estudiante debe analizar las situaciones que se le plantean y aplicar a la vida real, es decir: ¿cómo resolver problemas?; los estudiantes están acostumbrados a esforzarse lo mínimo, por lo que, dentro del cálculo de presupuesto, es importante que aprendan a cuestionarse, ya que se dan muchas “trampas” en el proceso; sin embargo, el estudiante no presta interés en este aspecto.

Por otro lado, el docente 2 considera que el estudiante no posee razonamiento lógico matemático; según su criterio, esto se debe a la forma como se han estructurado los planes de estudio, tanto de la especialidad como de las demás asignaturas; se ha limitado el razonamiento y el cuestionamiento de los estudiantes.

De los párrafos anteriores, se puede observar que un factor común en la opinión de ambos profesores es que el estudiante no es capaz de cuestionarse las situaciones que se le plantean. El primero considera que esto sucede por falta de interés del mismo estudiante; el segundo opina que se debe a un problema de organización del currículo. Lo importante por destacar en este aspecto es que el “cuestionarse” está relacionado con la habilidad que permite conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a las diferentes cuestiones que se le plantean al estudiante (habilidad que forma parte de la competencia pensar y razonar).

En relación con la competencia argumentar, el primer docente se refiere a ella como el aporte que realizan los estudiantes durante las lecciones de la especialidad; al respecto indica que es muy limitado, se expresan poco; sin embargo, se fomenta la participación de estos, buscando que compartan con otros compañeros la forma como resolvieron un problema. Según la opinión del segundo docente, a los estudiantes se les dificulta ligar los conocimientos entre ambas especialidades (matemática y dibujo arquitectónico); sin embargo, tienen una leve idea de cómo realizaron el proceso, aunque les cuesta expresarlo.

De nuevo, se encuentra un aspecto común al tomar en cuenta la opinión de los educadores. Al respecto, enfatizan en la dificultad que presenta el estudiante para expresar el análisis que realizó de una situación en particular, cómo lo resolvió y a la vez, justificar su respuesta. El punto que plantean los docentes hace referencia a las habilidades, seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos, así como crear y expresar argumentos matemáticos. Estas habilidades son bases fundamentales para desarrollar la competencia matemática argumentar.

Al analizar la competencia comunicar, ambos docentes comparten opiniones comunes que permiten determinar que las habilidades que se debe fortalecer en este aspecto: expresarse uno mismo en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita; entender enunciados sobre estas materias de otras personas en forma oral y escrita. Esto se concluye a raíz de que los entrevistados opinan que, si bien es cierto, el estudiante no ingresa a la especialidad con mucha facilidad para expresar sus ideas, criterios o soluciones con respecto de una situación, a lo largo de su paso por la formación que reciben por parte de los docentes, se fomenta poco a poco, la participación de los estudiantes. Dentro del cálculo de presupuesto, esto es muy importante, ya que permite visualizar los errores cometidos y obtener aprendizaje de lo expuesto por sus compañeros.

Continuando con el análisis de los aspectos que consideran los docentes se deben fortalecer en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, con respecto de las competencias matemáticas, según PISA, planteados en esta

investigación, se interroga a los docentes de dicha especialidad acerca de la competencia modelar. Según la opinión del docente 1, esta competencia es 100% indispensable, puesto que en la especialidad se aprende haciendo (modelo constructivista), por ello considera que es una competencia que debe poseer todo estudiante de dibujo arquitectónico. Por otro lado, el docente 2 indica que se debe fortalecer el trabajo de campo; es decir, se debe que el estudiante se adapte y comprenda la realidad en la que trabaja.

En función de las opiniones dadas por los docentes, las habilidades que se deben fortalecer en los estudiantes, según la competencia modelar, están en función de traducir la realidad a una estructura matemática; comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones); e interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático.

La siguiente competencia analizada corresponde a plantear y resolver problemas. Con respecto de esta, ambos docentes consideran que es una competencia fundamental en el cálculo de presupuesto de obra y es indispensable fortalecerla, ya que la mayoría de los estudiantes son poco críticos, además si se les varían las condiciones planteadas en un problema, no lo pueden resolver (están acostumbrados a que se les dé “todo hecho” o a resolver las situaciones de forma mecánica, por ello no se logra un aprendizaje significativo, ya que olvidan pronto).

A partir de esto, se concluye que las habilidades por fortalecer en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico están relacionadas con plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros, aplicados, de respuesta abierta, cerrados) y resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.

Una competencia que va de la mano con la resolución de problemas es la representar. Según la opinión de los profesores entrevistados, el principal aspecto por fortalecer en los estudiantes, en relación con la competencia mencionada, es la representación de situaciones de forma gráfica, ya sea con la ayuda de software o “a mano”. Al analizar las habilidades propuestas por PISA en relación con la competencia representar, se visualiza que los estudiantes requieren apoyo en la

decodificación, interpretación y en la forma de distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones; y escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.

Lo anterior muestra que la representación va más allá de un gráfico, boceto o dibujo, para esto se requiere determinar y escoger diferentes estrategias para representar una situación dada, sin dejar de lado el propósito que se desea alcanzar con dicha representación.

En cuanto a la competencia *uso de* lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones, los docentes coinciden en que se debe fortalecer el uso correcto de operaciones matemáticas, contextualizadas a la realidad del estudiante y a las diferentes situaciones que se le plantean en la especialidad. Opinan además que poseen poco manejo de estas herramientas. En este caso, se considera entonces, que entre las habilidades por fortalecer con relación a la competencia mencionada se tiene entonces el decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural; traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal; manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; y utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.

Finalmente, haciendo referencia a la competencia matemática usar herramientas y recursos, las habilidades que deben fortalecerse en los estudiantes que calculan el presupuesto de una obra, según PISA, corresponden a utilizar los recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados, pues los docentes opinan que se debe mejorar el uso de herramientas tecnológicas así como también el dibujo manual y la elaboración de maquetas (físicas y digitales); si no poseen herramientas a mano, deben aprender a sustituirlas.

En resumen, según los docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, se debe fortalecer un poco de cada competencia matemática sobre las que se les interrogó, pues a su criterio, poseen niveles muy básicos de estas o, por el contrario, algunos de los estudiantes no las han desarrollado aún.

Se procede a continuación a presentar los resultados obtenidos de los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, según los instrumentos aplicados.

#### 4.2.3 Resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados a los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.

El segundo instrumento aplicado fue un cuestionario a los estudiantes de Dibujo Técnico. Se aplicó el instrumento a 18 estudiantes de los 21 en total, esto debido a que algunos de ellos no se presentaron el día establecido para tal fin, por diferentes motivos: salud, compromisos personales o simplemente no quisieron hacerlo. A pesar de esto, esta cantidad de discentes representa una muestra significativa de la población (85.71%).

En seguida se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con la competencia matemática evaluada. Posteriormente se realiza un análisis más detallado de los niveles de funcionamiento en los que se logra ubicar a los estudiantes, según las habilidades mostradas por ellos al resolver y compartir los resultados del instrumento con la docente investigadora y sus demás compañeros, en presencia del docente de la especialidad de Dibujo Arquitectónico (Adrián Salguero Rojas).

#### **Cuadro N°6: Resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados a los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.**

<b>Categoría</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición operacional (Categorías de análisis)</b>	<b>Instrumento 2: Aplicado a estudiantes</b>
Competencias matemáticas.	Se definen las competencias matemáticas de la siguiente	<b>Pensar y razonar:</b> Esta competencia incluye (a)	1. Resuelva la situación que se le plantea a continuación: Se desea construir un proyecto habitacional

	<p>forma: “El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas”</p>	<p>plantear cuestiones propias de las matemáticas (¿Cuántos hay? ¿Cómo encontrarlo? Si es así, ¿entonces?); (b) conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a las cuestiones anteriores; (c) distinguir entre diferentes tipos de enunciados (definiciones, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos, afirmaciones condicionadas); y (d) entender y utilizar los conceptos matemáticos en</p>	<p>pequeño, compuesto por 12 casas, con un área aproximada de 80 metros cuadrados cada una. Si se sabe que el terreno en que se desean construir tiene un área total de 1200 metros cuadrados, que es de forma rectangular y uno de sus lados mide 100 m:</p> <p>a) ¿de qué forma ubicaría las 12 casas en dicho terreno?</p> <p>b) ¿es esta la única manera de hacerlo?</p> <p>A la opción a), la mayor parte de los estudiantes indica que colocaría las casas en dos hileras de 6 casas, una frente a la otra. Sin embargo, no especifican claramente cuánto espacio dejarían entre una y otra casa y, los que lo hicieron, no calcularon correctamente las medidas. Por otro lado, los 8 estudiantes restantes, indican que colocarían las casas en una sola hilera,</p>
--	---	--	--

		<p>su extensión y sus límites.</p>	<p>una a la par de la otra. De nuevo, la mayor parte de ellos no especifica correctamente la distancia que dejaría entre una y otra casa. Algunos pocos en este grupo, lograron indicar la distancia entre cada casa.</p> <p>En general, no analizan qué hacer con el espacio sobrante del terreno, después de ubicar las 12 casas en él.</p> <p>Seguidamente, para la opción b), de los 18 estudiantes, 17 contestaron que la forma como cada uno decidió colocar las casas en el terreno, no es la única forma; sin embargo, solamente dos de ellos lograron explicar sus razones por escrito; al exponer verbalmente los resultados obtenidos por cada uno, empezaron a surgir entre ellos otras ideas de cómo hacerlo.</p> <p>Por otro lado, una de las estudiantes indicó que la</p>
--	--	------------------------------------	---




			manera como ella las colocó (una junto a la otra, en una sola fila), era la única forma de distribuir las casas en el terreno, sin embargo, no justificó su respuesta, ni por escrito, ni de forma verbal.
		<p><b>Argumentar:</b> Esta competencia incluye (a) conocer lo que son las pruebas matemáticas y cómo se diferencian de otros tipos de razonamiento matemático; (b) seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos; (c) disponer de sentido para la heurística (¿Qué puede —o no— ocurrir y por qué?); y (d) crear y expresar</p>	<p>2. ¿Qué estrategias matemáticas utilizó para resolver la situación anterior? Al analizar esta competencia, se encuentra una situación interesante, el 33,33% de los estudiantes entrevistados (seis de ellos), no indicaron las estrategias empleadas para la solución del problema anterior ni de forma verbal ni escrita. Por otro lado, los 12 estudiantes restantes, afirmaron utilizar operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división), además del cálculo de áreas. Es interesante observar que 3 de ellos, indicaron, además de lo mencionado</p>

		argumentos matemáticos.	por los compañeros, que una estrategia adicional utilizada para determinar la solución, fue el apoyarse en un dibujo.
		<p><b>Comunicar:</b> Esta competencia incluye (a) expresarse uno mismo en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita; y (b) entender enunciados sobre estas materias de otras personas en forma oral y escrita.</p>	<p>3. ¿Qué opina sobre las estrategias utilizadas por sus compañeros para resolver la situación planteada inicialmente?</p> <p>4. ¿Cambiaría algo a la estrategia empleada por usted o a la de sus compañeros?</p> <p>De nuevo ocurre un fenómeno similar al presentado en la competencia anterior: seis de los estudiantes decidieron no responder a las preguntas 3 y 4.</p> <p>De los 12 estudiantes restantes, ocho consideran que las estrategias que utilizaron sus compañeros están correctas, o como lo indica la mayoría “están bien”, sin embargo, les realizarían cambios, sobre todo en el espacio que</p>

			<p>utilizarían para separarlas y en qué se podría hacer con el espacio restante: ubicar calles, parqueos, parque de recreo para niños, entre otros.</p> <p>Por otro lado, cuatro de los estudiantes no están de acuerdo con la estrategia empleada por sus compañeros, esto porque indican que no respetaron las medidas dadas, o porque la distribución no es correcta desde su punto de vista.</p>
		<p><b>Modelar:</b> Esta competencia incluye (a) estructurar el campo o situación que va a modelarse; (b) traducir la realidad a una estructura matemática; (c) interpretar los modelos matemáticos en términos reales:</p>	<p>5. Se desea construir un edificio con forma de prisma de base cuadrada. En la parte alta de dicho edificio, se quiere construir una habitación de forma piramidal recta, con una altura de siete metros. Represente la situación anterior de forma gráfica. En el caso de la representación gráfica, se tiene que tres estudiantes (16,67%) no realizaron dicha representación, por lo</p>

		<p>trabajar con un modelo matemático; (d) reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados; (e) comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones); y (f) dirigir y controlar el proceso de modelización.</p>	<p>que no se les puede ubicar en ningún nivel de dominio. Del restante 83.33%, seis estudiantes siguieron parcialmente las instrucciones, es decir, graficaron el edificio y no la habitación o viceversa o no siguieron alguna de las especificaciones dadas. El resto de los estudiantes (nueve), graficó lo que se le solicitó de forma muy general (boceto), sin embargo, algunos de ellos tomaron en cuenta más aspectos para realizar el gráfico, lo cual representa la diferencia en el nivel de dominio en que se les ubicó.</p>
		<p><b>Plantear y resolver problemas:</b> Esta competencia incluye (a) plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros, aplicados,</p>	<p>6. El dueño de una casa va a pintar el techo con anticorrosivo. Al averiguar sobre los precios y cantidades en que se venden, el vendedor le indica que <math>\frac{1}{4}</math> de galón, rinde para pintar <math>16 m^2</math> de superficie. a. ¿Cuántos galones de pintura necesita, si el</p>

		<p>de respuesta abierta, cerrados); y (b) resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.</p>	<p>techo por pintar posee las dimensiones que se muestran en la siguiente figura? (Considere isósceles tanto los triángulos como los trapecios dados).</p>  <p>En el caso de la competencia matemática <i>plantear y resolver problemas</i>, evaluada en el ejercicio N° 6, la mayor parte de los estudiantes logró encontrar, de forma aproximada lo que se le solicitó (11 estudiantes). Por otro lado, tres estudiantes dieron una respuesta sin un procedimiento que la justificara y cuatro alumnos decidieron no responder, por lo que a estos últimos no fue posible ubicarlos en un nivel de dominio de la competencia.</p>
--	--	---	---

		<p><b>Representar:</b></p> <p>Esta competencia incluye (a) decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones; y (b) escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.</p>	<p>7. En la situación anterior:</p> <p>a) ¿Cuánto le cuesta al dueño pintar el techo, si el precio del producto es 6795 colones?</p> <p>b) Si el producto se vendiera en litros, ¿cuántos litros se necesita para pintar el techo?</p> <p>Entre los resultados obtenidos al analizar la competencia matemática representar, cuatro de los estudiantes no responden ni resuelven ninguna operación relacionada con él, esto se debe a que no respondieron tampoco el ejercicio anterior y ambos iban de la mano.</p> <p>Por otro lado, entre los que respondieron de forma correcta o aproximada, se tiene poco más de la mitad de los estudiantes (11 estudiantes). Es importante destacar que algunos de ellos difieren en su respuesta, no porque esté</p>
--	--	---	--

			<p>incorrecta, sino porque no contemplaron que es posible comprar menos de un galón de pintura, y obtuvieron el costo en función de comprar dos galones completos.</p> <p>Tres estudiantes se alejaron bastante del valor real, (casi en el doble), lo que representa un error sustancial en el cálculo del presupuesto.</p>
		<p><b>Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones:</b></p> <p>Esta competencia incluye (a) decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural; (b) traducir desde el lenguaje natural al</p>	<p>8. Se va a construir una tapia perimetral para un terreno con forma de trapecio rectangular. La base menor de dicho terreno mide 12 metros, la base mayor mide 16 metros, y la altura corresponde al doble de la base menor menos dos metros.</p> <p>Asumiendo que los cimientos de dicha tapia ya se han construido:</p> <p>¿Cuántos bloques (aproximadamente) se necesita para construir una tapia de 3,5 metros de altura, sabiendo que las</p>

		<p>simbólico y formal; (c) manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; y (d) utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.</p>	<p>dimensiones del bloque que se va a utilizar son de 12cm×20cm×40cm?</p> <p>Si cada bloque cuesta 419 colones, ¿cuánto cuesta construir dicha tapia aproximadamente?</p> <p>Al analizar la competencia matemática <i>utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones</i>, ocho estudiantes obtuvieron cálculos correctos o muy aproximados; cinco estudiantes resolvieron parcialmente el ejercicio y otros cinco no respondieron. Al estar involucrados diferentes cálculos y uso de fórmulas para obtener el resultado final, se toma en cuenta lo desarrollado por el estudiante, para ubicarlo en cierto nivel de dominio.</p>
		<p><b>Usar herramientas y recursos:</b> Esta competencia incluye utilizar los recursos y herramientas</p>	<p>9. Para la situación anterior: Elabore un gráfico, en el plano cartesiano, donde se represente el costo de los primeros 1000 blocks, utilizando una escala de 100 para representar el número</p>



		<p>familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados.</p>	<p>de bloques, y una escala de 40000, para representar el costo.</p> <p>Finalmente, para el análisis de la competencia <i>uso herramientas y recursos</i>, se tiene que seis estudiantes, no realizaron el gráfico; cuatro estudiantes lo hicieron de forma parcial (elaboraron una tabla de valores pero no supieron cómo representarlo en el plano cartesiano y el resto de los ocho estudiantes utilizaron diferentes tipos de gráficos: lineales, barras o puntos; se les ubica en diferentes niveles, puesto que algunos cometieron errores de escala o no representaron todo lo que se les solicitó.</p>
--	--	--	--

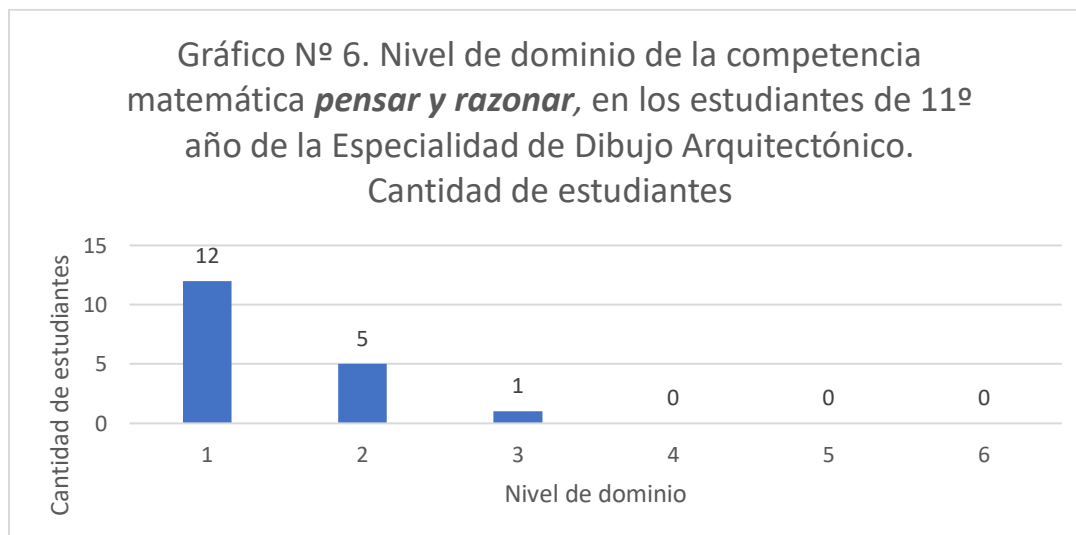
Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.4. Análisis de Resultados del cuestionario.

A raíz de las respuestas presentadas y habilidades mostradas por los estudiantes, tanto de forma escrita como verbal, se logra determinar en qué nivel de funcionamiento, correspondiente a cada competencia matemática se ubican los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.

Al analizar la primera competencia matemática evaluada, pensar y razonar, se logra determinar que el nivel de dominio de dicha competencia es muy básico: Obsérvese el gráfico N° 6.

Figura 6. Nivel de dominio de la competencia matemática pensar y razonar, en los estudiantes de 11º de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes.



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el gráfico anterior, doce estudiantes (66.67%) se ubican en el nivel 1; cinco estudiantes (27.78%) en el nivel 2 y, únicamente un estudiante (5.56%), se ubica en el nivel 3. Tomando en cuenta que en total son seis niveles de dominio, (según lo menciona Rico, L (2006), se demuestra que los estudiantes realizan tareas muy básicas a la hora de analizar una situación, tal y como lo mencionaban los docentes de la especialidad. El nivel 1, como se indica en el capítulo anterior, se refiere a que los estudiantes son capaces de dar una respuesta a situaciones planteadas en contextos conocidos, responden espontáneamente a estímulos generados a partir de situaciones obvias y realizan procedimientos rutinarios al seguir instrucciones dadas claramente, tal y como lo mencionaron los docentes; sin embargo, desde el punto de vista de estos, ello se debe a que los estudiantes no muestran interés y se esfuerzan poco. Es en este nivel donde se ubica la mayor parte de los estudiantes.

Continuando con la siguiente competencia matemática, argumentar, obsérvese el gráfico N°7.

Figura 7. Nivel de dominio de la competencia matemática argumentar, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Porcentaje de estudiantes.



Fuente: elaboración propia.

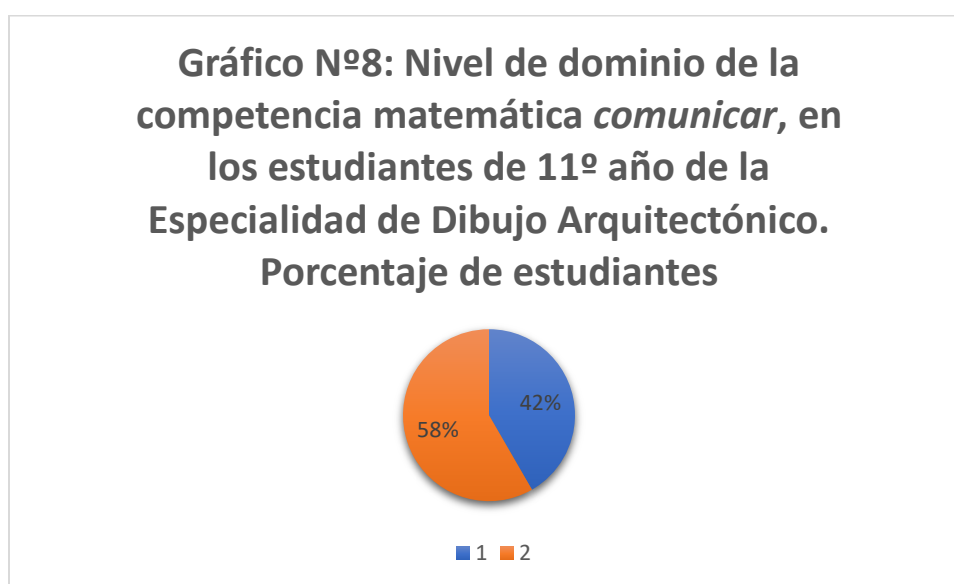
Como se aprecia en el gráfico anterior, no fue posible ubicar a seis estudiantes dentro de un nivel de dominio, ya que no fueron capaces de expresar de forma verbal o escrita, las estrategias empleadas para la solución del problema N° 1 en las secciones a) y b); esta cantidad de estudiantes representa una tercera parte de la muestra estudiada. Sin embargo, es interesante indicar que del 66,66% restantes de los estudiantes, la mitad de ellos se ubica de nuevo en un nivel de dominio 1, (el cual fue explicado en el párrafo anterior) y, la otra mitad, se ubica en un nivel de dominio 2.

A pesar de que de nuevo los estudiantes se ubican en un nivel de dominio básico, en lo que se refiere a la competencia argumentar, se muestra que les es más sencillo expresar cómo resolver un problema que realizar la solución de este.

En el caso del nivel 2, los estudiantes que se ubican en él son capaces de interpretar y reconocer situaciones que requieren de cierta inferencia, además, como lo indican de los discentes, se pueden valer de procedimientos matemáticos básicos para interpretar resultados.

Para analizar la competencia comunicar, véase el gráfico N°8.

Figura 8. Nivel de dominio de la competencia matemática comunicar, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Porcentaje de estudiantes.



Fuente: elaboración propia.

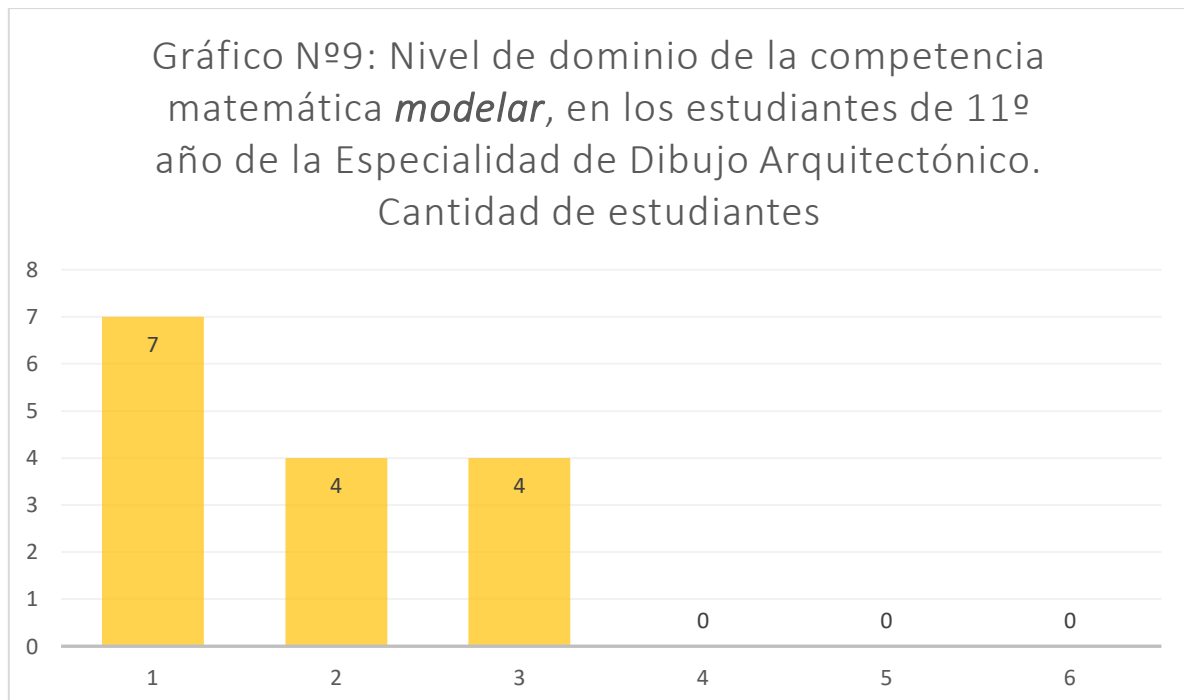
Puede apreciarse en este gráfico N°8, que a pesar de que, de nuevo, el 33,33% de los estudiantes tomó la decisión de no expresar sus ideas, el 58% de ellos se pudo ubicar en un nivel de dominio 2, mientras que el restante 42%, se ubica en el nivel 1. Así como lo expresaban los docentes, al estudiante de la especialidad de Dibujo Arquitectónico se le dificulta el transmitir lo que piensa, algunas veces por inseguridad, vergüenza, o porque simplemente no desea hacerlo.

En el caso de esta competencia matemática, al estudiarse tanto de forma verbal como escrita, se pudo observar que, conforme algunos estudiantes se animan a participar, el resto de ellos se ven motivados a hacerlo.

De nuevo se muestra entonces, un nivel básico de dominio de dicha competencia matemática.

En relación con la competencia matemática modelar, obsérvese el gráfico N°9.

Figura 9. Nivel de dominio de la competencia matemática modelar, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes.

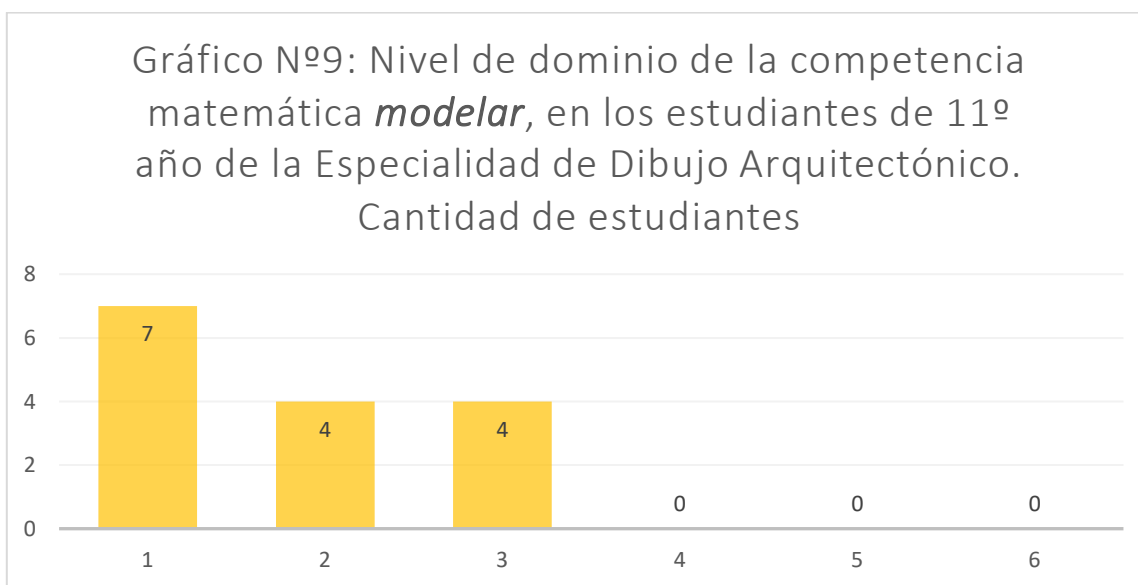


Fuente: elaboración propia.

En este gráfico, nuevamente se puede observar que los estudiantes se ubican en un nivel básico de dominio. Siete de los 18 estudiantes (38,89%), en el nivel 1; cuatro estudiantes presentan un nivel de dominio 2 de la competencia estudiada (22,22% de la población analizada). Merece especial atención al estudiar la competencia matemática modelar, que el 22,22% de los estudiantes, se ubican en el nivel 3 de dominio, (ver gráfico N° 9), el cual (Según Rico, 2006), se refiere a que los alumnos son capaces de realizar procedimientos descritos con claridad, que requieren decisiones secuenciales, además saben interpretar y utilizar diferentes representaciones.

Los resultados descritos anteriormente, haciendo referencia a la competencia modelar, podría decirse que eran “esperados”, en el sentido de que dicha competencia se trabaja mucho y es básica de desarrollar en la especialidad.

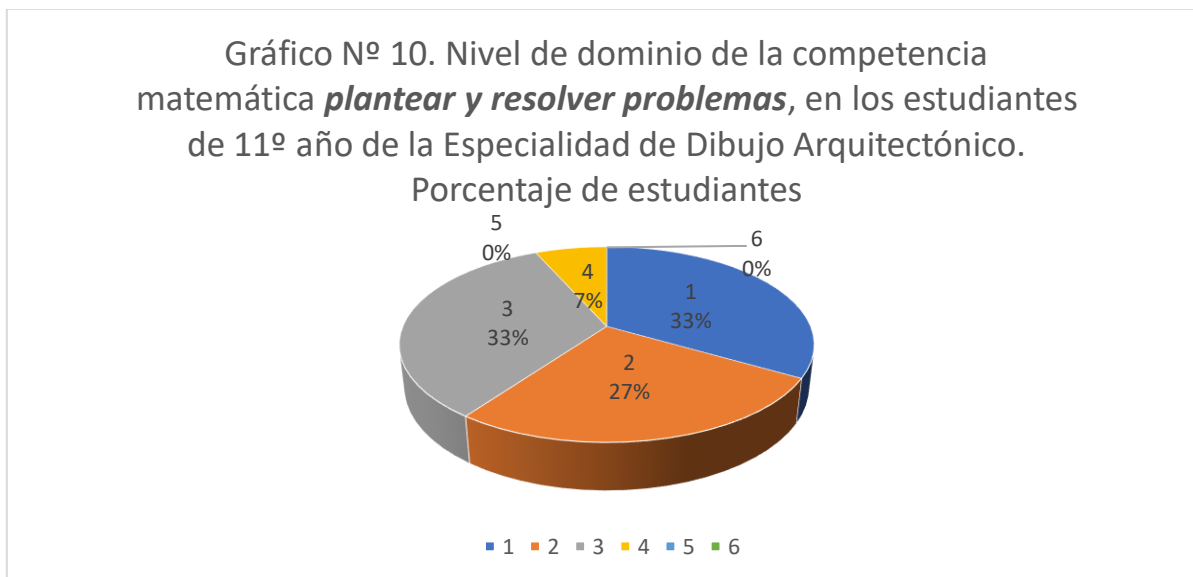
Finalmente, el 16,67% restante no se ubica en ningún nivel de dominio de la competencia, pues no realizó la representación solicitada.



Fuente: elaboración propia.

Continuando con el análisis de resultados obtenidos con el instrumento, es importante destacar los datos resultantes al estudiar la competencia plantear y resolver problemas. Para ello véase el gráfico N° 10.

Figura 10. Nivel de dominio de la competencia matemática plantear y resolver problemas, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Porcentaje de estudiantes.



Fuente: elaboración propia.

Como se visualiza en el gráfico anterior, a pesar de que los docentes consideran que el estudiante presenta dificultad en esta competencia, es una en las que más se ofrece variabilidad en la distribución de los datos, puesto que los estudiantes se ubican desde el nivel 1 hasta el nivel 4, en cuanto al dominio de dicha competencia. Si bien es cierto, sólo un estudiante (5,55% de la muestra) se ubica en este último nivel de dominio (4), es menor la cantidad de estudiantes que se ubican en el nivel 1 (5 estudiantes, que corresponden a un 27,78% del total), al igual que en el nivel 3; en el nivel 2 se busca el resto de los estudiantes (cuatro estudiantes). De nuevo, tres estudiantes deciden no expresar su respuesta.

Con respecto del nivel de dominio 4, este indica que el estudiante que se ubica en él es capaz de seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluyendo las simbólicas y asociándolas directamente a situaciones del mundo real. Los alumnos de este nivel saben utilizar habilidades bien desarrolladas y razonar con flexibilidad

y cierta perspicacia en estos contextos. Pueden elaborar y comunicar explicaciones y argumentos basados en sus interpretaciones, argumentos y acciones.

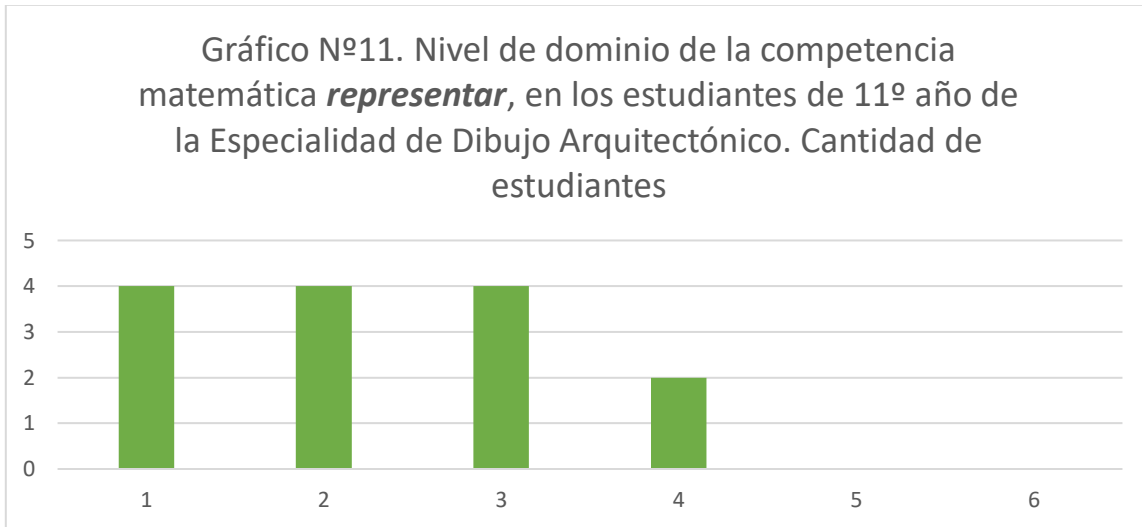
Una de las razones que podría generar tal variabilidad en los datos, mencionada anteriormente, con respecto del análisis de otras competencias, es que como se mencionó en el capítulo dos, el programa de estudios de Matemática está basado en la resolución de problemas, lo que podría estar fortaleciendo dicha competencia en los estudiantes.

Otro aspecto relevante por contemplar en este análisis es que además de una correcta interpretación del problema, los estudiantes requerían del uso de fórmulas geométricas que no recordaban, por lo que al inicio se les dificultó el desarrollo del ejercicio, sin embargo, cuando se les especificó que podían buscar dichas fórmulas en internet, la solución se tornó más sencilla para ellos. En este sentido, coincide con lo expresado por los docentes, al indicar que en algunas ocasiones los estudiantes requieren de la ayuda del profesor para dar solución a un ejercicio o problema, sin embargo, se puede apreciar que, en este caso, esto no significa que el estudiante no sepa qué hacer, sino que necesita es una pequeña herramienta que le permita llegar de un punto a otro, en este caso, la fórmula.

Una situación similar ocurre al analizar la competencia matemática representar. A pesar de que los datos obtenidos se distribuyen de manera más uniforme a través de los niveles de dominio, como se puede apreciar en el gráfico N°11.



Figura 11. Nivel de dominio de la competencia matemática representar, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes.



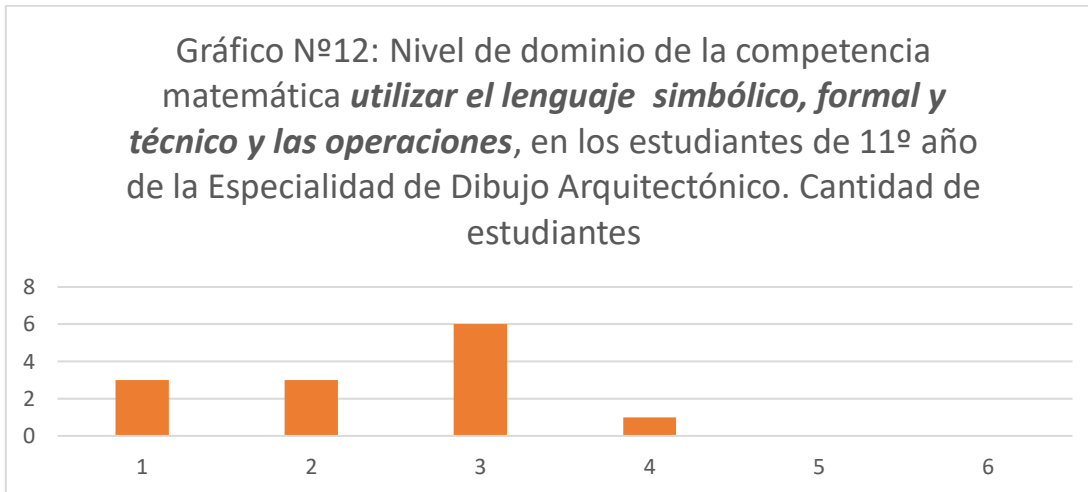
Fuente: elaboración propia.

Como puede verse en el gráfico, aumenta el número de estudiantes que se ubican en el nivel 4, (dos estudiantes, para un equivalente del 11.11% de los estudiantes estudiados); por otro lado, en los niveles de dominio 1, 2 y 3, se ubica la misma cantidad de estudiantes, (cuatro en cada uno), lo que corresponde a un 22,22% en cada nivel. Este mismo porcentaje equivale a los estudiantes que no resolvieron la situación planteada.

En el análisis de la competencia representar, algunos aspectos importantes de mencionar son: casi la mitad de los estudiantes que dio solución al ejercicio, lo hizo de forma correcta o muy aproximada al valor real de lo que se le solicitaba, mientras que la otra mitad, lo calculó en casi más del doble, lo que se debió, en gran medida, a la conversión de unidades realizada, o a errores que se arrastran del ejercicio anterior. Esto coincide con lo que externan los docentes de la especialidad, al indicar que uno de los errores más comunes que cometen los estudiantes es precisamente el de la conversión de unidades, lo que conlleva a un error en el cálculo del presupuesto.

Continuando con el estudio de competencias matemáticas, al analizar la competencia matemática utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones, observemos el gráfico N°12.

Figura 12. Nivel de dominio de la competencia matemática utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones, en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes.



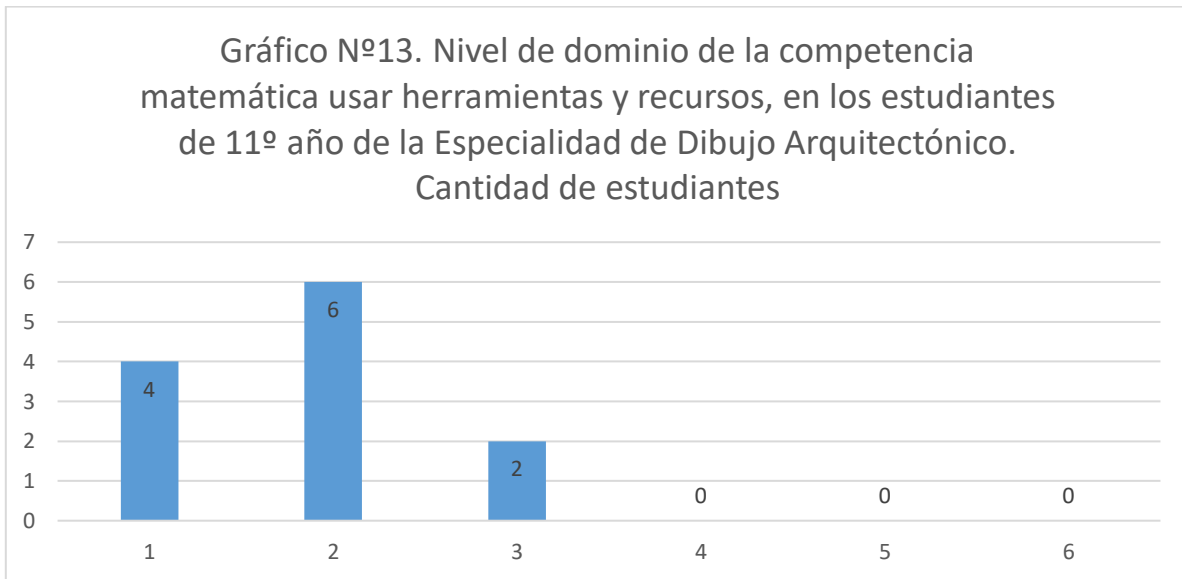
Fuente: elaboración propia.

En este gráfico, se tiene una situación que no había sido presentada en las otras competencias: el nivel de dominio con mayor frecuencia, en este caso, equivale al nivel 3 que representa el 33,33% de los estudiantes. Esto podría deberse a que, como se indica en el análisis de las competencias anteriores, el uso de fórmulas y operaciones, no es de gran dificultad para los estudiantes. Sin embargo, a pesar de ello, cinco estudiantes (el 27, 78% del total) decidieron no dar solución al ejercicio planteado.

Por otro lado, como se aprecia en el gráfico anterior, los niveles de dominio 1 y 2, presentan igual distribución (tres estudiantes cada uno, con un porcentaje del 16,67% en cada nivel) y únicamente un estudiante (5,56%) se ubica en el nivel de dominio 4.

Y finalmente, al estudiar la competencia matemática usar herramientas y recursos, obsérvese el gráfico N°13.

Figura 13. Nivel de dominio de la competencia matemática usar herramientas y recursos, en los estudiantes de 11<sup>o</sup> año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. Cantidad de estudiantes.



Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en el gráfico, se tiene que la tercera parte de los estudiantes (33,33%) no se pudo ubicar en un nivel de dominio, puesto que no presentaron la información solicitada. Por otro lado, los niveles 1 y 2, vuelven a ser los niveles donde se ubica la mayor parte de los estudiantes: en total 10 estudiantes, cuatro en el nivel de dominio 1 (22,22%) y seis en el nivel de dominio 2 (33,33%). En el nivel 3, se ubican 2 estudiantes (11,11%). La mayor dificultad presentada en esta competencia es el uso de escalas en el plano. Además, un aspecto importante de resaltar es que a pesar de que se les solicitó representar por medio de un gráfico, los estudiantes utilizaron diferentes tipos: lineales, de barras o simplemente, la colocación de puntos en el plano.

Esto podría indicar la diversidad existente en los razonamientos e interpretaciones que realizan los estudiantes, sin que esto ocasione que su representación sea incorrecta.

Para finalizar el presente análisis, se procede a triangular los resultados obtenidos entre docentes y estudiantes.

#### 4.3 Triangulación de resultados.

Una vez presentados los resultados obtenidos al aplicar la entrevista a los docentes y el cuestionario a los estudiantes, se prosigue con un análisis final, donde se muestran los aspectos en común extraídos de ambos instrumentos.

Los resultados presentados a continuación serán la base para la elaboración de la propuesta que pretende fortalecer competencias matemáticas en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, específicamente en el cálculo de presupuestos de obras civiles.

Para analizar más a fondo los resultados obtenidos, se procede a contrastarlos con los objetivos específicos planteados en el I Capítulo de este trabajo.

##### 4.3.1 Identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles.

Según lo expuesto por los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico, las habilidades que deben fortalecerse en los estudiantes que cursan dicha especialidad en el nivel de 11° año del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno de acuerdo con las competencias matemáticas PISA, se resumen a continuación en el cuadro 7.

**Cuadro N°7: Habilidades que deben fortalecerse en los estudiantes que cursan la especialidad de dibujo arquitectónico en el nivel de 11° año del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno de acuerdo con las competencias matemáticas PISA y la opinión de los docentes de dicha especialidad.**

<b>Competencias matemáticas</b>	<b>Habilidades a fortalecer</b>
Pensar y razonar	Conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a las diferentes cuestiones que se le plantean al estudiante
Argumentar	Seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos. Crear y expresar argumentos matemáticos.
Comunicar	Expresar en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita. Entender enunciados sobre estas materias de otras personas en forma oral y escrita
Modelar	Traducir la realidad a una estructura matemática; comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones). Interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático.
Plantear y resolver problemas	Plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros, aplicados, de respuesta abierta, cerrados). Resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.
Representar	Decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones. Escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.
Utilizar el lenguaje simbólico,	Decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural.

formal y técnico y las operaciones	Traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal; manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas. Utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.
Uso de herramientas y recursos.	Utilizar los recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados.

Fuente: elaboración propia.

Para identificar las competencias matemáticas necesarias que deben poseer los estudiantes, se utilizó el criterio experto de los docentes, puesto que ellos saben específicamente, cuáles son las habilidades que requieren los alumnos, para calcular correctamente el presupuesto de una obra civil.

4.3.2 Determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo con las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles.

De acuerdo con el análisis presentado anteriormente, sobre los resultados obtenidos del instrumento aplicado a los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, se desprende que requieren fortalecer habilidades en cada una de las competencias matemáticas propuestas por la OCDE, por medio de las pruebas PISA, ya que, en la mayor parte de las competencias evaluadas, los estudiantes se ubican entre los niveles de dominio 1 y 3, es decir, la mayor parte de ellos presenta un nivel de dominio básico e incluso, como se demostró en dichos resultados, algunos de los alumnos no poseen dominio alguno de estas competencias.

A partir de estos resultados, se obtiene la siguiente información sobre las habilidades que se debe fortalecer de cada competencia evaluada, para mejorar el cálculo de presupuestos de obras civiles. Dicha información se resume en el cuadro N°8.

**Cuadro N°8: Habilidades que deben fortalecerse en los estudiantes que cursan la especialidad de Dibujo Arquitectónico en el nivel de 11° año, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, de acuerdo con las competencias matemáticas que propone la OCDE por medio de las pruebas PISA, según la opinión de los docentes de la especialidad y los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a estudiantes.**

<b>Competencias matemáticas</b>	<b>Habilidades a fortalecer</b>
Pensar y razonar	<p>Conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a las diferentes cuestiones que se le plantean al estudiante.</p> <p>Entender y utilizar los conceptos matemáticos en su extensión y sus límites.</p>
Argumentar	<p>Seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos.</p> <p>Disponer de sentido para la heurística (¿Qué puede —o no— ocurrir y por qué?).</p> <p>Crear y expresar argumentos matemáticos.</p>
Comunicar	<p>Expresar en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita.</p> <p>Entender enunciados sobre estas materias de otras personas en forma oral y escrita</p>
Modelar	<p>Traducir la realidad a una estructura matemática; comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones).</p> <p>Interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático.</p> <p>Reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados.</p> <p>Dirigir y controlar el proceso de modelización.</p>
Plantear y resolver problemas	<p>Plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros, aplicados, de respuesta abierta, cerrados).</p>

	Resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.
Representar	Decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones.  Escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.
Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones	Decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural.  Traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal; manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas.  Utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.
Uso de herramientas y recursos.	Utilizar los recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados.

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior y, al compararlo con el cuadro N°2, al tomar en conjunto las opiniones de los docentes de la especialidad y al unirlas con los resultados obtenidos de los estudiantes, se hace evidente que se tiene muchas semejanzas entre ambos, sin embargo, se agregan al cuadro anterior (N°3), habilidades que no habían sido tomadas en cuenta por los docentes; sin embargo, sí se detectó que era necesario fortalecer, al aplicar el instrumento a los alumnos.

Tomando como base este último cuadro, se elaborará entonces, la estrategia de aprendizaje mediante talleres para fortalecer las competencias matemáticas los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles. Esto es lo que se persigue en el tercer objetivo específico del presente trabajo.



Se puede concluir en este capítulo de análisis de resultados que se hace importante recalcar que si bien es cierto, tanto en la Política Curricular (2016), la Política Educativa (2017) y en los Programas de Estudio de la asignatura de Matemática (2012), como en el de la especialidad de Dibujo Arquitectónico (2010), se pretende que la educación pública desarrolle habilidades y competencias en los estudiantes, no sólo laborales sino también para la vida, la realidad de la educación es otra: por un lado, en la entrevista realizada a los docentes se pudo descubrir que los docentes conocen poco acerca de las políticas mencionadas y por otro, relacionaban en un inicio las competencias matemáticas con contenidos matemáticos, dejando de lado otras habilidades matemáticas que los estudiantes deben poseer.

Además, si bien es cierto, los estudiantes tienen niveles de dominio básicos en cuanto a competencias matemáticas se refiere, se deduce la importancia de fortalecer estas habilidades, no sólo para el cálculo de presupuesto de una obra, sino también para que sean capaces de enfrentarse al contexto laboral, personal, profesional, social, económico, en el que se desenvuelven día con día.

En síntesis, de la comparación de los resultados obtenidos en ambos instrumentos, se requiere implementar una estrategia en la que se fortalezca tantos contenidos matemáticos, relacionados estos con el ámbito cognitivo (saber - conocer) y por otro lado, fortalecer competencias matemáticas que involucran actitudes, habilidades, valores, métodos (saber – saber, saber – hacer, saber – ser).

# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Al realizar la presente investigación sobre qué competencias matemáticas deben fortalecer los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles, se obtuvo las siguientes conclusiones, según los objetivos propuestos.

En relación con el objetivo específico número uno, (identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles), se concluye, según la opinión de los docentes, que las habilidades por fortalecer en los jóvenes que cursan dicha especialidad corresponden a las que se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro N°9: Principales habilidades que deben fortalecerse en los estudiantes que cursan la especialidad de Dibujo Arquitectónico en el nivel de 11° año del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno de acuerdo con las competencias matemáticas PISA y la opinión de los docentes de dicha especialidad.**

Competencias matemáticas	Habilidades por fortalecer
Pensar y razonar	Conocer los tipos de respuestas que ofrecen las Matemáticas a las diferentes cuestiones que se le plantean al estudiante.
Argumentar	Seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos. Crear y expresar argumentos matemáticos.
Comunicar	Expresar en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita. Entender enunciados sobre estas materias de otras personas en forma oral y escrita.

Modelar	<p>Traducir la realidad a una estructura matemática; comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones).</p> <p>Interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático.</p>
Plantear y resolver problemas	<p>Plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros, aplicados, de respuesta abierta, cerrados).</p> <p>Resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.</p>
Representar	<p>Decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones.</p> <p>Escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.</p>
Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones	<p>Decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural.</p> <p>Traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal; manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas.</p> <p>Utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.</p>
Uso de herramientas y recursos	<p>Utilizar los recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados.</p>

Fuente: elaboración propia.

Al analizar el objetivo específico número dos de esta investigación, el cual pretende determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo con las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles, se pudo concluir que dichos estudiantes presentan gran dificultad en el tema de Presupuesto de Obra, lo cual se encuentra estrechamente ligado al deficiente desarrollo previo de competencias matemáticas que poseen los alumnos al cursar el nivel de 11° año.

El análisis de dicho objetivo se realiza a partir de las principales competencias matemáticas que se deben fortalecer en los estudiantes de la especialidad, (tomando como base las competencias propuestas por la OCDE, en las pruebas PISA y los resultados obtenidos de la entrevista realizada a los docentes), y que, con el fin de mejorar su habilidad para el cálculo de presupuesto de una obra, se determinan las siguientes: pensar y razonar; argumentar; comunicar; modelar; plantear y resolver problemas; representar; utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones; usar herramientas y recursos. Además, como eje transversal a dichas competencias, se concluye, además, que es importante reforzar contenidos matemáticos, específicamente del área de Geometría, operaciones básicas, conversiones y visualización del espacio en tres dimensiones.

De la información anterior, se desprende un dato que merece la pena resaltar: si bien es cierto, los docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico conocen el significado de lo que es una competencia y su relación con la capacidad o la habilidad para hacer o realizar una tarea de forma correcta, no se encuentran familiarizados con el concepto de competencia matemática, pues se tiende a confundir con contenido matemático.

La situación expuesta anteriormente podría generar la idea de que si los estudiantes presentan poco dominio de ciertas competencias matemáticas, es quizás porque los educadores (haciendo referencia no sólo a los docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico sino también a los docentes de la asignatura de Matemática), no tienen claro lo que son o no están del todo familiarizados con este concepto, a

pesar de que, como se mencionó en los capítulos anteriores, tanto la Política Educativa como la Política Curricular vigentes, indican que en todas las asignaturas, se debe fortalecer el desarrollo de competencias en los estudiantes, no sólo para que las apliquen en su vida laboral, sino también en su cotidianidad y a lo largo de toda su vida.

Por otro lado, una vez que se determinan las competencias matemáticas que requieren los estudiantes para el cálculo de presupuesto de una obra civil, se procede entonces a evaluar el nivel de dominio que los estudiantes poseen de cada una de ellas. Los niveles de dominio están relacionados con los procesos que intervienen al aplicar cada competencia. De esta manera se obtiene los siguientes resultados, según los datos obtenidos de la mayoría de los estudiantes:

- En el nivel dominio 1, donde los procesos involucrados se refieren a acciones básicas tales como dar respuestas a preguntas donde toda la información está dada, donde los procedimientos son rutinarios o las respuestas se desprenden de forma directa de los datos dados, se encuentran las competencias matemáticas: pensar y razonar y modelar.
- El nivel de dominio 2 involucra procesos tales como interpretar, extraer información o deducir de forma directa, utilizando algoritmos o procedimientos convencionales. En este nivel se ubica, según lo mostrado en la mayoría de los estudiantes, las competencias: comunicar; plantear y resolver problemas; uso de herramientas y recursos.
- Para el nivel de dominio 3, donde los procesos involucrados se refieren a la ejecución de procedimientos que requieren decisiones secuenciales, se pueden seleccionar diferentes estrategias de solución o comunicar diferentes interpretaciones, análisis o razonamientos. En este nivel se ubica la competencia uso de lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones
- En varios niveles de dominio, se ubican las competencias matemáticas argumentar y representar. En la primera, la misma cantidad de estudiantes se ubicaron tanto en el nivel 1 y nivel 2 de dominio; para la segunda

competencia, se dio el mismo fenómeno, sin embargo, los estudiantes se ubicaron, en igual cantidad, en los niveles de dominio 1, 2 y 3.

- Muy pocos, o ningún estudiante se ubicó en niveles de dominio superiores, (4, 5 o 6). En estos niveles los procesos tienden ser más complejos: las inferencias o respuestas no son tan obvias o directas a partir de los datos dados; se requiere de un análisis más complejo de las situaciones, así como también de procesos más elaborados.

En conclusión, según los resultados obtenidos a partir del estudio de los objetivos específicos de este trabajo, los jóvenes tienen un nivel de dominio básico en las competencias matemáticas, que se necesitan para la elaboración de presupuestos de obras civiles, en la especialidad de dibujo arquitectónico, lo que hace necesario tomar medidas urgentes para ayudarlos a solventar las dificultades que poseen, lo cual es evidente.

Para finalizar con las conclusiones de esta investigación, como se mencionó anteriormente, se hace necesario el diseño de una estrategia de aprendizaje mediante talleres para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles, como lo indica el objetivo número tres de esta investigación. En síntesis, dado que el nivel de dominio presentado por los estudiantes que cursan la especialidad de Dibujo Arquitectónico es muy básico en la mayoría de las competencias matemáticas, se hace indispensable el fortalecimiento de cada una de las competencias expuestas anteriormente, con el fin de mejorar la comprensión y facilitar la elaboración de presupuestos de obra civil.

Lo anterior podría contribuir no solo a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de dibujo arquitectónico, sino también, a minimizar el margen de error que podrían cometer al ejercer su profesión, de forma tal que no se vean involucrados en situaciones de pérdidas para la empresa que los contrata o en denuncias legales, por los posibles errores que podrían cometer, los cuales implican sanciones de consideración, como las expuestas anteriormente en los capítulos iniciales.

## RECOMENDACIONES

A raíz de las conclusiones a las que se ha llegado por medio de esta investigación y, una vez determinadas las competencias matemáticas por fortalecer en los estudiantes de 11º año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para el cálculo de presupuesto de obras civiles, se plantean las siguientes recomendaciones:

### 1. Al Ministerio de Educación Pública.

Tanto la Política Educativa como la Política Curricular se dieron a conocer mediante circulares dirigidas a autoridades del Ministerio de Educación Pública (directores regionales, supervisores, asesores regionales, entre otros) y a directores y docentes de todos los centros educativos del país, dichas circulares son muy limitadas en la información que brindan con respecto de las políticas que presentan y, se da la libertad de cada persona que lea las políticas las interprete de forma subjetiva. Por ejemplo, mediante circular DDC-0347-02-2017 (Anexo 6), se comunica el acuerdo 07 – 64 – 2016 del Consejo Superior de Educación, en el cual se aprueba la nueva Política Curricular: Educar para una nueva ciudadanía, en la que, se invita a todos aquellos a quienes va dirigida la circular (mencionados anteriormente), a “leer, reflexionar y ejecutar” dicha política, sin especificar el procedimiento y el método adecuado para hacerlo.

Si bien es cierto, es obligación del docente mantenerse actualizado en aspectos educativos, técnicos y curriculares de su quehacer, tal como lo indica el Código de Ética de COLYPRO (Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes), en el Capítulo I, Artículo 3, sobre los Deberes de los colegiados y las colegiadas, en el inciso i, se menciona: “Desarrollar una permanente actitud de actualización profesional, académica, pedagógica y metodológica atinente a su función” (2009, p. 6), corresponde a las autoridades del Ministerio de Educación Pública dictar la forma como se van a implantar las políticas, justificarlas y asegurarse de que todos los actores que intervienen en el proceso educativo las conozcan, comprendan y las lleven a la práctica correctamente.

Es por esta razón que se recomienda al Ministerio de Educación Pública, la capacitación del personal docente y administrativo de los centros educativos con el



fin de mitigar errores involuntarios en los docentes a causa del desconocimiento de las Políticas Educativa y Curricular vigentes en el país, errores que repercuten en la formación de los estudiantes.

En relación con la presente investigación, se concluye que situaciones que se han presentado por falta de conocimiento de las Políticas mencionadas, son las siguientes:

- Se concibe la competencia desde un punto de vista meramente profesional, con la idea de que, como se menciona en el Programa de Estudios de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico (2009):

Desde la perspectiva de la educación basada en normas de competencia la formación para el trabajo busca desarrollar los atributos del sujeto para aplicarlos de manera óptima e inteligente en las tareas de su ocupación laboral y permite la transferencia de las competencias a diferentes contextos y situaciones de trabajo. (p. 19)

Sin embargo, este no es el fin último de la enseñanza basada en competencias, ya que como se menciona en el mismo Programa de Estudios, las competencias son habilidades que se desea que el estudiante aplique en diferentes ámbitos de su vida social, personal o laboral. Al respecto menciona: “Las competencias se entienden como: “Un conjunto integrado de conocimientos, procedimientos, actitudes y valores, que permite un desempeño satisfactorio y autónomo ante situaciones concretas de la vida personal y social” (p.3).

Es así, como se hace indispensable que el docente, no sólo de las especialidades técnicas, sino también del área académica, comprendan que el desarrollo de competencias es un trabajo que le corresponde a todos, desde el punto de vista del área que se imparte, así como desde la integración del conocimiento de todas ellas, tal y como lo plantean las políticas vigentes.

En relación con el comentario anterior, muchos docentes continúan concibiendo el área de conocimiento que imparten de forma aislada, sin comprender la importancia que posee la formación integral en el estudiante. Desde la entrada en vigor de la

Política Educativa anterior, Política Educativa hacia el Siglo XXI (1994), se pretende, acerca de la educación costarricense:

En resumen, el cambio de paradigma en la transición hacia el siglo XXI se caracteriza por una concepción de "transdisciplinariedad", en donde las disciplinas de naturaleza científica tradicional y las ciencias sociales y humanas se interconectan y se afectan mutuamente. El dominio de las disciplinas es un paso necesario para manejar la transición hacia formas innovadoras de correlación e integración del conocimiento, hacia una ética del desarrollo y a un Humanismo renovado que ubique al ser humano en el centro de las tareas del desarrollo y de la búsqueda del conocimiento. (p. 2)

Así desde hace más de dos décadas atrás, se pretende que la educación costarricense integre las diferentes asignaturas con el propósito de que el conocimiento que adquiera el estudiante le permita adaptarse con éxito a la sociedad, a la escuela y al mundo laboral al que debe enfrentarse.

A pesar de lo anterior, existen en la actualidad educadores que continúan considerando la educación como el conjunto de asignaturas aisladas, sin tomar en cuenta la importancia que representa la integración del conocimiento, tal como se pudo demostrar en la presente investigación: la especialidad de Dibujo Arquitectónico no puede considerarse aislada de la matemática, específicamente cuando se pretende realizar el cálculo del costo de una obra civil, pues este requiere del uso de contenidos y competencias matemáticas, para su correcto cálculo.

- Finalmente, a causa del desconocimiento que se posee acerca de lo que representa en la actualidad el desarrollo de competencias en el estudiante, se origina que la metodología empleada en el aula, no corresponde a la más idónea para promover el aprendizaje de dichas habilidades, por ello de nuevo se hace necesaria la capacitación a todos los docentes, no sólo a aquellos de las asignaturas involucradas en esta investigación, sino en general, en cuanto a las nuevas políticas, planes de estudio, metodología y planeamiento necesarios para hacer realidad el cambio esperado en la educación costarricense.

- La asignatura de Matemática debería impartirse como una subárea más de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico y de otras especialidades en las que el uso de esta sea indispensable para mejorar el aprendizaje en la especialidad y con esto, un mejor desenvolvimiento en el quehacer profesional futuro del estudiantado, tal como se considera al Inglés, como una subárea más de todas las especialidades técnicas impartidas por el Ministerio Educación Pública.
- 2. A universidades, institutos de enseñanza privados, INA y otras instituciones que imparten la especialidad de Dibujo Arquitectónico.

A raíz del estudio realizado en la presente investigación, se hace necesaria la evaluación de competencias matemáticas antes los estudiantes empiecen a cursar la especialidad, con el fin de detectar las deficiencias que presentan, relacionadas con competencias matemáticas necesarias para el correcto desenvolvimiento del estudiante en la especialidad, buscando fortalecer dichas competencias mediante estrategias de aprendizaje similares a las que se propone en este trabajo, tal como se realiza en la actualidad en varias universidades públicas, con los cursos de nivelación impartidos en verano, antes que los estudiantes inicien sus estudios universitarios.

- 3. Al director del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

El concepto de competencia matemática no sólo se debe aclarar a los estudiantes, sino también a los docentes, de forma tal que sea posible para ellos encontrar la diferencia entre la definición de competencia matemática y contenido matemático, de forma tal que se logre visualizar lo que se pretende alcanzar al desarrollar el uno o el otro. De esta manera se propone plantear en la estrategia de aprendizaje actividades dirigidas, en conjunto, tanto para docentes de la especialidad como para los alumnos.

Por otro lado, es deber del administrador de la Institución, velar porque los docentes que laboran en ella, estén actualizados, no sólo en sus áreas de conocimiento específicas, sino también, en las tendencias y políticas educativas actuales y vigentes.

Por lo tanto, se recomienda la capacitación y actualización del personal docente en materia de Política Educativa, Política Curricular, nuevos programas de estudio y otros aspectos curriculares, que le permitan al docente realizar la actividad educativa de la mejor forma posible, tomando en cuenta las directrices que establece el Ministerio de Educación Pública en la actualidad.

Para lograr lo anterior se propone que a inicio del siguiente curso lectivo se capacite a los docentes en los temas mencionados anteriormente, ya sea por medio de la conformación de equipos de trabajo que se encarguen de estudiar, extraer y transmitir los aspectos más relevantes de dichas políticas a los demás docentes, o que se solicite la capacitación a la Dirección Regional a la que pertenece el centro educativo (Cartago).

4. A los docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.

La aplicación de una estrategia de aprendizaje para los estudiantes de 11<sup>o</sup> año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para el cálculo de presupuesto de obras civiles, donde se promueva el uso no sólo de contenido matemático sino también la construcción del aprendizaje significativo, centrado en el contexto en el que se desenvuelve el alumno, de forma tal que se sea congruente con lo que establecen tanto la Política Educativa como la Política Curricular vigente: la persona centro del proceso educativo.

Tanto en la Política Educativa como en la Política Curricular vigentes se propone el fortalecimiento de competencias y habilidades en los estudiantes que le sirvan, no sólo para la vida laboral, sino también para su vida personal, por lo que, por medio de la estrategia propuesta se buscará fortalecer competencias técnicas: para dibujo arquitectónico o matemática, así como también otras competencias que promuevan su éxito profesional y personal.

Para la elaboración de la estrategia didáctica, se debe tomar en cuenta, no sólo lo propuesto por los docentes en cuanto a las necesidades que poseen los estudiantes de la especialidad en referencia a contenido matemático y competencias

matemáticas, sino también, la importante información que ofrecieron los resultados obtenidos de los estudiantes: no sólo basta con desarrollar o fortalecer una habilidad matemática, se trata de mejorar el nivel de dominio que posee cada estudiante con respecto de esta, buscando que el estudiante desarrolle procesos cada vez más complejos y elaborados.

Es importante destacar que, como se mencionó en el capítulo I de este trabajo, el tema de presupuesto de obra civil se abarca durante el II Periodo del nivel de 11º año, por lo que es importante que la estrategia que se propone se aplique con anterioridad a los estudiantes que cursan dicho nivel. Por ello se sugiere dos posibles periodos: los sábados, desde que inicia el I Periodo o durante el periodo de vacaciones, antes que comience el curso lectivo.

Finalmente, tomando como base el nivel de dominio en que se ubica cada competencia matemática, a partir de ahí se plantearán las actividades para las estrategias de aprendizaje, con el fin de mejorar y fortalecer dichas competencias matemáticas, específicamente en el tema de cálculo de presupuesto de obra civil, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico. De esta manera, las estrategias de aprendizaje estarán compuestas por actividades que permitan adquirir, fortalecer y además evaluar las competencias matemáticas necesarias para el cálculo de presupuesto de obra. Así, dentro de las tareas que se propone, se pretende implementar actividades que sean desarrolladas en conjunto, por los docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico y la docente de Matemática (a cargo de esta investigación), con el fin de integrar el conocimiento y las habilidades específicas de la especialidad, junto con sus equivalentes en el área de Matemática.

# **CAPÍTULO VI**

# **PROPUESTA**

### 6.1 Título de la propuesta.

“Estrategia de aprendizaje para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles”.

### 6.2 Problema.

El problema que se encontró con esta investigación, producto de los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a los estudiantes de 11° año y docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, consiste en que dichos discentes, presentan gran dificultad en la subárea de Dibujo Arquitectónico, específicamente en el tema de cálculo de presupuesto de una obra.

Los docentes, atribuyen en gran medida que el bajo rendimiento en el tema mencionado anteriormente se debe a las deficiencias matemáticas que presentan los alumnos, en cuanto a contenidos y habilidades previas de esta asignatura que se supone deben poseer los educandos al llegar a cursar el 11° año en la modalidad de Educación Técnica.

Es por esta razón que se procede a investigar qué tipo de competencias matemáticas deben tener los estudiantes de la especialidad, que les permitan calcular correctamente el presupuesto de una obra civil. Para ello, se entrevista en primer lugar a los docentes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico con el fin de determinar cuáles competencias matemáticas esperan encontrar en sus estudiantes, (tomando como base, las competencias propuestas por la OCDE, en sus pruebas PISA). Es importante resaltar que, aunque los docentes están familiarizados con el concepto de competencia, no así con las competencias matemáticas mencionadas, por lo que se procedió a dar una breve explicación sobre los aspectos más importantes que contemplan las competencias matemáticas. Partiendo de este punto y una vez realizada la entrevista a ambos docentes por separado, se concluyó que los estudiantes deben poseer competencias que van

desde el dominio de contenidos tales como números: operaciones matemáticas básicas; geometría: polígonos regulares e irregulares, cálculo de áreas y perímetros; sistema métrico decimal y, graficar y dibujar; hasta habilidades como pensar y razonar; modelar; argumentar; representar; comunicar; plantear y resolver problemas; uso de herramientas y recursos; uso de lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones.

De esta manera, se procede posteriormente a valorar el nivel de dominio que poseen los estudiantes (la mayoría de ellos), en cuanto a cada una de las competencias matemáticas se refiere, obteniendo los siguientes resultados:

**Cuadro N°10. Nivel de dominio de competencias matemáticas de los estudiantes que cursan la especialidad de Dibujo Arquitectónico en el nivel de 11° año del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, de acuerdo con las competencias matemáticas PISA y la opinión de los docentes de dicha especialidad.**

<b>Nivel de dominio</b>	<b>Habilidades que implica</b>	<b>Competencia matemática</b>
Nivel 1	Los procesos involucrados se refieren a acciones básicas tales como dar respuestas a preguntas donde toda la información está dada, donde los procedimientos son rutinarios o las respuestas se desprenden de forma directa de los datos dados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensar y razonar</li> <li>• Modelar</li> <li>• Argumentar</li> <li>• Representar</li> </ul>
Nivel 2	Involucra procesos tales como interpretar, extraer información o inferir de forma directa, utilizando algoritmos o procedimientos convencionales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar</li> <li>• Plantear y resolver problemas</li> <li>• Uso de herramientas y recursos</li> <li>• Argumentar</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representar</li> </ul>
Nivel 3	Los procesos involucrados se refieren a la ejecución de procedimientos que requieren decisiones secuenciales, donde se puede seleccionar diferentes estrategias de solución y comunicar diferentes interpretaciones, análisis o razonamientos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones</li> <li>• Representar</li> </ul>
Nivel 4	Trabajar con situaciones complejas y concretas que pueden conllevar condicionantes o exigir la formulación de supuestos, seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluyendo las simbólicas, asociándolas directamente a situaciones del mundo real; saben utilizar habilidades bien desarrolladas y razonar con flexibilidad y cierta perspicacia en estos contextos.	Plantear y resolver problemas (un estudiante). Representar (dos estudiantes). Uso de lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones (un estudiante)
Nivel 5	Pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias adecuadas de solución de problemas para abordar problemas complejos relativos a estos modelos; trabajar estratégicamente utilizando habilidades de pensamiento y razonamiento bien desarrolladas.	
Nivel 6	Saben formar conceptos, generalizar y utilizar información basada en investigaciones y modelos de situaciones	

	de problemas complejos; poseen un pensamiento y razonamiento matemático avanzado; pueden aplicar su entendimiento y comprensión, así como su dominio de las operaciones y relaciones matemáticas simbólicas y formales y desarrollar nuevos enfoques y estrategias; comunican claramente sus descubrimientos.	
--	---	--

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el cuadro anterior, la mayor parte de las competencias se ubican en un nivel de dominio de 1 a 3, lo que significa que el estudiante posee la competencia de forma muy general o casi nula, según lo analizado en los cuestionarios. Se demuestra con los resultados obtenidos, que efectivamente, como lo mencionaban los docentes al inicio, los estudiantes no poseen la competencia o se les está dificultando la aplicación de dicha competencia matemática en el cálculo de presupuesto de obra civil, ya que sólo poseen niveles de comprensión, análisis, aplicación y generalización muy básicos.

El fortalecimiento de dichas competencias es necesario para evitar consecuencias a las que podrían enfrentarse los estudiantes con el cálculo incorrecto de un presupuesto de obra.

Entre dichas consecuencias, se encuentran las mencionadas por Pardo (2010):

- a. Errores aritméticos en cálculos: siendo uno de los errores más típicos, se dan principalmente durante el cálculo de cantidades y la aplicación de costos unitarios para la estimación del monto total.
- b. Mala cuantificación: estos errores se refieren a una incorrecta medición de las dimensiones o unidades de presupuesto en planos. Estos equívocos pueden originarse por errores en la utilización de las escalas, falla humana en la toma de mediciones o mala digitación de cantidades o incluso confusión de unidades.

- c. Inadecuado uso de rendimientos: los rendimientos de mano de obra varían considerablemente de acuerdo a las condiciones del proyecto y la zona donde se ubica. Una mala interpretación de estas condiciones puede llevar a una subestimación o sobreestimación de la mano de obra requerida para la ejecución de las obras.
- d. Inadecuado costeo de materiales: principalmente estos errores se generan por una mala interpretación de especificaciones, lo cual genera que el costo considerado sea diferente al real.

También se puede dar el caso que los precios utilizados no están negociados de acuerdo al volumen de la obra o que no se incluyen todos los componentes que afectan el costo (impuestos, transportes u otros).

- e. Confusión en unidades de medida: generalmente se originan cuando las unidades de medición son distintas a las unidades de cotización.
- f. Subestimación de imprevistos de construcción: en múltiples ocasiones no se valora completamente el riesgo inherente del proyecto, lo cual hace que no se tomen las provisiones necesarias. Esta subestimación puede llevar a que se gane el contrato y se pierda dinero durante su ejecución. (p. 14 – 15)

De la cita anterior se puede concluir que los errores cometidos en el cálculo de presupuesto de una obra pueden generar una sobreestimación o subestimación del costo real de la obra, lo que podría hacer incurrir en gastos excesivos a la persona o empresa que contrata el servicio, los cuales no estaban contemplados, o bien, pérdidas a la empresa que ofrece el servicio.

Por otro lado, los docentes de la especialidad Salguero, A. y Quirós, D. mencionan en la entrevista que se les realizó, que eventualmente estos errores podrían generar implicaciones legales al arquitecto, ingeniero civil o empresa constructora encargada de la presupuestación y construcción de la obra. Si bien es cierto, el egresado de la especialidad no está autorizado legalmente a ejercer este tipo de funciones, sí lo hace como asistente de dicho ingeniero, arquitecto o empleado de

empresa, lo que podría generar, entre otras situaciones, que lo despidan del trabajo que desempeña, si no lo realiza correctamente.

De aquí la necesidad de implantar una estrategia de aprendizaje que permita fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles, con el fin de evitar o disminuir el impacto de dichas consecuencias.

### 6.3 Población beneficiaria

La población beneficiada serán los estudiantes de 11° año y docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno del 2019 y las futuras generaciones de esta especialidad. Debido a la premura de la investigación, se les va a aplicar durante el primer trimestre. Sin embargo, a las futuras generaciones de esta especialidad se les recomienda hacerlo antes de iniciar con el tema de elaboración de presupuestos de obras civiles, para evitar inconvenientes futuros en los cálculos de materiales o errores a la hora de realizar presupuestos, que le pueden incluso conllevar a una denuncia civil, por no realizar bien su trabajo, como se mencionó en el apartado anterior.

Incluso, se plantea la idea de que año con año se realice como un taller introductorio a las siguientes generaciones de la especialidad que cursarán el nivel de 11° año, durante el verano (vacaciones de fin e inicio de año), esto debido a que se requieren conocimientos previos del nivel de 10° año, tanto en la asignatura de Matemática, como en la especialidad de Dibujo Arquitectónico.

### 6.4 Justificación del proyecto e importancia

Como se mencionó anteriormente, al investigar las competencias matemáticas que los estudiantes deben poseer para el cálculo de presupuesto de obra, se obtienen resultados que muestran que los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, si bien es cierto, tienen un dominio de dichas competencias, lo

poseen en niveles muy básicos, por lo que se hace indispensable fortalecer y mejorar los niveles de dominio de estas competencias, con el fin de que los alumnos realicen con éxito, los presupuestos de diferentes obras civiles.

Por otro lado, de la mano con los resultados alcanzados en la investigación, se tiene que tanto en la Política Educativa (2017) y en la Política Curricular (2016) vigentes a la fecha, se resalta la importancia de brindarles herramientas a los estudiantes para que sean capaces de enfrentarse con éxito, no sólo a su entorno educativo, social o laboral, sino también en todos los aspectos de su vida. Es así, como en ambas políticas se propone el desarrollo de competencias en los estudiantes, con el fin de que se convierten en personas transformadoras de la sociedad en la que se desenvuelven diariamente. Al respecto, en la Política Educativa (2017) se indica:

La política La persona: centro del proceso educativo y sujeto transformador de la sociedad, asume la calidad como principio nuclear que articula otros principios clave como la inclusión y equidad, el respeto a la diversidad, la multiculturalidad y pluriculturalidad, la igualdad de género, la sostenibilidad, la resiliencia y la solidaridad, así como las metas educativas que fomentan la formación humana para la vida, con el desarrollo de habilidades, destrezas, competencias, actitudes y valores. (p. 10)

Claramente en la cita anterior se destaca la importancia del proceso de enseñanza – aprendizaje basado en competencias, pues se pretende que el estudiante las desarrolle, con el fin de que adquiera igualdad de oportunidades y acceso con equidad al campo laboral y a la sociedad en la que vive.

Además, en la Política Curricular se resalta nuevamente la importancia de que el proceso formativo de los alumnos esté centrado en una formación integral, basada en el la enseñanza de habilidades, las cuales, se definen, en esta Fundamentación Pedagógica de la Transformación Curricular 2015 (2016), como:

Las habilidades son capacidades aprendidas por la población estudiantil, que utiliza para enfrentar situaciones problemáticas de la vida diaria. Estas se adquieren mediante el aprendizaje de la experiencia directa a través del

modelado o la imitación, por lo que trasciende la simple transmisión de conocimiento, lo cual promueve la visión y formación integral de las personas, de cómo apropiarse del conocimiento sistematizado para crear su propio aprendizaje. (p. 28)

De esta manera, el desarrollo de habilidades y competencias en los estudiantes se considera fundamental en la transformación educativa actual, pues de estas depende, como se mencionó anteriormente, la inserción exitosa del individuo en la sociedad y en el mundo del trabajo.

Finalmente, lo anterior refleja otro aspecto fundamental del papel tan importante que tiene el aprendizaje – enseñanza de competencias para el mundo laboral actual.

Como lo mencionan Vega M. y Iñigo B., (2004):

Las competencias constituyen en la actualidad una conceptualización y un modo de operar en la gestión de los recursos humanos que permite una mayor articulación entre gestión y trabajo y educación. El enfoque por competencias en el mundo laboral es considerado como una herramienta que proporciona un modo de hacer y un lenguaje común para el desarrollo de los recursos humanos. (p. 70)

De esta manera, se hace indispensable el fortalecimiento de competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, quienes, a parte de su formación académica, reciben formación técnica que busca que, en un futuro a corto plazo, puedan insertarse en el mercado laboral de forma exitosa.

## 6.5 Objetivos de la propuesta

### 6.5.1 Objetivo general

Desarrollar competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para el cálculo de presupuesto de obras civiles.

### 6.5.2 Objetivos específicos

- Aplicar los contenidos matemáticos básicos necesarios para el cálculo de presupuestos de obras civiles por parte de los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.
- Demostrar competencias matemáticas en la formulación del cálculo de presupuestos de obras civiles por parte de los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico
- Ejecutar en la formulación de presupuesto de obras civiles el dominio de las competencias matemáticas por parte de los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico.

### 6.6 Referente teórico

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad, en Costa Rica, se busca que el proceso de aprendizaje – enseñanza logre en el estudiante el desarrollo de competencias y habilidades que le sirvan no sólo para tener éxito en su quehacer académico, sino también que le preparen para la inserción laboral y para las diferentes situaciones que deberá enfrentar en su vida.

Por lo tanto, el punto de partida para la elaboración de esta propuesta que pretende fortalecer competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, son las Políticas Educativa y Curricular vigentes en el país.

En la política educativa, ya mencionada anteriormente, se muestra la importancia de desarrollar habilidades y competencias en todos los individuos, pues esto les permitirá en el futuro, igualdad de condiciones y oportunidades, mejorar su situación económica actual y convertirse en ciudadanos críticos del mundo donde se desenvuelven, con el fin de que se promuevan cambios positivos y significativos en la sociedad.

Así lo establece la Reforma Curricular en el documento Fundamentación Pedagógica de la Transformación Curricular 2015 (2016):

En un mundo globalizado, donde todo parece hacerse en función de las leyes del mercado, no podemos olvidar que la educación debe buscar principalmente el pleno desarrollo de las personas y el fortalecimiento y mantenimiento de la paz. Se trata de un derecho humano de disfrute universal, integral e indivisible, que no termina con un gobierno o administración, sino que constituye una aspiración como país que se desarrolla a largo plazo. Por ello, aspiramos a contribuir en el bienestar individual y colectivo, mediante procesos formativos que redunden en la generación de condiciones para propiciar la equidad, superar la pobreza y alcanzar el desarrollo que deseamos. (p. 12)

Así, se busca que el proceso educativo que recibe el estudiante en Costa Rica sea un proceso de calidad, donde se le permita al discente, no solo obtener conocimiento a partir de un contenido específico, sino que por medio de él, puede desarrollar y aprender habilidades y competencias que le permitan insertarse exitosamente en el mercado laboral, en la sociedad y en la comunidad en que se desenvuelve, de forma tal, que se convierta en un mejor ciudadano, en igualdad de condiciones que sus iguales.

De igual manera, como se menciona en la cita anterior, los Programas de Estudio oficiales, tanto de la asignatura de Matemática como el de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, promueven el desarrollo de competencias y habilidades para formar mejores ciudadanos e individuos capaces de adaptarse al contexto en el que se desenvuelven.

Al respecto, en el programa de estudio de Matemática (2012) se indica:

Se pretende afirmar una vocación de la competencia matemática especialmente asociada a la construcción de capacidades ciudadanas esenciales para el progreso de la nación. No se trata de formar las mentes para poder realizar exclusivamente propósitos limitados como el dominio de técnicas sofisticadas de demostración o la edificación de estructuras tremendamente abstractas alejadas del entorno, o para el disfrute etéreo y privado del conocimiento. Se busca por medio de las Matemáticas apoyar la



comprensión e intervención ciudadana sobre diversos contextos físicos, sociales, profesionales, científicos, culturales, y por lo tanto brindarle a los individuos condiciones para poder contribuir al progreso de la patria, dentro de un espíritu de responsabilidad y respeto. (p. 18)

Por lo tanto, como lo indica la cita, el fin de la enseñanza de competencias, específicamente, competencias matemáticas no debe visualizarse únicamente como un fin para la aplicación educativa, sino como una acción que le permitirá al individuo el desarrollo de otras habilidades para utilizar al largo de su vida.

Finalmente, en el programa de estudios de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico (2009), se confirma lo indicado con anterioridad al mencionar:

Una competencia se refiere a la realización de una actividad que hace un llamado a las habilidades cognoscitivas, psicomotrices o socio-afectivas necesarias para realizar esta actividad, que sea de orden personal, social o profesional.

Desde la perspectiva de la educación basada en normas de competencia la formación para el trabajo busca desarrollar los atributos del sujeto para aplicarlos de manera óptima e inteligente en las tareas de su ocupación laboral y permite la transferencia de las competencias a diferentes contextos y situaciones de trabajo. (p. 19)

De esta manera, en la cita anterior, se reafirma la idea de que, en Costa Rica, la educación, en sus diferentes modalidades (tanto académica como técnica), busca el fortalecimiento de competencias y habilidades en los individuos, con fines que pretenden desde el buen funcionamiento en el contexto educativo y laboral del estudiante, hasta su desenvolvimiento en el plano social y cultural. De igual manera, al buscar fortalecer competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, se aspira el logro de dichos fines de la educación.

Por consiguiente, la propuesta que se realiza en este trabajo se basa en las diferentes directrices y sugerencias que realiza el Ministerio de Educación Pública

a través de las Políticas Educativas y Programas de Estudio actuales, con el fin de ofrecer al estudiantado una educación de calidad y le sirva para la vida.

#### 6.7 Referente metodológico

La metodología por emplear en la elaboración de la propuesta se fundamenta en la educación basada en normas de competencia, que promueve el Ministerio de Educación Pública, tanto para la formación como para la evaluación de especialidades técnicas que se ofrecen en las diferentes modalidades de educación técnica que tiene.

Lo anterior se desprende de lo que estipula el documento Educación Basada en Normas de Competencia. SINETEC. 2000. (Ávila, Gerardo y López, Xinia), mencionado en el “Instructivo para la evaluación de los aprendizajes en las asignaturas técnicas de las especialidades bajo el modelo de educación basada en normas de competencia” (2010):

El Modelo de Educación Basada en Normas de Competencia es una modalidad educativa que promueve el desarrollo integral y armónico del individuo y le capacita en todas y cada una de las competencias que requiere una actividad productiva específica. Así mismo, por un lado, se atienden las expectativas del individuo y la sociedad, y por otro los requerimientos de los sectores productivos.

De acuerdo con el Modelo de Educación Basada en Normas de Competencia, se puede destacar que el proceso de enseñanza-aprendizaje tiene como fin el proporcionar conocimientos, desarrollar habilidades y destrezas, así como lograr cambios en las actitudes de los y las estudiantes. Para que esto se logre es necesario considerar las siguientes etapas del proceso de enseñanza aprendizaje:

- Detectar y confirmar las necesidades de aprendizaje de los alumnos (evaluación diagnóstica).
- Determinar resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

- Planear estrategias de enseñanza-aprendizaje con base en el perfil del alumno(s) y los contenidos por desarrollar.
- Diseñar y aplicar los instrumentos de evaluación pertinentes.
- Ejecutar el proceso de mediación pedagógica.
- Evaluar y realimentar el proceso de enseñanza (evaluación formativa y sumativa). (p. 8)

En la cita anterior se indican las etapas por seguir por el docente, cuando busca desarrollar el aprendizaje de competencias por parte de los estudiantes. Así, la primera etapa ya ha sido abarcada en el presente trabajo de investigación al determinar que los estudiantes tienen necesidades que fortalecer tanto en cuanto a contenidos matemáticos se refiere, así como también necesidades de mejorar el nivel de dominio de competencias matemáticas. Ambas se buscan satisfacer con el fin de que al estudiante de la especialidad de Dibujo Arquitectónico se le facilite el cálculo de presupuesto de una obra civil.

Las demás etapas mencionadas, en la educación basada por competencias, se estarán desarrollando con más detalle a lo largo de la presente propuesta.

Por otro lado, dentro de la enseñanza de competencias se utilizará una estrategia de aprendizaje, ya que es, según Cascante y Francis (2012), citados por Barrantes (2014): “un conjunto de acciones que se proyectan y se ponen en marcha de forma ordenada para alcanzar un determinado propósito, todo lo que se hace tiene un sentido dado por la orientación general de la estrategia”. (p. 29)

Las acciones por implantar dentro de la propuesta requieren de una secuencia lógica además de una preparación previa, con el fin de lograr un objetivo específico, como se menciona en la cita anterior. En este caso, el fin que se desea alcanzar corresponde al de fortalecer competencias matemáticas en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico.

En este sentido, Cascante y Francis, de nuevo citados por Barrantes (2014) indican que la estrategia didáctica está formada por los siguientes elementos:

- El contexto en el que se realiza, es decir, el escenario donde se llevará a cabo el proceso formativo.
- Las intenciones o propósitos que orientan el proceso de aprendizaje.
- El papel que asumen los y las estudiantes en su proceso formativo. Para ello es fundamental tomar en cuenta sus características personales y nivel de formación.
- El papel de la persona docente para generar en sus estudiantes experiencias de aprendizaje que posibiliten la construcción de conocimientos.
- La naturaleza de los contenidos (conceptuales, declarativos, procedimentales y actitudinales), su secuencia, relaciones y jerarquías. (p.29)

Así, los elementos por tomar en cuenta en la elaboración de la propuesta, correspondientes a los anteriores, son los siguientes:

- Estudiantes de undécimo año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del CTP de Oreamuno.
- Fortalecimiento de competencias matemáticas para la elaboración de presupuesto de obra.
- Según la Política Educativa vigente, el proceso educativo gira en torno al estudiante, por lo que juega un papel fundamental en la construcción de su propio conocimiento; es el principal actor en el proceso educativo. Así se propondrán actividades que promuevan que el estudiante construya su propio conocimiento a partir de una situación que resolverá de forma individual o grupal.
- El docente organiza las actividades del proceso educativo, sin embargo, su papel tiende a ser secundario, puesto que propone actividades donde en muchas ocasiones su rol es de observador, otras veces de guía, evaluador y finalmente, de apoyo al estudiante al ayudarlo a que se desarrolle y finalice todas las actividades propuestas para que logre su aprendizaje.
- Se utilizarán contenidos matemáticos que el estudiante empleará posteriormente en la elaboración de presupuestos, con el fin de que le permitan

desarrollar diferentes competencias, que le servirán no sólo para la especialidad, sino también para enfrentarse al entorno en que se desenvuelve.

En síntesis, la propuesta se fundamenta en la Educación Basada en Normas de Competencia, que busca la formación integral del estudiante, por medio del desarrollo de habilidades y actitudes que le permitan enfrentar el mundo laboral, pero también, su vida en sociedad. Para esto se utilizará una estrategia de aprendizaje, la cual consiste en una secuencia de actividades ordenadas orientadas a lograr un fin. En este caso específico, se pretende fortalecer competencias matemáticas en los estudiantes de undécimo año de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, donde el estudiante tiene el papel principal, como constructor de su propio conocimiento (según lo indican las Políticas Educativa y Curricular vigentes) y el docente adquiere un lugar secundario, al tomar el rol de guía en dicho proceso constructivista. Finalmente, las actividades de dicha propuesta pretenden fortalecer contenidos y competencias matemáticas, con el fin de mejorar en los estudiantes el cálculo de presupuestos de obras civiles.

#### 6.8 Presupuesto y viabilidad de la propuesta

Al contemplar la viabilidad de la propuesta “Estrategia de aprendizaje para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles”, en un inicio se torna complicado el panorama, puesto que para implantarla se recomienda un tiempo probable de 60 horas, tiempo que no es posible de cubrir en su totalidad dentro del horario lectivo de los estudiantes, porque además es necesario abarcar otros contenidos del programa. Si bien es cierto, la propuesta pretende beneficiar a estudiantes, docentes de la especialidad de Dibujo de Arquitectónico y a la institución (ya que puede contribuir a aportar a la sociedad profesionales técnicos de calidad), debe existir un compromiso por parte de los docentes y del director para llevar a cabo esta propuesta, la cual sería impartida por la sustentante a los estudiantes de esta especialidad.

Al compartir los resultados de los instrumentos aplicados a los estudiantes, los docentes de la especialidad indican que podrían ceder un máximo de 20 horas para que la propuesta se desarrolle dentro del horario lectivo y proponen que el resto del tiempo y actividades sea por medio de tutorías virtuales y actividades a distancia que se les asigne a los estudiantes.

Las sesiones presenciales se estarían realizando entonces en el Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, las tutorías virtuales y lecciones a distancia se solventarían por medio de la plataforma gratuita Google Classroom, la cual es posible de acceder por medio del correo institucional gestionado desde el sitio web [ctpo.ed.cr](http://ctpo.ed.cr).

Según se indica en la página de soporte de dicha plataforma, (2019):

La enseñanza es más productiva y eficaz con Google Classroom, ya que permite agilizar las tareas, impulsar la colaboración y fomentar la comunicación. Los educadores pueden crear clases, asignar tareas, enviar comentarios y ver toda la información en un único lugar. Además, Classroom se integra a la perfección con otras herramientas de Google como Documentos de Google y Drive.

La cita anterior justifica la escogencia de la plataforma Google Classroom, debido a que en primer lugar, es gratuita para el estudiante, el docente y la población educativa en general del Centro Educativo, (punto muy importante, debido que al tratarse de una institución de enseñanza pública, no cuenta con los medios económicos para el alquiler de una plataforma de este tipo, como por ejemplo Moodle); por otro lado, como bien se especifica en el párrafo anterior, facilita la labor docente, acorta el tiempo, permite la interacción entre estudiantes y docentes, fomenta el trabajo colaborativo y utiliza otras herramientas con las que los estudiantes y docentes están familiarizados.

Siendo de esta manera, se propone entonces, para que la estrategia sea viable de implantar, un curso bimodal, el cual, según Araya, C. (2007): “se entenderá la enseñanza bimodal como aquella que integra múltiples formas de enseñanza, por

medio del uso de recursos físicos y virtuales” (p. 3), tal es el caso que se presenta con la estrategia de aprendizaje que se propone en el presente trabajo, la cual, de acuerdo con la limitante que se presenta con respecto al tiempo de horas presenciales que se puede invertir en la realización de este, se requiere de otra alternativa para solventar las horas que se necesitan de trabajo con los estudiantes.

Además, según investigaciones recientes, las actividades bimodales en un curso, taller u otra estrategia educativa, aportan al proceso de aprendizaje – enseñanza, aspectos positivos que complementan y fortalecen dicho proceso, entre ellas, según lo indica Araya, C. (2007), están las nociones de aprendizaje significativo y aprendizaje colaborativo. Para el psicólogo estadounidense David Ausubel (1963), citado por Araya, C. (2007), “el aprendizaje significativo, ocurre cuando un nuevo conocimiento puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial, con lo que una persona ya sabe” (p. 4). Por otro lado, en el aprendizaje colaborativo, según Smith y MacGregor (1993), citados por Araya, C. (2007):

Las actividades de aprendizaje colaborativo son muy diversas, pero la mayoría se centra en la exploración o aplicación del material de un curso por parte de los estudiantes, y no solamente en la exposición o explicación que realiza el docente. En esta perspectiva, las personas colaboran entre sí para construir conocimiento y buscar soluciones a problemas. (p. 4)

En este sentido, al buscar que el estudiante adquiera un aprendizaje significativo, lo que se pretende es que este aprenda a partir de la interacción de diferentes conocimientos previos con los nuevos conocimientos, que es precisamente lo que se desea lograr en el estudiante de la especialidad de Dibujo Arquitectónico: el fortalecimiento de competencias matemáticas en el cálculo de presupuesto de obras civiles, a partir de contenidos y competencias matemáticas que ya posee. Este aspecto resulta importante entonces, pues va de la mano con lo que establecen los Programas de Estudio de Matemática y con lo que estipulan las Políticas Educativa y Curricular.

Además, otro aspecto por resaltar, según lo mencionan los autores citados, es el aprendizaje colaborativo, el cual toma gran importancia al analizar la finalidad que

se desea alcanzar con esta propuesta: el fortalecimiento de competencias matemáticas, puesto que dentro de lo que conlleva el aprendizaje colaborativo, se encuentran implícitas competencias matemáticas que se busca desarrollar en los estudiantes: al solicitarles a los estudiantes que exploren un material para realizar determinada actividad o tarea, debe poner en práctica habilidades como la interpretación y el análisis; también debe buscar diferentes soluciones para las situaciones que se plantean (resolución de problemas); finalmente, debe dar su opinión y atender las de sus compañeros y profesor (comunicación).

Siendo así, al analizar las ventajas que posee una estrategia bimodal, se toma la decisión de realizar la estrategia de aprendizaje que se propone en este trabajo, mediante la realización de talleres en modalidad presencial (20 horas) y virtual (40 horas), es decir, bimodal.

Por otro lado, en cuanto al presupuesto de la estrategia se refiere, esta tendría un costo elevado, puesto que si se le paga a la docente que realiza la propuesta y la ejecuta, el monto sería de 1 992 060 colones, según el monto establecido por la Junta Directiva del Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes, para el pago de una hora profesional para un docente con grado académico de Licenciatura (18 972 colones por hora); sin embargo, al contemplar que el grado académico de la docente está por cambiar, de Licenciatura a Maestría, (si el cambio sucede antes que se defina el contrato de trabajo con la Institución), el costo del curso aumentaría a 1 702 210 colones por concepto de pago a la docente que imparte el curso (el valor de la hora para un docente con grado de maestría es de 20 026 colones) y 379 440 colones por pago al docente de la especialidad, para un total de 2 081 650 colones. En estos montos, se estaría considerando el pago de 105 horas laborales entre las que se contempla: 40 horas de tutorías presenciales, 20 horas para la elaboración y revisión de material didáctico, 20 horas de pago a un docente de la especialidad de Dibujo Arquitectónico para que realice la revisión de los aspectos técnicos propios de la especialidad en la elaboración de trabajos y proyectos y 25 horas de planeamiento, revisión de trabajos y tabulación de resultados, para la docente que elabora y ejecuta la propuesta. En el caso del primer



monto presupuestado, se toma en cuenta que ambos docentes (la que imparte el curso y el de la especialidad), poseen grado académico de Licenciatura. En el segundo monto, se divide el pago en dos: el pago de la docente con grado de Maestría y el del docente de la especialidad con grado de Licenciatura.

Sin embargo, ni la Junta Directiva de la Institución ni el director, docentes o estudiantes interesados poseen presupuesto para dicha actividad, por lo que se propone buscar y solicitar financiamiento a otras instituciones o empresas, ya sea públicas (universidades estatales) o privadas. En este sentido, se podría proponer a las Universidades y al Ministerio de Educación Pública, que se aplique como parte de los programas que poseen dichas instituciones denominados Educación Continúa de Educación Técnica.

La docente que realiza la propuesta está en la disposición de donar una cuarta parte de las horas de trabajo, en agradecimiento a la Institución por permitirle realizar la investigación y la propuesta en este centro educativo.

En cuanto a los materiales que se requieren para realizar la estrategia educativa, los docentes de la especialidad indican que se puede hacer uso de los materiales que ellos mismos les solicitan a los estudiantes, para no hacerlos incurrir en gastos adicionales.

En cuanto al pago del lugar para realizar la actividad, no se debe incurrir en gastos, puesto que la Dirección de la Institución está de acuerdo en que se realice en el Colegio y finalmente, los estudiantes deben cubrir sus gastos por alimentación y transporte.

## 6.9 Evaluación

Para la evaluación de las actividades que se proponen, se utilizará lo estipulado en el Instructivo para la evaluación de los aprendizajes en las asignaturas técnicas de las especialidades bajo el modelo de educación basada en normas de competencia (2010).

Según dicho documento, el proceso de evaluar competencias se define como:

Proceso mediante el cual se recogen evidencias sobre el desempeño de un individuo, con el fin de determinar si es competente o aún no, para realizar una función determinada”.

Las características de la evaluación de los criterios de desempeño por competencias son las siguientes:

- Está centrada en resultados.
- La evaluación es individualizada.
- No se utiliza una escala de clasificación porcentual, numérica o alfanumérica.
- No se comparan los resultados del o la estudiante con los de otro.
- Se tienen que cumplir todos los criterios de desempeño.
- Sólo se emiten juicios de competente o todavía no competente. (p. 10)

Para recoger evidencias y realizar la evaluación de competencias, se utilizarán las siguientes técnicas, tomadas como referencia del instructivo mencionado anteriormente:

Interrogativa: Evalúa la estructura del conocimiento, mejora el acceso y la igualdad; cuando se integra con observación del desempeño, se puede evaluar la comprensión en el contexto del desempeño.

Proyecto: Es esencialmente una situación en donde al individuo se le dan una serie de tareas con un resultado y duración definitivas. Puede combinar actividades dentro y fuera de la institución. (p. 14)

La evaluación interrogativa se realizará a los estudiantes por medio de cuestionarios y aportes realizados por los estudiantes mediante foros; ambos instrumentos serán aplicados a ellos por medio de la plataforma virtual; el proyecto se evaluará con la siguiente hoja de comparación, tomada como referencia del documento Instructivo para la evaluación de los aprendizajes en las asignaturas técnicas de las especialidades bajo el modelo de educación basada en normas de competencia (2010), (p. 39).

HOJA DE COMPARACIÓN  
DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Unidad de estudio						
Título:						
Propósito:						
Resultado de aprendizaje	de	Criterios de desempeño	de	Evidencias	Competente	
					Sí	Aún no
Nombre del o la estudiante:					Firma:	
Nombre del o la docente:					Firma:	
Lugar y fecha de revisión:						

Finalmente, la evaluación que se propone es la siguiente: 20% de intervenciones en foros (cuatro participaciones con un valor porcentual de 5% cada una); 20% de aplicación de cuestionarios (cuatro cuestionarios con un valor porcentual de 5% cada uno); un trabajo de campo (mediciones de una obra específica, elaboración de planos y cálculo de presupuesto de la obra), con un valor de 20% y un proyecto final, con un valor porcentual de 40%.

#### 6.10 Cronograma de ejecución

- Taller: “Estrategia de aprendizaje para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles”.
- Impartido por:

Licda. Ana Beatriz Guerrero Luna

Docente de Matemática

Profesores colaboradores:

Lic. Adrián Salguero Rojas

Lic. David Quirós Navarro

Docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico

- Lugar para sesiones presenciales: Aula B – 8; Colegio Técnico Profesional de Oreamuno.
- Cupo máximo: 21 estudiantes.

**Cuadro N°11: Cronograma de ejecución de la propuesta: “Estrategia de aprendizaje para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de 11° año en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles”.**

<b>Módulo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Contenido</b>	<b>Metodología</b>	<b>Datos de la actividad</b>
Contenidos matemáticos necesarios para el cálculo de presupuesto de obra civil.	Mejorar en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico contenidos matemáticos básicos	<b>Geometría:</b> polígonos: cálculo de áreas, perímetros y volúmenes. Números: operaciones	La sesión presencial incluye el trabajo colaborativo entre estudiantes para la resolución de problemas	Duración: 12 horas. Días y horario: Sesión presencial (4 horas): Lunes 17 de

	<p>necesarios para el cálculo de presupuestos de obras civiles.</p>	<p>básicas, mediciones y conversiones.</p>	<p>planteados por la docente, que requieren para su solución la aplicación de conocimientos previos por parte de los estudiantes. Posteriormente se brinda la explicación de conceptos, características, fórmulas, procedimientos y resolución de problemas acerca de los temas matemáticos: números y geometría. En la sesión virtual, se entrega a los estudiantes material complementario para lo visto en la sesión</p>	<p>febrero de 2020, de 7:00 a.m. a 11:20 a.m. Sesión Virtual (2 semanas): Del lunes 17 de febrero al domingo 1 de marzo; total 8 horas, 4 horas por semana.</p>
--	---	--	---	---

			<p>presencial (material escrito y por medio de videos). Posteriormente, los estudiantes realizan aportes por medio de un foro que se habilitará durante las fechas establecidas, y completan un cuestionario.</p>	
<p>Competencias matemáticas para el cálculo de presupuestos de obras civiles.</p>	<p>Desarrollar competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, por medio de diversas actividades propuestas, enfocadas en el cálculo de presupuestos</p>	<p>Pensar y razonar; argumentar; comunicar; modelar; plantear y resolver problemas; representar; utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones; usar</p>	<p>Sesión presencial (8 horas) los estudiantes para resuelven problemas planteados por la docente, que requieren para su solución la aplicación de conocimientos tanto de Matemática como de la especialidad.</p>	<p>Duración: 18 horas. Días y horario: Sesión presencial (4 horas): Lunes 02 de marzo de 2020, de 7:00 a.m. a 11:20 a.m. y Lunes 09 de marzo de 2020, de 12</p>

	de obras civiles.	herramientas y recursos	Los problemas se plantean de forma tal que los estudiantes deban aplicar diferentes procesos para obtener una solución (este permitirá ir desarrollando en los estudiantes competencias matemáticas y mejorar su nivel de dominio). Posteriormente los estudiantes comparten los resultados obtenidos con sus compañeros y la profesora. En la sesión virtual, se entrega a los estudiantes material complementario	m.d. a 4: 20 p.m. Sesión Virtual (3 semanas): Del lunes 02 de marzo al domingo 23 de marzo; total 10 horas, 3.5 horas aproximadamente, por semana.
--	-------------------	-------------------------	---	--

			<p>de lo visto en la sesión presencial (material escrito y por medio de videos).</p> <p>Posteriormente, por semana, los estudiantes realizan aportes por medio de un foro que se habilitará durante las fechas establecidas, y completan un cuestionario.</p> <p>Nota: realizan un foro y un cuestionario por semana.</p>	
Evaluación del nivel de dominio de las competencias matemáticas.	Evaluar el nivel de dominio de competencias matemáticas de los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico,	Elaboración del proyecto: visados y levantamientos en sitio; acotados y ejecución de planos;	Sesión presencial: se inicia el trabajo de campo, dando las indicaciones y aspectos básicos como mediciones del	Duración: 30 horas. Días y horario: Sesión presencial (8 horas): Lunes 23 de marzo de



	<p>aplicadas al cálculo de presupuesto de obras civiles.</p>	<p>planta de distribución arquitectónica; cálculo de presupuesto de obra civil.</p>	<p>lugar, elaboración de planos y bocetos, lista de materiales, costos, entre otros. El resto del trabajo se termina de forma virtual. En la segunda sesión presencial, se comparten resultados obtenidos en el trabajo de campo y se dan indicaciones para la realización del proyecto final, (el cual es similar al trabajo de campo, pero en mayor escala). Nota: el trabajo de campo consiste en el cálculo de</p>	<p>2020, de 7:00 a.m. a 11:20 a.m. y, Lunes 30 de marzo de 2020, de 12 m.d. a 4: 20 p.m. Sesión Virtual (4 semanas): Del lunes 23 de marzo al domingo 26 de abril; total 22 horas, 5.5 horas por semana.</p>
--	--	---	--	--

			<p>presupuesto de un espacio específico por construir: un aula, una habitación, la sala del Colegio, entre otros. El proyecto final consiste en el cálculo de presupuesto de una obra completa: una casa de habitación, con requerimientos específicos.</p> <p>Las tareas por realizar en ambos proyectos son las siguientes: visados y levantamientos en sitio (espacios abiertos y cerrados); planta de</p>	
--	--	--	---	--

			distribución arquitectónica, maqueta conceptual en obra gris y cálculo de presupuesto de obra. Sesión virtual: concluyen ambos trabajos y se suben a la plataforma con las evidencias específicas de cada tarea.	
--	--	--	---	--

Fuente: elaboración propia.

Con la aplicación de la presente estrategia propuesta se espera desarrollar y fortalecer en los estudiantes de 11<sup>o</sup> año de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, competencias matemáticas que les permitan mejorar sus habilidades no solo para el cálculo de presupuesto de una obra civil en la subárea de Dibujo Arquitectónico, sino también que complementen su desempeño en la especialidad en general, mejorando su rendimiento y adquiriendo otras competencias que les sea de beneficio en su desempeño futuro a nivel labora, profesional y social.

Además, tal como lo estipulan las políticas educativas vigentes, se busca formar un ciudadano integral, capaz de aplicar los conocimientos y competencias adquiridas a lo largo de su educación, en las diferentes situaciones que se le presentarán en su vida.

Por otro lado, dado que la especialidad de Dibujo Arquitectónico no sólo se imparte en colegios técnicos públicos, sino también en centros privados, universidades y

otras instituciones educativas, se espera conseguir el apoyo de dichas instituciones, para implantar la estrategia propuesta en ellas.

Finalmente, al ser este un tema de actualidad y poco estudiado e investigado en el país, se intenta comunicar a la comunidad educativa en general, la importancia que posee la educación por competencias, tanto a nivel nacional como internacional, la cual representa un cambio de paradigma a nivel educativo, laboral y social, que es necesario y urgente implantar, y que, sin embargo no ha sido investigado, desarrollado ni comunicado a fondo, por lo que esta desinformación por parte de autoridades educativas y actores educativos en general implica no solo un rezago con respecto de otros países de la región en cuanto a educación se refiere, sino también implica un desarrollo económico lento y, por lo tanto, una sociedad con limitaciones formativas para enfrentar el mundo social, cultural y laboral en el que se desenvuelve.

# **ANEXOS**

**Anexo 1: Variables e instrumentos para los docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico.**

Objetivo Específico	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional (Categorías de análisis)	Variable instrumental
<p>Identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles.</p>	<p>Competencias matemáticas</p>	<p>Las competencias matemáticas de la siguiente forma: “El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas” (p. 12).</p>	<p>Competencias matemáticas</p>	<p>1. ¿Cuáles conocimientos previos del área de matemática, considera usted deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de presupuesto de Obras Civiles?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2. ¿Cuáles competencias matemáticas considera usted, deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de Presupuesto de Obra?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
			<p>Pensar y razonar:</p>	<p>3. Acerca de la competencia matemática “pensar y razonar”, ¿cuáles aspectos considera usted, se debe fortalecer de dicha competencia, en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

			Argumentar	<p>4. En relación con la competencia matemática “argumentar”, ¿cuáles aspectos considera, como docente de la especialidad, debe fortalecer, acerca de dicha competencia, en los estudiantes?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
			Comunicar	<p>5. ¿Cuáles aspectos se deben fortalecer en los estudiantes de Dibujo Arquitectónico, relacionados con la competencia “Comunicar”?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
			Modelar	<p>6. Haciendo referencia a la competencia matemática “modelar”, ¿qué actitudes deben fortalecerse en los estudiantes que calculan el presupuesto de una obra?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
			Plantear y resolver problemas	<p>7. En relación con la competencia matemática “plantear y resolver problemas”, ¿qué aspectos considera usted, se debe fortalecer de dicha competencia, en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?</p>

				<hr/> <hr/> <hr/>
			Representar	<p>8. En relación con la competencia matemática “representar”, ¿cuáles aspectos que considera, como docente de la especialidad, debe fortalecerle de dicha competencia, en los estudiantes?</p> <hr/> <hr/> <hr/>
			Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones.	<p>9. ¿Cuáles aspectos se debe fortalecer en los estudiantes de Dibujo Arquitectónico, relacionados con la competencia “utilizar el lenguaje simbólico, formal, técnico y las operaciones”?</p> <hr/> <hr/> <hr/>




			Usar herramientas y recursos.	10. Haciendo referencia a la competencia matemática “usar herramientas y recursos”, indique ¿cuáles habilidades deben fortalecerse en los estudiantes que calculan el presupuesto de una obra?
--	--	--	-------------------------------	--

**Anexo: 2 Variables e instrumentos para la población estudiantil de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico.**

Objetivo Específico	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional (Categorías de análisis)	Variable instrumental
<p>Determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo con las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año, de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno para la elaboración de presupuestos de obras civiles.</p>	<p>Competencias matemáticas</p>	<p>Las competencias matemáticas de la siguiente forma: “El concepto general de competencia matemática se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas” .</p>	<p><b>Pensar y razonar:</b> Esta competencia incluye (a) plantear cuestiones propias de las matemáticas (¿Cuántos hay? ¿Cómo encontrarlo? Si es así, ¿entonces?); (b) conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a las cuestiones anteriores; (c) distinguir entre diferentes tipos de enunciados (definiciones, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos, afirmaciones condicionadas); y (d) entender y utilizar los conceptos matemáticos en su extensión y sus límites.</p>	<p>1. Resuelva la situación que se le plantea a continuación: Se desea construir un proyecto habitacional pequeño, compuesto por 12 casas, con un área aproximada de 80 metros cuadrados cada una. Si se sabe que el terreno en que se desean construir tiene un área total de 1200 metros cuadrados, que es de forma rectangular y uno de sus lados mide 100 m:</p> <p>c) ¿de qué forma ubicaría las 12 casas en dicho terreno?</p> <p>d) ¿es ésta la única manera de hacerlo?</p>
			<p><b>Argumentar:</b> Esta competencia incluye (a)</p>	<p>2. ¿Qué estrategias matemáticas utilizó para resolver la situación anterior?</p>

			<p>conocer lo que son las pruebas matemáticas y cómo se diferencian de otros tipos de razonamiento matemático; (b) seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos; (c) disponer de sentido para la heurística (¿Qué puede — o no— ocurrir y por qué?); y (d) crear y expresar argumentos matemáticos.</p>	
			<p><b>Comunicar:</b> Esta competencia incluye (a) expresarse uno mismo en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita; y (b) entender enunciados sobre estas materias de otras personas en forma oral y escrita.</p>	<p>3. ¿Qué opina sobre las estrategias utilizadas por sus compañeros para resolver la situación planteada inicialmente?</p> <p>4. ¿Cambiaría algo a la estrategia empleada por usted o a la de sus compañeros?</p>

			<p><b>Modelar:</b> Esta competencia incluye (a) estructurar el campo o situación que va a modelarse; (b) traducir la realidad a una estructura matemática; (c) interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático; (d) reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados; (e) comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones); y (f) dirigir y controlar el proceso de modelización.</p>	<p>5. Se desea construir un edificio con forma de prisma de base cuadrada. En la parte alta de dicho edificio, se quiere construir una habitación de forma piramidal recta, con una altura de siete metros. Represente la situación anterior de forma gráfica.</p>
			<p><b>Plantear y resolver problemas:</b> Esta competencia incluye (a) plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros,</p>	<p>6. El dueño de una casa, va a pintar el techo con anticorrosivo. Al averiguar sobre los precios y cantidades en que se venden, el vendedor le indica que <math>\frac{1}{4}</math> de galón, rinde para pintar <math>16 m^2</math> de superficie.</p>

			<p>aplicados, de respuesta abierta, cerrados); y (b) resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.</p>	<p>b. ¿Cuántos galones de pintura necesita, si el techo a pintar posee las dimensiones que se muestran en la siguiente figura? (Considere isósceles tanto los triángulos como los trapecios dados).</p> 
			<p><b>Representar:</b> Esta competencia incluye (a) decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones; y (b) escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.</p>	<p>7. En la situación anterior:</p> <p>c) ¿Cuánto le cuesta al dueño pintar el techo, si el precio del producto es 6795 colones?</p> <p>d) Si el producto se vendiera en litros, ¿cuántos litros se necesita para pintar el techo?</p>

			<p><b>Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones:</b>  Esta competencia incluye (a) decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural; (b) traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal; (c) manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; y (d) utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.</p>	<p>8. Se va a construir una tapia perimetral para un terreno con forma de trapecio rectangular. La base menor de dicho terreno mide 12 metros, la base mayor mide 16 metros, y la altura corresponde al doble de la base menor menos 2 metros. Asumiendo que los cimientos de dicha tapia ya se han construido:</p> <p>a) ¿Cuántos bloques (aproximadamente) se necesita para construir una tapia de 3,5 metros de altura, sabiendo que las dimensiones del block que se va a utilizar son de <math>12cm \times 20cm \times 40cm</math>?</p> <p>b) Si cada bloque cuesta 419 colones, ¿cuánto cuesta construir dicha tapia aproximadamente?</p>
--	--	--	--	---

			<p><b>Usar herramientas y recursos:</b> Esta competencia incluye utilizar los recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados.</p>	<p>9. Para la situación anterior:</p> <p>c) Elabore un gráfico, en el plano cartesiano, donde se represente el costo de los primeros 1000 bloques, utilizando una escala de 100 para representar el número de bloques, y una escala de 40000, para representar el costo.</p>
--	--	--	---	--

## Anexo 3: Población: Docentes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico

### Entrevista no estructurada

**Objetivo:** Identificar cuáles competencias matemáticas deben tener los estudiantes de 11° año, en la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.

#### Preguntas

1. ¿Cuáles conocimientos previos del área de matemática, considera usted deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de presupuesto de Obras Civiles?

---

---

---

2. ¿Cuáles competencias matemáticas considera usted, deben poseer los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, para el cálculo de Presupuesto de Obra?

---

---

---

3. Acerca de la competencia matemática “pensar y razonar”, ¿cuáles aspectos considera usted, se debe fortalecer de dicha competencia, en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?

---

---

---

4. En relación con la competencia matemática “argumentar”, ¿cuáles aspectos considera, como docente de la especialidad, debe fortalecer, acerca de dicha competencia, en los estudiantes?

---

---

---

5. ¿Cuáles aspectos se debe fortalecer en los estudiantes de Dibujo Arquitectónico, relacionados con la competencia “Comunicar”?

---

---

---



6. Haciendo referencia a la competencia matemática “modelar”, ¿qué actitudes deben fortalecerse en los estudiantes que calculan el presupuesto de una obra?

---

---

---

7. En relación con la competencia matemática “plantear y resolver problemas”, ¿qué aspectos considera usted, se debe fortalecer de dicha competencia, en los estudiantes de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico?

---

---

---

8. En relación con la competencia matemática “representar”, ¿cuáles aspectos que considera, como docente de la especialidad, debe fortalecerle de dicha competencia, en los estudiantes?

---

---

---

9. ¿Cuáles aspectos se debe fortalecer en los estudiantes de Dibujo Arquitectónico, relacionados con la competencia “utilizar el lenguaje simbólico, formal, técnico y las operaciones”?

---

---

---

10. Haciendo referencia a la competencia matemática “usar herramientas y recursos”, indique ¿cuáles habilidades deben fortalecerse en los estudiantes que calculan el presupuesto de una obra?

---

---

---

#### **Anexo 4: Población: Estudiantes de 11° año de la Especialidad de Dibujo Arquitectónico.**

**Objetivo:** Determinar qué competencias matemáticas se deben fortalecer de acuerdo a las deficiencias encontradas, en los estudiantes de 11° año, de la especialidad de Dibujo Arquitectónico, del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno, para la elaboración de presupuestos de obras civiles.

**Instrucciones generales:** A continuación, encontrará una serie de ejercicios y preguntas relacionadas con conocimientos matemáticos, competencias matemáticas y contenidos de la especialidad de Dibujo Arquitectónico. El cuestionario está compuesto de 9 ítems. Se le solicita leer cuidadosamente lo que se le plantea. Plantee a su solución según la información que se le solicita. Los datos son confidenciales y para uso del curso: Estudio Independiente I, de la Maestría en Educación Técnica del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

#### **Cuestionario**

1. Resuelva la situación que se le plantea a continuación:

Se desea construir un proyecto habitacional pequeño, compuesto por 12 casas, con un área aproximada de 80 metros cuadrados cada una. Si se sabe que el terreno en que se desean construir tiene un área total de 1200 metros cuadrados, que es de forma rectangular y uno de sus lados mide 100 m:

e) ¿de qué forma ubicaría las 12 casas en dicho terreno?

---

---

---

f) ¿es ésta la única manera de hacerlo?

---

---

---

2. ¿Qué estrategias matemáticas utilizó para resolver la situación anterior?

---

---

---

3. ¿Qué opina sobre las estrategias utilizadas por sus compañeros para resolver la situación planteada inicialmente?

---

---

---

4. ¿Cambiaría algo a la estrategia empleada por usted o a la de sus compañeros?

---

---

---

5. Se desea construir un edificio con forma de prisma de base cuadrado. En la parte alta de dicho edificio, se quiere construir una habitación de forma piramidal recta, con una altura de 7 metros.

Represente la situación anterior de forma gráfica.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. El dueño de una casa, va a pintar el techo con anticorrosivo. Al averiguar sobre los precios y cantidades en que se venden, el vendedor le indica que  $\frac{1}{4}$  de galón, rinde para pintar  $16 m^2$  de superficie.

- c. ¿Cuántos galones de pintura necesita, si el techo a pintar posee las dimensiones que se muestran en la siguiente figura? (Considere isósceles tanto los triángulos como los trapecios dados).



---

---

---

---

---

7. En la situación anterior:

- e) ¿Cuánto le cuesta al dueño pintar el techo, si el precio del producto es 6795 colones?

---

---

---

- f) Si el producto se vendiera en litros, ¿cuántos litros se necesita para pintar el techo?

---

---

---

8. Se va a construir una tapia perimetral para un terreno con forma de trapecio rectangular. La base menor de dicho terreno mide 12 metros, la base mayor mide 16 metros, y la altura corresponde al doble de la base menor menos 2 metros. Asumiendo que los cimientos de dicha tapia ya se han construido:



Anexo 5. Escala de calificación para observar nivel de dominio de competencias matemáticas en los estudiantes de la especialidad de Dibujo Arquitectónico del Colegio Técnico Profesional de Oreamuno. (Basada en niveles de dominio PISA).

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_

Competencia matemática	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7
Pensar y razonar.							
Argumentar.							
Comunicar.							
Modelar.							
Plantear y resolver problemas.							
Representar.							
Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones.							
Usar herramientas y recursos.							

Nota: se marca con una "X" en la casilla que representa el nivel de dominio en que se encuentra el estudiante, según la competencia matemática dada.

## Anexo 6. Circular DDC-0347-02-2017



**DIRECCIÓN DE  
DESARROLLO CURRICULAR**



### CIRCULAR

**Para:** Directores y Directoras Regionales de Educación  
Jefes y Jefas de Asesoría Pedagógica  
Jefes de Departamentos, DDC  
Asesores Nacionales y Regionales  
Supervisores y Supervisoras Escolares de Circuitos  
Directores y Directoras de Centros Educativos  
Docentes de Preescolar, Primaria y Secundaria

**De:** Rosa Carranza Rojas  
Directora, Dirección de Desarrollo Curricular

**ROSA  
CARRANZA  
ROJAS (FIRMA)**

Firmado digitalmente  
por ROSA CARRANZA  
ROJAS (FIRMA)  
Fecha: 2017.02.24  
15:56:21 -06'00'

**Fecha:** 24 de febrero de 2017

**Referencia:** DDC-0347-02-2017

**Asunto:** Acuerdo 07-64-2016 del Consejo Superior de Educación: Política Curricular  
"Educar para una Nueva Ciudadanía"

Estimados (as) Señores (as):

Reciban un cordial saludo. Para su conocimiento, se adjunta el acuerdo 07-64-2016 relacionado con la aprobación de la política curricular "Educar para una Nueva Ciudadanía".

Al respecto, es importante indicar que la nueva política curricular es un aporte relevante al sistema educativo nacional pues permite orientar la implementación de los nuevos programas de estudio y orienta una práctica pedagógica de todo el sistema desde una visión holista y con base en los Derechos Humanos y los deberes que exige el contexto actual.

En virtud de lo anterior, se les invita a su lectura, reflexión y ejecución.

Gracias por su atención.

cc. Dra. Sonia Marta Mora Escalante, Ministra de Educación.  
Dra. Alicia E. Vargas Porras, Viceministra Académica.  
Archivo

ACERWC

**"Educar para una nueva ciudadanía"**

-----  
Teléfono: 2256 - 7011 ext. 2480 // Telefax 2255-1251  
Correo electrónico: direccioncurricular@mep.go.cr

## Referencias Bibliográficas

- Alba, M. (2016). La enseñanza de la Arquitectura. Iniciación al aprendizaje del proyecto arquitectónico. *Revista Española de Pedagogía*. 265(446-461).
- Alles, M. (2005). Desarrollo del talento humano: Basado en competencias. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Ancco, K. (2016). Superficies cuádricas y las aplicaciones en la arquitectura. Recuperado de [https://www.academia.edu/31798186/SUPERFICIES\\_CU%C3%81DRICAS\\_APLICACIONES\\_A\\_LA\\_ARQUITECTURA](https://www.academia.edu/31798186/SUPERFICIES_CU%C3%81DRICAS_APLICACIONES_A_LA_ARQUITECTURA)
- Araya Rivera, C. (2007). Diseño, Ejecución y Evaluación de un Curso Bimodal en la Educación Superior. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 1-22.
- Ávila, G., y López, X. (2001). Educación basada en normas por competencia. San José, Costa Rica, SINETEC. 2000.
- Ayuda de Classroom. (2019). Acerca de Classroom. Recuperado de: [https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020279?hl=es-419&ref\\_topic=7175444](https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020279?hl=es-419&ref_topic=7175444)
- Ayuste, A., Gros, B. y Valdivielso, S. (2012). Sociedad del Conocimiento. Perspectiva Pedagógica. En *Sociedad del Conocimiento y Educación* (p. 17 – 40). España: Editorial Aranzadi, S. A.
- Barrantes, S. (2014). Estrategia didáctica para el aprendizaje de las artes plásticas dirigida a estudiantes ciegos y con baja visión de la Universidad de Costa Rica: el taller de interpretación en el Museo de Arte Costarricense. (Informe de Práctica Dirigida para optar por el grado académico de Licenciatura en Docencia Universitaria). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Barrallo, J., González, F. y Sánchez, S. (2015). An Introduction to the Vesica Piscis, the Reuleaux Triangle and Related Geometric Constructions in Modern



- Architecture. Nexus Network Journal: Architecture & Mathematics. 17(671-684).
- Calcerrada, F. (2013). Las Matemáticas y la Arquitectura. Recuperado de: [http://sistemaucem.edu.mx/bibliotecavirtual/oferta/licenciaturas/arquitectura/LARQ105/las\\_matematicas\\_y\\_la\\_arquitectura.pdf](http://sistemaucem.edu.mx/bibliotecavirtual/oferta/licenciaturas/arquitectura/LARQ105/las_matematicas_y_la_arquitectura.pdf)
- Calderón, A. (2016). Educación Técnica Secundaria Pública en Costa Rica: 1950 – 2014. (Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Trabajo Social). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Camacho, S. (2017). Prácticas evaluativas basadas en el enfoque por competencias de varias especialidades de la educación técnica costarricense (Tesis para optar por el posgrado de Maestría académica en Educación con énfasis en Evaluación Educativa). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Cárdenas, M. N. E. (2006). Educación técnica, empleo y desarrollo. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes, COLYPRO. (2009). Código de Ética. Impresora Tica S.A. San José, Costa Rica.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos CFIA. (2013). Reglamento para la contratación de servicios de consultoría en Ingeniería y Arquitectura. Recuperado de <http://cfia.or.cr/descargas/leyes/41.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. (2017). Panorama de la educación técnica profesional en América Latina y el Caribe. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40920/1/S1601350\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40920/1/S1601350_es.pdf)
- Crespo M., Sanabria K. y Guerra C. (2012). Matemática para arquitectos: convergencias conceptuales y experiencias pedagógicas integradas con Expresión Gráfica. Arquitectura y Urbanismo. 33(3). 2.

- Flores, P., Gómez, M., y Zambrano, D. (2015). Valoración de las competencias digitales en alumnos para la implementación de un curso b-learning de Lenguaje Arquitectónico. *Campus Virtuales*. 2(IV). 16 – 30.
- Fundación Omar Dengo. (2014). Competencias del siglo XXI. Recuperado de <http://www.fod.ac.cr/competencias21/media/InformeATC21s.pdf>
- Gobierno de Costa Rica. (2015). Marco Nacional de Cualificaciones Educación y Formación Técnica Profesional Propuesta. Recuperado de [http://cse.go.cr/sites/default/files/acuerdos/marco\\_nacional\\_de\\_cualificaciones\\_ci\\_16\\_12.2015.pdf](http://cse.go.cr/sites/default/files/acuerdos/marco_nacional_de_cualificaciones_ci_16_12.2015.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Herrera, S. (2016). Análisis de la implementación de políticas de igualdad de género en la organización institucional, caso: Liceo Monseñor Rubén Odio Herrera, DRE Desamparados, 2015 (Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Administración Educativa). Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Lozada, N. R. G. (2016). Errores en el entendimiento y uso del lenguaje matemático, en estudiantes de ingeniería (Order No. 10251517). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1865328080). Retrieved from <https://ezproxy.itcr.ac.cr:2929/docview/1865328080?accountid=27651>
- Matemáticas y sus fronteras. (2006). Dibujo Técnico y Matemáticas: una consideración interdisciplinar. Recuperado de <http://www.madrimasd.org/blogs/matematicas/2006/08/31/39199>
- Martínez, J. (2017). Educación para la arquitectura. Diseño de un programa de formación para adolescentes sobre conocimientos arquitectónicos y su incidencia en el uso de la ciudad, la edificación y la eficiencia energética. *Enseñanza & Teaching*. 35(217-222).

Ministerio de Educación Pública MEP. (2017). Compendio de ofertas y servicios del Sistema Educativo Costarricense 2016. Recuperado de <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/compendiomep-2016dpi.pdf>

Ministerio de Educación Pública, MEP. (2016). Fundamentación Pedagógica de la Transformación Curricular 2015. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/transf-curricular-correccion-primera-pagina.pdf>

Ministerio de Educación Pública, MEP. (2017). Política Educativa. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/politicaeducativa.pdf>

Ministerio de Educación Pública MEP. (2010). Programas de Estudio Especialidad Dibujo Arquitectónico. Recuperado de: <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/dibujo-arquitectonico-11.pdf>

Ministerio de Educación Pública MEP. (2012). Programas de Estudio de Matemática. Recuperado de <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/matematica.pdf>

Ministerio de Educación Pública MEP. (2010). Instructivo para la evaluación de los aprendizajes en las especialidades técnicas bajo el modelo de educación basada en normas de competencia.

Nelson, L. (1990). El papel de la enseñanza de la matemática en las diferentes especialidades de la modalidad industrial de la educación técnica (Tesis de licenciatura en enseñanza de la matemática). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Nottoli, H. (2017). Enseñanza de matemática para arquitectos y diseñadores. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>

OCDE (2005). Informe PISA 2003. Aprender para el mundo del mañana. España: Santillana Educación S.L.

OCDE (2010). PISA 2012 Mathematics framework. Descargado de <http://www.oecd.org/dataoecd/8/38/46961598.pdf> el 6 de marzo del 2012.

Ortega, A. (2002). Dibujo, Matemáticas y Tecnología para vivir en la comunidad de Madrid. Recuperado de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001276.pdf>

Pardo, D. (2010). Análisis y mejoramiento de los procesos en la etapa de preconstrucción de obra civil (Tesis de Posgrado en Ingeniería Civil con énfasis en Administración de la Construcción). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Rico, L. (2006). La competencia matemática en PISA. PNA, 1(2), 47-66. Recuperado de [http://cimm.ucr.ac.cr/ciaem/articulos/universitario/conocimiento/La%20Competencia%20Matem%3A1tica%20en%20Pisa\\*Rico,%20Luis\\*competencia%20en%20PISA.pdf](http://cimm.ucr.ac.cr/ciaem/articulos/universitario/conocimiento/La%20Competencia%20Matem%3A1tica%20en%20Pisa*Rico,%20Luis*competencia%20en%20PISA.pdf)

Roegiers, X. (2010). Una pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>

Ruiz, A. (2018). Evaluación y Pruebas Nacionales para un Currículo de Matemáticas que Enfatiza Capacidades Superiores. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/31916/31622>

Ruiz de la Rosa, J.A. (2001). De Geometría y Arquitectura. Ra. Revista de Arquitectura, volumen (3), 22-32. Recuperado de: <https://www.unav.edu/publicaciones/revistas/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/25970/21711>

Sainz, J. (1990). El dibujo de arquitectura: Teoría e historia de un lenguaje gráfico. Editorial Nerea. Recuperado de [http://oa.upm.es/45562/1/El\\_dibujo\\_de\\_arquitectura.pdf](http://oa.upm.es/45562/1/El_dibujo_de_arquitectura.pdf)

- Salguero, A. y Quirós, D. Comunicación personal, 23 de mayo de 2018.
- Universidades.cr. (20 de octubre de 2014). Todo lo que necesitás saber si querés estudiar Arquitectura. Recuperado de: <https://www.universidadescr.com/blog/todo-lo-que-necesitas-saber-si-quieres-estudiar-arquitectura/>
- Vega M.; Iñigo B. (2004). Retos actuales y perspectivas del mundo del trabajo: emergencia de las competencias profesionales. Educación y Ciencia. Nueva época, Vol. 8 No. 16 (30), 69 – 77. Recuperado de <http://educacionyciencia.org/index.php/educacionyciencia/article/view/221/pdf>
- Vilanova, S.; Rocerau, M.; Valdéz, G; Oliver, M.; Vecino, S.; Medina, P.; Álvarez, E. (2000). La Educación Matemática: El papel de la resolución de problemas en el aprendizaje. Revista Iberoamericana de Educación, OEI, 1 – 11. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/49855719/La-educacion-matematica>
- Villalobos, R. (2017). Enfoques y Diseños de Investigación Social: cuantitativos, cualitativos y mixtos. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED).
- Zafer, S. y Aysun, A. (2015). The importance of parametric touch in contemporary architecture. International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences & Arts SGEM. (P.779-786).
- Zarzar, C. C. (2015). Planeación didáctica por competencias. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>