UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Matemática y Ciencias de la Computación

Perspectivas de modelación en la formación inicial del docente de matemáticas. Un estudio de los campos disciplinares.

Cynthia Alejandra Carocca Pereira

Profesor guía: Daniela Geraldiny Soto Soto

Trabajo de graduación presentado a la Facultad de Ciencia, en cumplimiento de los requisitos exigidos para optar al grado de Magíster en Educación Matemática.

SANTIAGO – CHILE

2020

© Cynthia Alejandra Carocca Pereira, 2020.

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial sin autorización previa y por escrito.

Resumen

El siguiente trabajo identifica las tendencias predominantes de las perspectivas de modelación que poseen los académicos de la Pegagogía en Educación Matemática y Computación de la Universidad de Santiago de Chile (PEMC-USACH).

El objetivo general de esta investigación es “analizar las perspectivas de modelación predominante que conciben los académicos de un programa de formación inicial de profesores de matemática, con el fin de reconocer el estatus epistemológico de la modelación según sus campos disciplinares”.

Para esto, se analiza el currículo de matemática y la prueba PISA, donde se encuentra la habilidad de modelar como una de las cuatro habilidades que deben ser desarrollada por los estudiantes. Por esta razón, la modelación debe estar incluida en la formación inicial del docente de matemática.

En relación a la modelación, Blomhoj (2008) propone 7 perspectivas para la enseñanza de la modelación en educación matemática, entre ellos se encuentra la perspectiva realista, contextual, sociocrítica, educacional (aprendizaje), educacional (competencia), epistemológica, cognitiva. Para efectos de este trabajo, se agrega la perspectiva socioepistemológica.

Además, el programa PEMC-USACH tiene al menos cuatro campos disciplinares en los que es visible la modelación (matemática, estadística, educación, matemática educativa).

Para identificar y analizar la predominancia de las perspectivas en cada campo disciplinar, se aplica un cuestionario a los docentes y se analizan los datos obtenidos a través de tablas de frecuencias y gráficos.

Posteriormente, se plantea una confrontación, en donde se contrasta la caracterización teórica de las perspectivas de modelación y de los campos disciplinares con los resultados obtenidos en el análisis del cuestionario.

A partir del análisis se concluye que los académicos de la PEMC-USACH tienden hacia la perspectiva realista y educacional para el aprendizaje de la matemática. Por otro lado, las perspectivas contextual y sociocrítica se encuentran de manera escasa entre los docentes.

Palabra claves: Perpectivas de modelación, Campos disciplinares, Modelación, Cuestionario.

Abstract

The following work presents identify trends in modeling perspectives held by academics of the Pegagogy in Mathematics and Computing Education at the University of Santiago de Chile (PEMC-USACH).

The general objective of this research is "to analyze the predominant modeling perspectives conceived by academics of an initial training program for mathematics teachers, in order to recognize the epistemological status of modeling according to their disciplinary fields."

Currently, within the mathematics curriculum, modeling is one of the four skills that must be developed by students. For this reason, modeling should be included in the initial training of the mathematics teacher, so that they have the necessary skills to teach modeling in the classroom.

Regarding modeling, Blomhoj (2008) proposes 7 perspectives regarding the teaching of modeling in mathematics education, among them is the realistic, contextual, socio-critical, educational perspective for learning mathematics, educational for the development of modeling, epistemological, cognitive competence. For the purposes of this work, the socio-epistemological perspective is added.

In addition, the PEMC-USACH program has at least four disciplinary fields in which modeling is visible (mathematics, statistics, education and educational mathematics).

To identify and analyze the predominance of perspectives in each disciplinary field, a questionnaire was constructed for the academics of the PEMC-USACH. Subsequently, the survey is applied to the teachers and the data obtained through frequency tables and graphs are analyzed.

Subsequently, a confrontation is proposed, where the theoretical characterization of the modeling perspectives and the disciplinary fields is contrasted with the results obtained in the survey analysis.

From the analysis it is concluded that the academics of the PEMC-USACH offer towards the realistic and educational perspective for the learning of mathematics. On the other hand, contextual and socio-critical perspectives are scarcely found among teachers.

Keywords: Modeling perspectives, Disciplinary fields, Modeling, Questionnaire.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi Padre Celestial por ayudarme a encontrar oportunidades para crecer profesionalmente y como persona, por guiarme en cada camino que tomo.

Agradecer a mi familia Carocca Pereira por la paciencia y la confianza que tienen en mi, sin ustedes nada de esto sería posible.

Agradecer a mi mamá, Patricia Pereira, la mujer más importante para mi en esta vida, gracias por todos los sacrificios que hiciste durante toda mi vida, sin duda, has podido ser partícipe de todos los logros que obtuve gracias a ti.

A mi esposo, Francisco Guerrero, por calmarme en mis momentos de estrés, por confiar y creer en mi, por ayudarme cada día a ser más segura de mi misma, por hacerme reír.

A mi querido curso Manuel Rodríguez, por su entusiasmo, por el apoyo que me brindaron mientras realicé el magíster y por alegrarse con mis logros.

A mis amigos y todos quienes fueron parte de este proceso de una u otra forma, gracias por el apoyo, por confiar y creer en mi.

Gracias profe Dani, sin usted nada de esto sería posible, he aprendido mucho junto a usted, es una excelente maestra.

Índice

Resumen ii

Abstract iii

Agradecimientos iv

Índice v

Introducción 1

1. Capítulo 1: Problemática 4

1.1 Problemática 4
1.1.1 Currículo de matemáticas y prueba PISA 4
1.1.2 Formación inicial docente en cuanto a la modelación 5
1.1.3 Formación inicial docente en Chile 7

1.2 Objetivos de investigación 10
1.2.1 Objetivo general 10
1.2.2 Objetivos específicos 10
1.2.3 Pregunta de investigación 10

2. Capítulo 2: Estado del arte 11

2.1 Modelación matemática 11

2.2 Modelación matemática en la educación 16

2.3 Competencia de modelar 19

3. Capítulo 3: Marco teórico 22

3.1 Perspectivas de modelación en educación matemática 22
3.1.1 Perspectiva Realista 22
3.1.2 Perspectiva Contextual 24
3.1.3 Perspectiva Sociocrítica 27
3.1.4 Perspectiva Educativa 29
3.1.5 Perspectiva Epistemológica 33
3.1.6 Perspectiva Cognitiva 35
3.1.7 Perspectiva Socioepistemológica 38

3.2 Perspectivas de modelación en educación matemática y concepciones, objetivos y características 41

3.3 Teoría de los campos 44
3.3.1 Caracterización de los campos 48

4. Capítulo 4: Marco metodológico 55

4.1 Fundamentos del diseño 55

4.2 Selección de participantes de la investigación 59

4.3 Técnicas de producción de la información 60

4.4 Entrada al campo....61
4.5 Método de análisis....61
4.5.1 Método de análisis de manera general....62
4.5.2 Método de análisis por campo disciplinar....69
4.5.3 Confiabilidad y validez....77
4.6 Criterios de rigor éticos y científicos....79
5. Capítulo 5: Análisis....81
5.1 Análisis general....81
5.1.1 Análisis preguntas de respuesta dicotómica....85
5.1.2 Análisis de preguntas de respuesta múltiple....88
5.1.3 Análisis preguntas en escala Likert....95
5.2 Análisis por campo disciplinar....99
5.2.1 Campo de la matemática....102
5.2.2 Campo de la estadística....116
5.2.3 Campo de la educación....130
5.2.4 Campo de la matemática educativa....144
5.3 Principales hallazgos....160
5.4 Confrontación....161
6. Capítulo 6: Conclusiones....167
Anexo 1....176
Anexo 2....177

Índice de figuras

Figura 1.1: Representación diagramática del conocimiento del profesor frente a la modelación matemática escolar (Villa-Ochoa, Bustamante, Berrio, Osorio, & Ocampo, 2009). 6

Figura 2.1: A framework for identify student blockages during transitions in the modelling process (Galbraith & Stillman, 2006). 13

Figura 2.2: How do students and teachers deal with modelling problems? (Blum & LeiB, 2007). 13

Figura 2.3: Reality based test tasks with digital tolos at lower secondary (Greefraith & RieB, 2013). 14

Figura 2.4: Mathematical modelling: can it be taught and learnt? (Blum & Borromeo, 2009).....14

Figura 3.1: Perspectiva pragmática (Cruz, 2018). 30

Figura 3.2: Ciclo de modelación (Borromeo-Ferri, 2010).....36

Figura 3.3: Concepciones sobre la Modelación en Educación Matemática (Correa, Marín, Gómez, Mesa & Villa-Ochoa, 2015) 42

Figura 3.4: Objetivos de la Modelación en Educación Matemática (Correa, Marín, Gómez, Mesa & Villa-Ochoa, 2015).....43

Figura 3.5: Características de los problemas utilizados en un proceso de Modelación (Correa, Marín, Gómez, Mesa & Villa-Ochoa, 2015) 44

Figura 3.6: Sociedad Diferenciada, Campos, Capital y Espacio Social (Gutierrez Martínez, 2005).....45

Figura 3.7: Especies de capital según la teoría de los campos de Pierre Bourdieu. Fuente: http://entretejidos.iconos.edu.mx/thesite/la-restauracion-en-mexico-una-revision-critica-desde-la-teoria-de-los-campos/ 46

Figura 3.8: Caracterización campo de la matemática (Vargas, 2016). 49

Figura 3.9: Caracterización campo de la educación (Vargas, 2016). 52

Figura 3.10: Caracterización campo de la matemática educativa (Vargas, 2016). 54

Figura 4.1: Orden secuencial enfoque cuantitativo (Hernández-Sampieri, Fernandez-Collado, & Baptista-Lucio, 2014).....55

Índice de tablas

Tabla 1.1: Universidades con programas de formación inicial (Vilches, Soto, & Silva, 2019). 8
Tabla 4.1: Indicadores perspectivas de modelación en educación matemática 58
Tabla 4.2: Ejemplo tabla de frecuencias preguntas dicotómicas 63
Tabla 4.3: Ejemplo tabla de frecuencias solo respuestas afirmativas.....64
Tabla 4.4: Ejemplo tablas de frecuencias de preguntas en escala Likert. 65
Tabla 4.5: Ejemplo tabla ponderada 65
Tabla 4.6: Ejemplo tablas de frecuencias de preguntas dicotómicas por campo disciplinar. 70
Tabla 4.7: Ejemplo tabla de frecuencias de respuestas afirmativas por campo disciplinar. 70
Tabla 4.8: Ejemplo tablas de frecuencias preguntas en escala Likert por campo disciplinar. 72
Tabla 4.9: Ejemplo tablas de frecuencias poderada por campo disciplinar. 73
Tabla 4.10: Kr20 para preguntas de respuesta dicotómicas.....78
Tabla 4.11: Alfa de Cronbach para preguntas en escala likert. 78
Tabla 4.12: Análisis factorial en preguntas de respuesta múltiple. 79
Tabla 5.1: Género 81
Tabla 5.2: Grado académico.....81
Tabla 5.3: Cuenta con estudios en el extranjero.....82
Tabla 5.4: Campo disciplinar.....82
Tabla 5.5: Cuenta con estudios de docencia-pedagogía 82
Tabla 5.6: Tiempo de experiencia laboral en docencia.....83
Tabla 5.7: Asignatura que imparte 84
Tabla 5.8: Semestre que imparte la asignatura 84
Tabla 5.9: Tiempo que lleva impartiendo dicha asignatura.....85
Tabla 5.10: Tabla de frecuencias perspectiva realista preguntas dicotómicas.....85
Tabla 5.11: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas 86
Tabla 5.12: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica preguntas dicotómicas.....86
Tabla 5.13: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje) preguntas dicotómicas 86
Tabla 5.14: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia) preguntas dicotómicas 86
Tabla 5.15: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica preguntas dicotómicas.....87
Tabla 5.16: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva preguntas dicotómicas 87
Tabla 5.17: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica preguntas dicotómicas 87
Tabla 5.18: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple 89

Tabla 5.19: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple 89
Tabla 5.20: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple 89
Tabla 5.21: Tabla de frecuencias primera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple 91
Tabla 5.22: Tabla de frecuencias segunda opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple 91
Tabla 5.23: Tabla de frecuencias tercera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple 92
Tabla 5.24: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple 93
Tabla 5.25: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple 93
Tabla 5.26: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple 94
Tabla 5.27: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert 95
Tabla 5.28: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert 95
Tabla 5.29: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert 96
Tabla 5.30: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert 96
Tabla 5.31: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert 96
Tabla 5.32: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert 96
Tabla 5.33: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert 97
Tabla 5.34: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert 97
Tabla 5.35: Síntesis análisis de manera general 99
Tabla 5.36: Tabla cruzada género por campo disciplinar 99
Tabla 5.37: Tabla cruzada grado académico por campo disciplinar 100
Tabla 5.38: Tabla cruzada estudios en el extranjero por campo disciplinar 100
Tabla 5.39: Tabla cruzada estudios de docencia-pedagogía por campo disciplinar 100
Tabla 5.40: Tabla cruzada tiempo de experiencia laboral por campo disciplinar 101
Tabla 5.41: Tabla cruzada semestre que imparte la asignatura por campo disciplinar 101
Tabla 5.42: Tabla cruzada tiempo que imparte la asignatura por campo disciplinar 102
Tabla 5.43: Tabla de frecuencias perspectiva realista, preguntas dicotómicas, campo de la matemática 102
Tabla 5.44: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas, campo de la matemática 103
Tabla 5.45: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática 103
Tabla 5.46: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), preguntas dicotómicas, campo de la matemática 103
Tabla 5.47: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), preguntas dicotómicas, campo de la matemática 104

Tabla 5.48: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática....104

Tabla 5.49: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, preguntas dicotómicas, campo de la matemática....104

Tabla 5.50: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática....105

Tabla 5.51: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática....106

Tabla 5.52: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática....106

Tabla 5.53: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática....107

Tabla 5.54: Tabla de frecuencias primera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la matemática....108

Tabla 5.55: Tabla de frecuencias segunda opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la matemática....108

Tabla 5.56: Tabla de frecuencias tercera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la matemática....108

Tabla 5.57: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática....110

Tabla 5.58: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática....110

Tabla 5.59: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática....110

Tabla 5.60: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert, campo de la matemática....112

Tabla 5.61: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert, campo de la matemática....112

Tabla 5.62: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert, campo de la matemática....112

Tabla 5.63: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert, campo de la matemática....113

Tabla 5.64: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert, campo de la matemática....113

Tabla 5.65: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert, campo de la matemática....113

Tabla 5.66: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert, campo de la matemática....114

Tabla 5.67: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert, campo de la matemática....114

Tabla 5.68: Síntesis campo de la matemática 116

Tabla 5.69: Tabla de frecuencias perspectiva realista, preguntas dicotómicas, campo de la estadística 117

Tabla 5.70: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas, campo de la estadística 117

Tabla 5.71: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, preguntas dicotómicas, campo de la estadística 117

Tabla 5.72: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), preguntas dicotómicas, campo de la estadística 118

Tabla 5.73: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), preguntas dicotómicas, campo de la estadística 118

Tabla 5.74: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la estadística 118

Tabla 5.75: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, preguntas dicotómicas, campo de la estadística 118

Tabla 5.76: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la estadística 119

Tabla 5.77: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la estadística 120

Tabla 5.78: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la estadística 120

Tabla 5.79: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la estadística 120

Tabla 5.80: Tabla de frecuencias primera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la estadística 122

Tabla 5.81: Tabla de frecuencias segunda opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la estadística 122

Tabla 5.82: Tabla de frecuencias tercera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la estadística 122

Tabla 5.83: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la estadística 124

Tabla 5.84: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la estadística 124

Tabla 5.85: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la estadística 124

Tabla 5.86: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert, campo de la estadística 126

Tabla 5.87: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert, campo de la estadística 126

Tabla 5.88: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert, campo de la estadística 126

Tabla 5.89: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert, campo de la estadística 127

Tabla 5.90: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert, campo de la estadística 127

Tabla 5.91: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert, campo de la estadística 127

Tabla 5.92: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert, campo de la estadística 128

Tabla 5.93: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert, campo de la estadística 128

Tabla 5.94: Síntesis campo de la estadística 130

Tabla 5.95: Tabla de frecuencias perspectiva realista, preguntas dicotómicas, campo de la educación 131

Tabla 5.96: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas, campo de la educación 131

Tabla 5.97: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, preguntas dicotómicas, campo de la educación 131

Tabla 5.98: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), preguntas dicotómicas, campo de la educación 132

Tabla 5.99: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), preguntas dicotómicas, campo de la educación 132

Tabla 5.100: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la educación 132

Tabla 5.101: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, preguntas dicotómicas, campo de la educación 132

Tabla 5.102: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la educación 133

Tabla 5.103: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la educación 134

Tabla 5.104: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la educación 134

Tabla 5.105: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la educación 135

Tabla 5.106: Tabla de frecuencias primera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la educación 136

Tabla 5.107: Tabla de frecuencias segunda opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la educación 136

Tabla 5.108: Tabla de frecuencias tercera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la educación 136

Tabla 5.109: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la educación 138

Tabla 5.110: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la educación 138

Tabla 5.111: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la educación 138

Tabla 5.112: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert, campo de la educación 140

Tabla 5.113: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert, campo de la educación 140

Tabla 5.114: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert, campo de la educación 140

Tabla 5.115: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert, campo de la educación 141

Tabla 5.116: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert, campo de la educación 141

Tabla 5.117: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert, campo de la educación 141

Tabla 5.118: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert, campo de la educación 142

Tabla 5.119: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert, campo de la educación 142

Tabla 5.120: Síntesis campo disciplinar educación 144

Tabla 5.121: Tabla de frecuencias perspectiva realista, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa 145

Tabla 5.122: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa 145

Tabla 5.123: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa 145

Tabla 5.124: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa 146

Tabla 5.125: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa 146

Tabla 5.126: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa 146

Tabla 5.127: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa 147

Tabla 5.128: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa 147

Tabla 5.129: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 148

Tabla 5.130: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 149

Tabla 5.131: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 149

Tabla 5.132: Tabla de frecuencias primera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 151

Tabla 5.133: Tabla de frecuencias segunda opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 151

Tabla 5.134: Tabla de frecuencias tercera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 151

Tabla 5.135: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 153

Tabla 5.136: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 153

Tabla 5.137: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa 153

Tabla 5.138: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert, campo de la matemática educativa 155

Tabla 5.139: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert, campo de la matemática educativa 155

Tabla 5.140: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert, campo de la matemática educativa 155

Tabla 5.141: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert, campo de la matemática educativa 156

Tabla 5.142: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert, campo de la matemática educativa 156

Tabla 5.143: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert, campo de la matemática educativa 156

Tabla 5.144: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert, campo de la matemática educativa 157

Tabla 5.145: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert, campo de la matemática educativa 157

Tabla 5.146: Síntesis campo de la matemática educativa 159

Tabla 5.147: Confrontación campo de la matemática 162

Tabla 5.148: Confrontación campo de la estadística 163

Tabla 5.149: Confrontación campo de la educación. 165
Tabla 5.150: Confrontación campo de la matemática educativa 166

Índice de imágenes

Imagen 2.1: Subprocesos del ciclo de modelación. 12
Imagen 2.2: Momentos que debe afrontar el docente en el proceso de modelación 17
Imagen 2.3: Objetivos de la modelación en cuanto a la enseñanza. 18
Imagen 2.4: Competencias ha desarrollar dentro del proceso de modelación. 20
Imagen 3.1: Indicadores perspectiva realista. 24
Imagen 3.2: Principios para diseñar tareas de modelación. 25
Imagen 3.3: Indicadores perspectiva contextual. 26
Imagen 3.4: Indicadores perspectiva sociocrítica. 28
Imagen 3.5: Indicadores perspectiva educacional, para el aprendizaje de la matemática. 31
Imagen 3.6: Indicadores perspectiva educacional, para el desarrollo de la competencia de modelar. 32
Imagen 3.7: Indicadores perspectiva epistemológica. 34
Imagen 3.8: Indicadores perspectiva cognitiva. 38
Imagen 3.9: Dimensiones perspectiva socioepistemológica. 39
Imagen 3.10: Indicadores perspectiva socioepistemológica. 41
Imagen 3.11: Campos de formación docente PEMC-USACH 47
Imagen 3.12: Caracterización campo de la estadística 50
Imagen 4.2: Seminario de expertos, enero de 2020. 56
Imagen 5.1: Resultados análisis general de preguntas de respuesta dicotómica 88
Imagen 5.2: Resultados análisis general preguntas de respuesta múltiple (objetivos) 90
Imagen 5.3: Resultados análisis general preguntas de respuesta múltiple (tipos de problemas) 92
Imagen 5.4: Resultados análisis general preguntas de respuesta múltiple (concepciones) 94
Imagen 5.5: Resultados análisis general de preguntas en escala Likert 98
Imagen 5.6: Resultados análisis de preguntas de respuesta dicotómica, campo de la matemática. 105
Imagen 5.7: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática (objetivos). 107
Imagen 5.8: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática (tipos de problema). 109
Imagen 5.9: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática (concepciones). 111
Imagen 5.10: Resultados análisis de preguntas en escala Likert, campo de la matemática. 115
Imagen 5.11: Resultados análisis de preguntas de respuesta dicotómica, campo de la estadística. 119

Imagen 5.12: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la estadística (objetivos). 121

Imagen 5.13: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la estadística (tipos de problema). 123

Imagen 5.14: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la estadística (concepciones).....125

Imagen 5.15: Resultados análisis de preguntas en escala Likert, campo de la estadística. 129

Imagen 5.16: Resultados análisis de preguntas de respuesta dicotómica, campo de la educación.....133

Imagen 5.17: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la educación (objetivos). 135

Imagen 5.18: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la educación (tipos de problema). 137

Imagen 5.19: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la educación (concepciones).....139

Imagen 5.20: Resultados análisis de preguntas en escala Likert, campo de la educación. 143

Imagen 5.21: Resultados análisis de preguntas de respuesta dicotómica, campo de la matemática educativa. 148

Imagen 5.22: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática educativa (objetivos). 150

Imagen 5.23: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática educativa (tipos de problema).....152

Imagen 5.24: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática educativa (concepciones). 154

Imagen 5.25: Resultados análisis de preguntas en escala Likert, campo de la matemática educativa.....158

Introducción

El presente trabajo se origina a través del proyecto "¿Cuál es el estatus epistemológico de la modelación en la formación inicial del profesor de matemática y computación en la Universidad de Santiago de Chile?", en el cual se pretende identificar la tendencia que poseen los académicos de la Pedagogía en Matemática y Computación de la Universidad de Santiago de Chile (PEMC-USACH), en cuanto a las perspectivas de modelación en educación matemática.

En la actualidad, el currículo de matemática posee cuatro habilidades que se han de desarrollar, entre ellas se encuentra la modelación matemática (MINEDUC, 2015). Junto a lo anterior, Chile participa en la evaluación internacional PISA, obteniendo resultados por debajo de la media de la OCDE (Agencia de la Calidad de la Educación, 2019).

Es por esto, que el currículo junto con evaluaciones internacionales exige desarrollar la competencia de modelar en sus estudiantes. Por lo que la formación inicial docente juega un rol fundamental en el desarrollo de la habilidad de modelar en los futuros educadores, debido a que los docentes se convierten en la base para insertar la modelación matemática en las aulas del país.

Villa- Ochoa (2015) menciona que existe una escasa implementación de la modelación en la educación escolar a nivel internacional. Por su parte, Vilches, Soto y Silva (2019) indican que en la formación inicial de profesores de matemáticas en Chile, son escasos los cursos de modelación que se imparten.

En relacion a la modelación, Blomhoj (2008) propone 7 perspectivas en cuanto a la enseñanza en la educación matemática, entre ellas se encuentra las perspectivas realista, contextual, sociocrítica, educacional para el aprendizaje de la matemática, educacional para el desarrollo de la competencia de modelar, epistemológica y cognitiva. Dentro del proyecto en el cual se enmarca este trabajo de investigación, se incluye la perspectiva socioepistemológica.

Además, el programa PEMC-USACH tiene al menos cuatro campos disciplinares en donde se vislumbra la modelación, entre ellos se tiene el campo de la matemática, estadística, educación y matemática educativa.

Dado lo antes mencionado, el objetivo de esta investigación es analizar las perspectivas de modelación predominante utilizada por académicos de un programa de formación inicial de profesores de matemática con el fin de reconocer el estatus epistemológico de la modelación, según sus campos disciplinares.

Los objetivos específicos son: caracterizar las perspectivas de la modelación en educación matemática, diseñar y aplicar un cuestionario de perspectivas de modelación en educación matemática para académicos, clasificar las respuestas de los académicos en relación con las perspectivas de la modelación en educación matemática y clasificar las respuestas de los

académicos en relación con las perspectivas de la modelación en educación matemática de acuerdo con su campo disciplinar.

Para esto, se elabora un cuestionario de percepción de perspectivas para ser aplicados a los académicos de la PEMC-USACH, el cual es validado a través de juicio de expertos y por métodos de confiabilidad. El instrumento se envía vía correo electrónico debido a la pandemia que afecta a nivel mundial.

Para alcanzar el objetivo propuesto se presentan seis capítulos, los cuales son detallados a continuación.

En el primer capítulo, denominado *"Problemática"* se analiza el currículo de matemáticas y la prueba PISA, en la cual participa Chile. Dichos documentos hacen hincapié al desarrollo de la habilidad de modelar en los estudiantes, lo cual exige que los docentes estén preparados para la enseñanza de la modelación en la educación matemática.

Por lo anterior, se estudia la formación inicial docente en cuanto a la modelación, en particular, la formación inicial docente en Chile en relación con dicha habilidad. Vilches, Soto y Silva (2019) ilustran de manera concreta los escasos cursos de modelación que tienen los estudiantes para profesor en su formación inicial en el país.

Por último, se presentan los objetivos generales y específicos que se establecen en este trabajo de investigación.

En el segundo capítulo, titulado *"Estado del arte"*, se ilustra la definición teórica de modelación y el proceso de modelación desde la perspectiva de diversos autores (Galbraith & Stillman, 2006; Blum & LeiB, 2007; Blum & Borromeo, 2009; Greefraith & RieB, 2013).

Posteriormente, se define la modelación matemática en la educación y la competencia de modelar, la cual involucra una serie de habilidades que se han de desarrollar dentro del proceso de modelación (MaaB, 2006).

En el capítulo tres, *"Marco teórico"*, se caracterizan las diversas perspectivas de modelación, considerando el estudio realizado por Kaiser y Sriraman (2006) y Blomhoj (2008). Además, se ilustran indicadores de cada perspectiva los cuales son palabras claves indispensables que colaboran en la elaboración del cuestionario.

En el mismo capítulo, se define y hace distinción de los campos disciplinares que posee la PEMC-USACH, tomando en consideración el estudio realizado por Soto (2003), Vargas (2016) y el perfil de egreso de la carrera en cuestión. Dado lo anterior, se caracteriza cada campo indicando palabras claves.

En el capítulo cuatro, denominado *"Marco metodológico"*, se indica el enfoque de esta investigación, se fundamenta las técnicas de producción de la información, se explica el método de análisis y finalmente, se da a conocer la confiabilidad y validez del cuestionario.

En el quinto capítulo, *"Análisis"*, se detalla el estudio de los datos obtenidos luego de la aplicación del cuestionario. En primer lugar, se presenta el análisis general de los académicos, sin realizar distinción entre ellos y posteriormente, se diferencian de acuerdo con su campo disciplinar.

Se caracteriza a los participantes de la encuesta y se presentan diversas tablas de frecuencias y gráficos, los cuales exponen la frecuencia porcentual de las perspectivas con el fin de obtener información sobre la tendencia que poseen los académicos en cuanto a las perspectivas de modelación en educación.

Por último, en el capítulo cinco, se realiza una confrontación considerando el marco teórico y la información obtenida en el análisis de la encuesta.

En el capítulo seis, *"Conclusiones"*, se exponen los resultados de la investigación en cuanto a la caracterización de los campos, a la cantidad de participantes, al instrumento y su metodología, dando a conocer posibles recomendaciones para una próxima replica del estudio.

Finalmente, se ilustra la tendencia que poseen los académicos de la PEMC-USACH en cuanto a las perspectivas de modelación en educación según su campo disciplinar.

Capítulo 1: Problemática

1.1 Problemática

Para Villa-Ochoa (2015) una de las razones por la que se recomienda implementar la modelación matemática en la educación escolar es debido a que puede convertirse en una herramienta que permite describir y analizar situaciones problemáticas reales que sean cercanas a la realidad del estudiante. Junto con ello, la modelación desarrolla competencias críticas, colabora en la comprensión de los propios contextos del alumno y contribuye en aspectos sociales, lo cual implica generar ciudadanos responsables para participar en sociedades que requieren competencias de modelación para su desarrollo.

1.1.1 Currículo de matemáticas y prueba PISA

En Chile, las bases curriculares propuestas por el Ministerio de Educación mencionan cuatro habilidades que se deben desarrollar en matemáticas, estas son: resolver problemas, representar, modelar y argumentar y comunicar. Estas habilidades se relacionan entre sí y son primordiales en la adquisición de nuevas destrezas y conceptos.

Si bien existe una interrelación entre las habilidades mencionadas, para efectos de este trabajo de investigación se considera exclusivamente la habilidad de modelar. En cuanto a la modelación, el Ministerio de Educación (MINEDUC, 2015) señala que:

> *"modelar es construir un modelo físico o abstracto que capture parte de las características de una realidad para poder estudiarla, modificarla y/o evaluarla; asimismo, ese modelo permite buscar soluciones, aplicarlas a otras realidades (objetos, fenómenos, situaciones, etc.), estimar, comparar impactos y representar relaciones. Así, las alumnas y los alumnos aprenden a usar variadas formas para representar datos, y a seleccionar y aplicar los métodos matemáticos apropiados y las herramientas adecuadas para resolver problemas. De este modo, las ecuaciones, las funciones y la geometría cobran un sentido significativo para ellas y ellos"* (pp. 98).

Es por esto que al construir modelos, se espera que los alumnos descubran regularidades y patrones, sean capaces de comunicar y argumentar los modelos obtenidos con sus propias palabras, generando un aprendizaje significativo. Además, con la modelación desarrollan la creatividad, la capacidad de razonamiento y la resolución de problemas en diversos contextos cercanos a sus realidades.

Debido a que la modelación es una de las habilidades a desarrollar propuesta por el Ministerio de Educación, ésta se encuentra integrada en el curriculo tanto para cursos de enseñanza básica como para cursos de enseñanza media de la educación chilena. Por lo que los

docentes chilenos deben estar en condiciones de involucrar la modelación en el sistema educacional del país.

Actualmente, Chile participa en la evaluación PISA (por sus siglas en inglés de Programme for International Student Assessment), la cual evalúa los conocimientos y habilidades fundamentales que poseen los estudiantes de 15 años para participar en sociedades modernas.

La evaluación mide la capacidad de los estudiantes para razonar matemáticamente y utilizar conceptos matemáticos (procedimientos, datos y herramientas) con el fin de describir, explicar y predecir fenómenos, es decir, se entiende la competencia matemática como la habilidad para comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en situaciones en las que juegan un rol, es decir, en donde debe utilizar la modelación.

Sin embargo, los resultados de la prueba PISA del año 2018, muestra que Chile tiene en promedio 417 puntos en matemática, resultados que se encuentran bajo el promedio de la OCDE (489), lo cual implica que más de la mitad de los estudiantes de 15 años en Chile no han desarrollado las competencias matemáticas mínimas, además, no se han mostrado variaciones significativas como país en un largo periodo de tiempo (Agencia de la Calidad de la Educación, 2019).

Debido a lo mencionado anteriormente, el currículo y las evaluaciones internacionales exigen hoy profesores capaces de desarrollar la habilidad de modelar en sus estudiantes, docentes que incluyan las experiencias cotidianas de sus estudiantes en el sistema educativo. Es por esto que la formación inicial docente juega un rol fundamental en el desarrollo de la habilidad de modelar en los futuros educadores, debido a que los docentes se convierten en la base para insertar la modelación matemática en las aulas del país.

1.1.2 Formación inicial docente en cuanto a la modelación

Actualmente, existe una escasa implementación de la modelación en la educación escolar a nivel internacional (Villa-Ochoa, 2015), por lo que la modelación matemática a nivel educacional ha sido un fenómeno de constante investigación.

Kaiser y MaaB (2007) (citado en Villa-Ochoa, 2015), mencionan que las creencias y concepciones que poseen los docentes se convierten en un elemento que afecta en la manera en la cual se implementa la modelación matemática en las aulas. Esta es una de las razones por que la modelación en las salas de clases es escasa, puesto que exige gran demanda matemática, pedagógica y personal por parte de los profesores.

En concordancia con lo anterior, Lieven Verschaffel, Erik de Corte e I. Borgant (1997) (citado en Villa-Ochoa, 2015) realizan un estudio sobre las concepciones y creencias de futuros

docentes de matemática sobre el rol que cumple el conocimiento matemático en el mundo real. Los resultados de su investigación arrojan que los futuros profesores tienden a excluir el conocimiento del mundo real y limitarse a problemas que arrojen resultados exactos. Además mencionan que la creencia que predomina en los futuros educadores es la poca importancia a las situaciones no estructuradas y no estándar, puesto que no entregan resultados concretos.

Por otro lado, algunos programas de formación de profesores de matemática tienen su foco exclusivamente en los elementos teóricos de la disciplina, sin la necesidad de llevar a la práctica pedagógica la transformación de estos elementos, lo cual es esencial en la formación de docentes. Por su parte, Huincahue y Mena-Lorca (2014) mencionan que en la formación universitaria de profesores de matemática si se realizan conexiones entre la matemática y realidad, pero teniendo como centro la matemática, es decir, la aplicación del objeto matemático y dejando a un lado el proceso de modelación.

Aunado a lo anterior, Tapia (2016) (citado en Huincahue, Borromeo-Ferri y Mena-Lorca (2018)) explica que las concepciones de los formadores de profesores en cuanto al uso de la modelación varían entre la aplicación de un concepto matemático, construcción matemática y ejemplificación de algún contenido matemático en ambientes extramatemáticos. Lo cual deja de lado la preocupación acerca como guiar ciertas prácticas de enseñanza vía modelación.

Para Villa-Ochoa, Bustamante, Berrio, Osorio y Ocampo (2009) un programa de formación docente debe tener en consideración las creencias, concepciones y conocimiento de la teoría, esto es conocimiento matemático, y contar con las herramientas para trasladar dichos contenidos al aula, es decir, conocimiento pedagógico. Además, en cuanto a la modelación, se deben incluir procesos de reflexión y tender hacia el desarrollo del sentido de la modelación, tal como se muestra en la imagen 1.1.

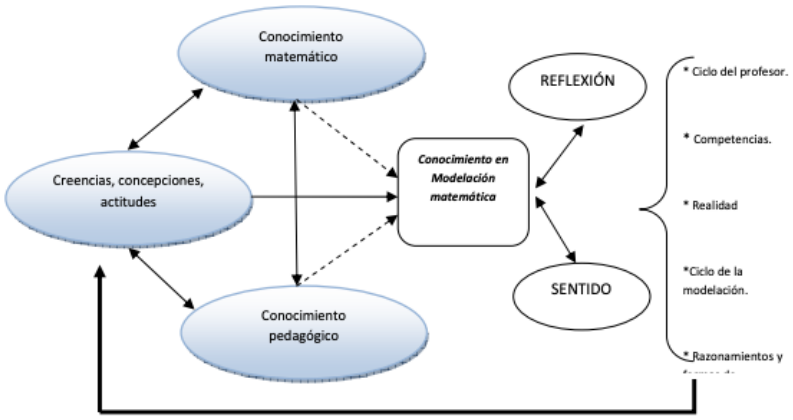

Figura 1.1: Representación diagramática del conocimiento del profesor frente a la modelación matemática escolar (Villa-Ochoa, Bustamante, Berrio, Osorio, & Ocampo, 2009).

Cabe destacar que la reflexión se entiende como una forma que tiene el profesor para realizar un autoevaluación en cuanto a su práctica docente y el sentido de realidad *es "la capacidad para identificar situaciones de contexto sociocultural y la capacidad para detectar oportunidades frente a las cuales se pueda movilizar el conocimiento de los estudiantes"* (Villa-Ochoa, Bustamante, Berrio, Osorio, & Ocampo, 2009, pp. 1449), por lo que los docentes deben ser entes activos y reflexivos, ser capaz de mejorar sus prácticas y buscar situaciones que colaboren en el desarrollo del proceso de modelación de sus estudiantes.

Por lo anterior, se vislumbra que existe una dificultad en la enseñanza de la modelación, debido a que no se forma para la modelación, si bien existe la relación matemática-realidad en la formación, ésta no asume relevancia en cuanto a la traslación de la modelación a las aulas.

1.1.3 Formación inicial docente en Chile

La enseñanza de la matemática en las aulas ha tenido su foco en los objetos matemáticos más que la construcción de los mismos, dejando de lado los usos que permiten su evolución y efectividad en diversas situaciones (Vilches, Soto y Silva, 2019), es decir, no se enseña para la modelación en las salas de clases.

Por lo tanto, es en la formación inicial docente donde se debe llevar a cabo discusiones sobre como enseñar la modelación matemática en las aulas escolares, mientras esa discusión no se realice, el potencial de la modelación en la educación escolar seguirá siendo limitado.

Vilches, Soto y Silva (2019), realizan un análisis a los planes de estudio de la formación inicial docente en matemáticas en Chile, en donde aparecen cuatro categorías disciplinares: Matemáticas, Educación, Didáctica de las Matemáticas y Prácticas. Su estudio arroja que dichas categorías muestran que se deja muy poco espacio para clases interdisciplinares o para analizar la construcción del conocimiento matemático.

Los autores antes mencionados ilustran la tabla 1.1, donde se ilustra información sobre universidades que ofrecen programas para futuros profesores de matemáticas. La tabla indica la duración del programa, en semestres, las asignaturas dedicadas explicitamente a la modelación y también la acreditación de la carrera (Ver tabla 1.1):

Universidad	**Duración (semestres)**	**Cursos de modelación**	**Acreditación (años)**
PUC	8	0	7
PUCV	9	0	6
UA	9	0	5

UACH	8	1	3
UHURTADO	10	1	5
UBB	10	0	5
UCENTRAL	9	0	3
UCH	10	0	6
UCSC	9	1	3
UdeC	10	1	7
UFRO	10	0	5
ULAGOS	9	0	5
UMCE	10	0	4
UNAP	10	0	5
UCN	10	0	3
USACH	10	1	5
USERENA	9	0	5
UTAL	9		5
UV	8	0	4
UCT	10	0	5
UCM	9	0	5

Tabla 1.1: Universidades con programas de formación inicial (Vilches, Soto, & Silva, 2019).

De acuerdo con la tabla 1.1, se observa la escasez de los cursos de modelación matemática en la formación inicial docente. Esto es debido a que en los programas se continúa dando énfasis a los contenidos matemáticos y no al desarrollo interdisciplinar de las matemáticas en sus cuatro campos disciplinares (matemáticas, didáctica de las matemáticas, educación y prácticas).

Por lo tanto, Vilches, Soto, y Silva (2019) afirman que la formación inicial docente tiene su foco en las matemáticas como disciplina y no posee asignaturas que abordan la funcionalidad del objeto matemático, la aplicación, el contexto, su construcción social y la relación matemática-realidad.

Debido a lo antes mencionado, los profesores están capacitados para ser expertos en la enseñanza de los objetos matemáticos, pero no para enseñar contenidos que involucra otras disciplinas científicas, su uso cotidiano, su aplicación y su construcción social.

Finalmente, Villa-Ochoa, Bustamante, Berrio, Osorio, & Ocampo (2009) y Vilches, Soto y Silva (2019) mencionan que se debe fortalecer los planes de estudio en matemática en la formación inicial docente, considerando asignaturas que involucren la modelación matemática, aspectos interdisciplinares y la construcción social del conocimiento matemático, en vista que se espera que el sistema educativo cuente con profesores que incluyan las experiencias cotidianas de sus alumnos y la funcionalidad del conocimiento matemático en la creación, selección e implementación de actividades en la enseñanza de las matemáticas.

En relación a lo anterior, Blomhoj (2004) señala que existen diversas perspectivas de modelación para la enseñanza en la educación matemática, entre ellas se distingue la perspectiva realista, contextual, sociocrítica, educacional para el aprendizaje de la matemática, educacional para el desarrollo de la competencia de modelar, epistemológica, cognitiva y socioepistemológica, las cuales se detallan en el capítulo 3. Dichas perspectivas de modelación están presentes en la enseñanza de la modelación o en el desarrollo del proceso de modelación, sin embargo, no todas predominan en los académicos que trabajan con la modelación, sino que es posible encontrar la prevalencia de una o dos perspectivas en una determinada tarea de modelación (Huincahue, 2017).

Actualmente, en el programa PEMC-USACH, existen como mínimo cuatro campos disciplinares para la formación de profesores de matemática, lo cuales se esfuerzan por desarrollar/aplicar el proceso de modelación y la modelación en educación matemática en cada uno de ellos: en primer lugar se encuentra el campo de la matemática, en donde los profesores pertenecientes a este campo son los encargados de la formación matemática de sus alumnos; en segundo lugar el área de la estadística, encargada a desarrollar el ámbito estadístico y probabilidades en los estudiantes para profesor; en tercer lugar, el ambito de la educación, compuesto por psicólogos, sociólogos y educadores con el propósito de ampliar la mirada educacional del futuro docente; y finalmente el campo de la matemática educativa, enfocada en ampliar el área de la didáctica de las matemáticas en los estudiantes.

Es por esto que surge la siguiente pregunta: ¿qué perspectivas de modelación son las predominantes dentro de la formación inicial docente dentro de la carrera?, en particular, ¿qué perspectiva predomina en cada campo disciplinar?

1.2 Objetivos de investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar las perspectivas de modelación predominante que conciben los académicos de un programa de formación inicial de profesores de matemática con el fin de reconocer el estatus epistemológico de la modelación según sus campos disciplinares.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las perspectivas de la modelación en educación matemática.
- Diseñar y aplicar un cuestionario de perspectivas de modelación en educación matemática para académicos.
- Clasificar las respuestas de los académicos en relación con las perspectivas de la modelación en educación matemática.
- Clasificar las respuestas de los académicos en relación con las perspectivas de la modelación en educación matemática de acuerdo con su campo disciplinar.

1.2.3 Pregunta de investigación

- ¿Qué perspectivas de modelación en educación matemática predominan en los académicos formadores de profesores de matemática, según sus campos disciplinares?

Capítulo 2: Estado del arte

2.1 Modelación matemática

Un modelo matemático, según Villa-Ochoa (2007) es un "conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que intentan explicar, predecir y solucionar algunos aspectos de un fenómeno o situación" (pp. 67). Por lo tanto, un modelo matemático es un eslabón entre la matemática y la realidad.

Detrás de todo modelo matemático existe un proceso de modelación, es decir, para obtener modelos matemáticos se debe considerar previamente un proceso de modelación, el cual es un proceso dinámico y sujeto a cambios (Bassanezi, 2004), en vista de que, como se menciona anteriormente, el modelo es una aproximación a la realidad y por lo tanto esta sujeto a cambios.

Vilches, Soto y Silva-Crocci (2019) mencionan que el proceso de modelación debe tener un enfoque interdisciplinario puesto que entrega la oportunidad de comprender, analizar y predecir ciertos comportamientos, no solo comportamientos relacionados exclusivamente a la matemática, sino a otras áreas en donde la realidad este presente.

La construcción de un modelo requiere un cierto periodo de tiempo, por lo que construir modelos matemáticos no es un proceso inmediato, sino es un proceso en donde se pone en juego conocimientos matemáticos y no matemáticos, el conocimiento del contexto, la intuición y la creatividad para interpretar un determinado contexto, habilidades para describir, establecer y representar las relaciones existentes en la situación problemática del mundo real que posee quien modela (Salett & Hein, 2004; Villa, 2007). Razón por la cual la modelación es un proceso que requiere habilidades y destrezas para lograr la obtención, validación y justificación de un modelo matemático.

En Blomhoj (2004), para poder crear y aplicar esos modelos matemáticos es necesario recorrer todo el ciclo de un proceso de modelación, el cual tiene los siguientes subprocesos (ver figura 2.1):

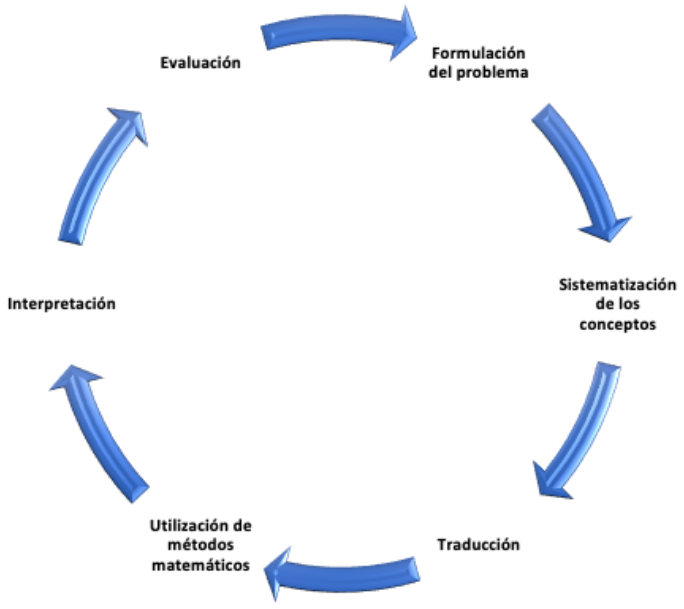

Imagen 2.1: Subprocesos del ciclo de modelación.

El ciclo comienza con la formulación del problema, en donde se formula una tarea que posea características de la realidad la cual será modelada. Luego, viene la sistematización de los conceptos, en el cual se organizan los objetos matemáticos que serán usados en la resolución de los modelos matemáticos. Posteriormente se traducen dichos objetos y relaciones obtenidas a un lenguaje matemático. Siguiendo con el ciclo, viene el uso de métodos matemáticos para encontrar resultados y extraer conclusiones, los cuales deben ser interpretados considerando la situación real inicial. Finalmente, se evalúa la validez y pertinencia del modelo, el cual debe ser lo más coherente posible con la realidad investigada.

Si alguno de los subprocesos mencionados anteriormente tiene alguna dificultad, se debe retroceder al subproceso anterior con el propósito de reparar la deficiencia y poder continuar con el proceso de modelación. Incluso, si el modelo no es válido ni pertinente, el proceso completo debe ser realizado nuevamente para la obtención de nuevos modelos y resultados satisfactorios.

Aunado al proceso de modelación de Blomhoj (2004), existen diversos esquemas en cuanto a dicho proceso, los cuales se presentan en las figuras 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5.

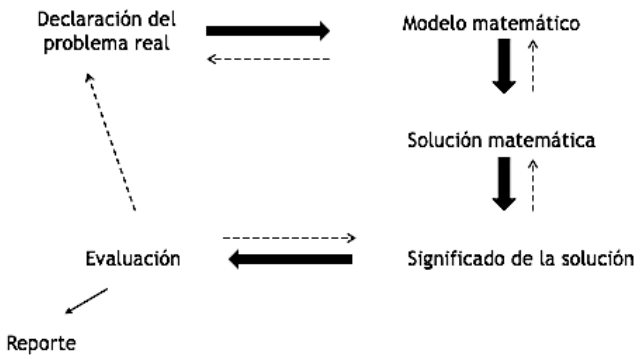

Figura 2.1*:* A framework for identify student blockages during transitions in the modelling process (Galbraith & Stillman, 2006).

El esquema propuesto por Galbraith y Stillman (2006) es muy similar al ciclo mencionado por Blomhoj. De igual manera parte con un problema de la vida real, el cual conlleva un modelo matemático que busca entregar una solución matemática. Se otorga significado a la solución, considerando el problema inicial y luego se evalúa el modelo matemático obtenido. En este caso, si el modelo matemático es válido y pertinente, se realiza un reporte de la solución, en caso contrario se repite el ciclo.

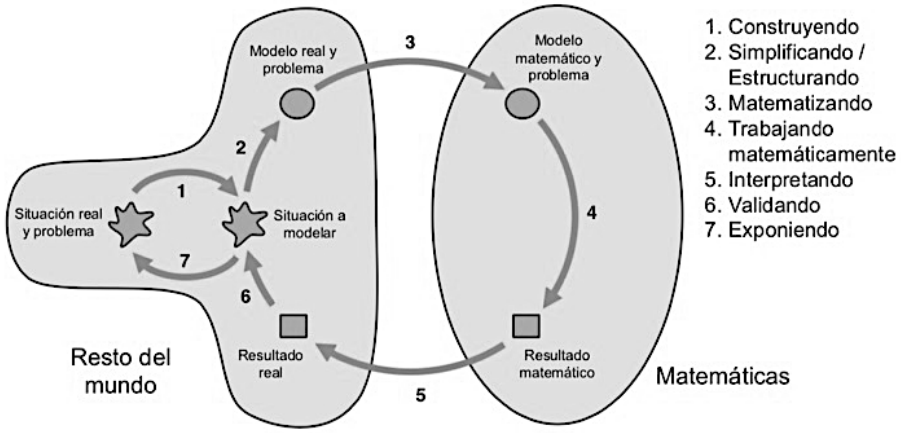

Figura 2.2: How do students and teachers deal with modelling problems? (Blum & LeiB, 2007).

El ciclo propuesto por Blum y LeiB (2007) realiza una separación entre el "resto del mundo" y las matemáticas, esto es debido a que tanto la situación real, el modelo real y problema, la situación a modelar y el resultado real se encuentran inserto en lo que denominan "resto del mundo". Sin embargo, el modelo matemático y problema y el resultado matemático se encuentran dentro del mundo matemático.

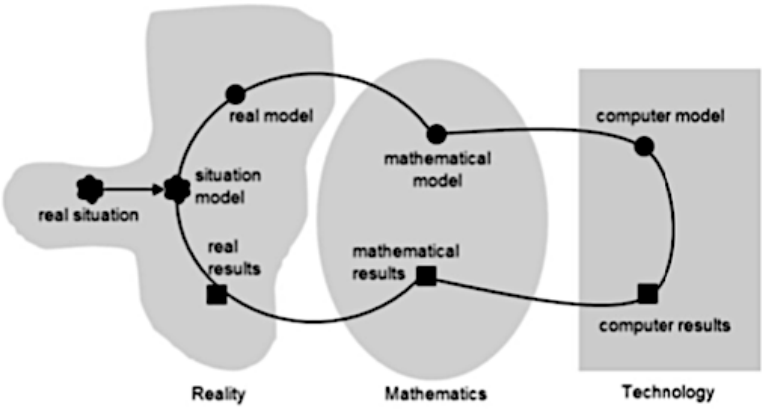

Figura 2.3: Reality based test tasks with digital tolos at lower secondary (Greefraith & RieB, 2013).

El proceso de modelación propuesto por Greefraith y RieB (2013), sigue el mismo lineamiento que los procesos anteriores, sin embargo, para validar el modelo y sus resultados se utiliza la tecnología. Por lo tanto, este ciclo no sólo trata la matemática-realidad, sino que agrega una nueva línea, la cual es el uso de la tecnología con el fin de evaluar y validar el modelo matemático obtenido y sus resultados.

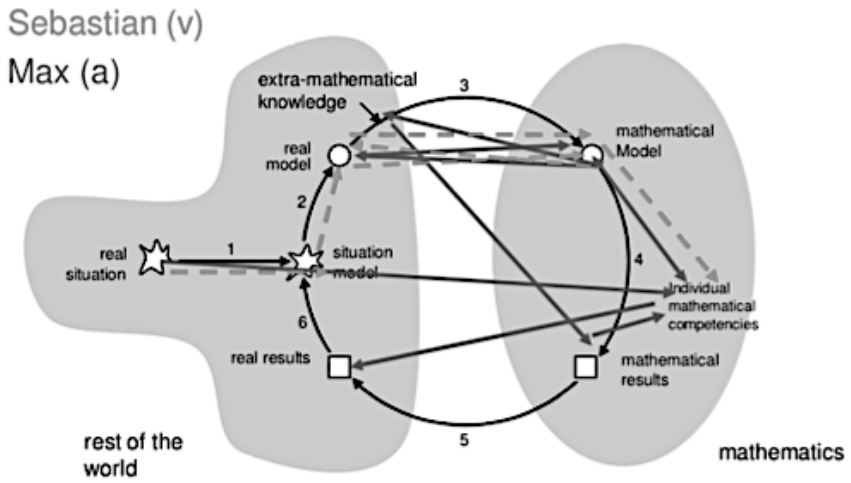

Figura 2.4: Mathematical modelling: can it be taught and learnt? (Blum & Borromeo, 2009).

En el ciclo propuesto por Blum y Borromeo (2009), es posible observar que también diferencia el mundo real y las matemáticas, sin embargo, lo que hace diferente a este ciclo de los mencionados anteriormente es que hace énfasis en los conocimientos extra matemáticos y las competencias matemáticas individuales que posee el modelador, lo cual son habilidades y destrezas que debe tener quien modela.

Los esquemas anteriores explican el proceso de modelación y, como se ha descrito anteriormente, al modelar nos movemos entre la realidad y las matemáticas (MaaB, 2006).

Como se vislumbra en las figuras anteriores, todos los ciclos presentados comienzan con un problema del mundo real, el cual se debe simplificar y estructurar. Al recolectar datos, se obtiene más información sobre la situación y se prevé el tipo de modelo matemático que puede ser apropiado para el problema real.

A través del proceso de matematización, los objetos relevantes, los datos, las relaciones, las condiciones e hipótesis se trasladan hacia la matemática, dando por resultado un modelo matemático.

El proceso de modelación no finaliza con la obtención del modelo, sino que se deben obtener resultados matemáticos pertinentes al problema del mundo real.

Para finalizar, el modelo debe ser validado mediante la comprobación de los resultados y la interpretación en cuanto a la situación original. Si el proceso de validación no arroja resultados satisfactorios, se debe repetir el proceso con una modificación o con un modelo completamente diferente. En el caso que el proceso de validación arroje resultados satisfactorios, se comunica la solución de la situación problemática del mundo real (Salett & Hein, 2004; MaaB, 2006).

Estos ciclos de modelación se ven como una forma ideal de modelar, sin embargo, Blomhoj (2004), Salett y Hein (2004), Borromeo-Ferri (2006) y Villa-Ochoa (2007) mencionan que el proceso para la obtención de modelos toma la forma de un proceso cíclico y no lineal, esto es debido a que las etapas de declaración de problema, formulación de un modelo, solución matemática, interpretación de los resultados y la evaluación de la solución pueden conducir a una redefinición del modelo matemático en cuestión.

Para Kaiser y Sriraman (2006), se distinguen dos principales perspectivas que surgen de la discusión del proceso de modelación: una perspectiva pragmática, que se centra en lo utilitario del modelo, en donde se aplican las matemáticas para resolver problemas prácticos de la vida real; y una perspectiva científico-humanística, en donde se orienta a las matemáticas como una ciencia, en donde se crea relaciones entre la matemática y la realidad, dado contextos cotidianos para la obtención del modelo.

En la actualidad, para Kaiser y Sriraman (2006) los enfoques principales de la modelación son: perspectiva epistemológica y la teoría matemática , puesto que se construye el modelo partiendo de una situación que luego conduce al desarrollo de la teoría; perspectiva enmancipadora, en donde se introducen elementos sociocríticos; y perspectiva integradora, que exige que las aplicaciones y el proceso de modelación sirvan para propósitos científicos, matemáticos y pragmáticos.

2.2 Modelación matemática en la educación

Blomhoj (2004) menciona que la modelación matemática puede ser vista como una práctica de enseñanza que establece la relación entre el mundo real y la matemática, sin embargo, no solo permite a los estudiantes aprender matemática de manera aplicada a otras áreas del conocimiento. Por esto, Salett y Hein (2004) explican que la modelación matemática permite a los alumnos mejorar la capacidad de lectura, de interpretación, de formulación de situaciones y de solucionar problemáticas.

Para que un alumno experimente con un modelo y sea capaz de reflexionar sobre las relaciones existentes en dicho proceso de modelación (sistematización, matematización, validación), el estudiante debe ser capaz de percibir la situación problemática real y la matemática como dos objetos separados, pero al mismo tiempo interrelacionados. Para Blomhoj (2004) el desarrollar esas reflexiones es una de las metas a largo plazo que tiene la implementación de la modelación en la enseñanza.

Junto a lo anterior, Barbosa (citado en Correa, Marín, Gómez, Mesa, & Villa-Ochoa, 2015) menciona que la modelación es un ambiente de aprendizaje en donde los alumnos problematizan e investigan, a través de la matemática, situaciones con referencia a la realidad.

Según Villa, Bustamante, Berrio, Osorio y Ocampo (2009), una situación real de modelación es aquel “contexto cotidiano, social, cultural, de consumo o de otras ciencias; en los cuales los estudiantes se ven enfrentados a la identificación y manipulación de datos, y a la simplicación y abstracción de cantidades y variables con miras a la construcción del modelo y su resolución” (pp. 1445). Con esto, los estudiantes se ven motivados a aprender debido a que se convierten en los principales actores de este proceso de modelación, puesto que investigan problemas que son cercanos a la realidad de los educandos.

Lo anterior se fundamenta con Bassanezi (2004) puesto que menciona que la modelación hace que un curso de matemática sea más atractivo al transformar la realidad en problemas matemáticos, resolverlos e interpretar sus soluciones en un lenguaje del mundo real.

Por otra parte, Villa-Ochoa, Bustamante, Berrio, Osorio y Ocampo (2009) mencionan que la modelación matemática es una estrategia que permite el entendimiento de algún concepto matemático, más que una herramienta para construirlos, por lo que se prepara al estudiante para criticar y abordar problemas de un contexto real. Por lo anterior, Arrieta y Díaz (2015) señalan que la modelación es una actividad que trasciende y resignifica, es decir, que transforma el conocimiento.

Blomhoj (2004), menciona tres argumentos a favor de la modelación matemática como elemento central en la enseñanza general de la matemática, aún desde edades tempranas:

- La modelación matemática es un puente entre la experiencia diaria de los estudiantes y la matemática, lo cual motiva el aprendizaje de la matemática y sitúa a ésta en la cultura, para poder describir y entender situaciones de la vida diaria.
- Colabora en el desarrollo de competencias para establecer, analizar y criticar modelos matemáticos en sociedades altamente tecnológicas.
- Los modelos matemáticos están jugando roles importantes en el funcionamiento de las sociedades basadas en la alta tecnología. Por lo tanto, se debe desarrollar las competencias necesarias para criticar esos modelos matemáticos y la forma en que son utilizados para la toma de decisiones, lo cual se convierte en algo idóneo para sociedades democráticas.

Por lo cual, la modelación genera estudiantes capacitados para desenvolverse en las diferentes sociedades, se convierten en ciudadanos críticos y autónomos que buscan mejorar el lugar el cual habitan.

Para Villa-Ochoa (2007) , la función del profesor en el desarrollo del proceso de modelación es seleccionar situaciones y contextos que son de importancia para sus alumnos y afrontar ciertos momentos (ver imagen 2.):

Imagen 2.2: Momentos que debe afrontar el docente en el proceso de modelación

En el primer momento, el docente debe tener en consideración los conocimientos previos que deben poseer los estudiantes para abordar la situación problemática, debe considerar la familiaridad de los educandos con el contexto, etc.

En el momento de la delimitación del problema, el profesor debe buscar los métodos necesarios para que los estudiantes tomen decisiones que los lleven a simplificar el problema, extrayendo lo esencial de la situación problemática.

En la selección de estrategias, el docente toma la decisión sobre las estrategias, recursos, metodologías que debe utilizar para organizar la secuencia didáctica para que el estudiante transite desde la identificación de cantidades hasta la construcción de modelos deseados.

En el momento de evaluación y validación, el educador debe tener presente diversas formas sobre como se debe evaluar la pertinencia del modelo construido, es menester que sean los propios alumnos quienes busquen las estrategias sobre cómo validar el modelo.

Finalmente, se debe realizar la conexión con otros modelos y situaciones, en donde se encuentran otros fenómenos en los cuales se puedan establecer relaciones entre los mismos conceptos.

Dado lo anterior, Salett y Hein (2004) señalan que el docente, en el proceso de modelación, cumple un rol fundamental debido a que es el encargado de desarrollar el contenido pragmático y cercano a la realidad de los estudiantes, a partir de los modelos matemáticos y es quien orienta a sus alumnos para que realicen un trabajo de modelación.

En su investigación, Villa-Ochoa, Bustamente y Berrio (2009) concluyen que “el papel de la modelación en la sala de clases debe permear la visión que los profesores tienen de la realidad social y cultural de su entorno” (pp. 1095), puesto que la identificación de los contextos reales que se utilizan en el proceso de modelación depende del sentido de realidad que posea el docente, puesto que el profesor debe identificar situaciones y oportunidades en donde se pueda movilizar el aprendizaje de los estudiantes.

Bassanezi (2004), Kaiser y Sriraman (2006) y Blum y Borromeo-Ferri (2009) mencionan que la modelación en educación es importante para los estudiantes ya que tanto los modelos matemáticos como la modelación están a nuestro alrededor y tiene cuatro objetivos en cuanto a la enseñanza (ver imagen 2.3):

Imagen 2.3: Objetivos de la modelación en cuanto a la enseñanza.

En lo que concierne a los objetivos pedagógicos, la modelación colabora a impartir habilidades que permitan a los estudiantes comprender aspectos de la realidad y sociedad, además, ayuda a desarrollar el espíritu crítico de los alumnos con el fin de comprender e interpretar las matemáticas en todas sus facetas.

La modelación, en cuanto a objetivos psicológicos, fomenta y mejora la motivación, actitud y creatividad de los estudiantes hacia la matemática.

Respecto a los objetivos relacionados con el tema, la modelación permite la estructuración de los procesos de aprendizaje, colabora en la introducción de nuevos conceptos y métodos matemáticos.

Por último, al relacionar la modelación matemática con la ciencia, se imparte una imagen realista de la matemática como una ciencia, es decir, se prepara a los estudiantes para que utilicen las matemáticas como una herramienta para resolver problemas interdisciplinares.

Por lo anterior, Salett y Hein (2004) mencionan que con la aplicación de la modelación matemática se espera que el alumno:

- Integre las matemáticas con otras áreas del conocimiento.
- Posea un interés por las matemáticas frente a su aplicabilidad.
- Mejore la aprehensión de los conceptos matemáticos y la capacidad para leer, interpretar, formular y resolver situaciones reales problemáticas.
- Estimular la creatividad en la formulación y resolución de problemas.
- Desarrollar habilidades en el uso de la tecnología.
- Mejorar la capacidad de trabajar en equipo.
- Mejorar la capacidad para la redacción de la comunicación de sus soluciones.

Por lo tanto, los estudiantes desarrollan habilidades y destrezas que se obtienen a partir de la vinculación con el proceso de modelación, en donde los alumnos comprenden una matemática funcional y, junto con ello, resuelven situaciones cercanas a sus realidades. Cabe destacar que los estudiantes no solamente progresan en cuanto al conocimiento matemático, sino que existen habilidades transversales que florecen a partir de la modelación, por ejemplo, el trabajo en equipo.

2.3 Competencia de modelar

Por competencia de modelación matemática, según Blomhoj (2004) se entiende “la capacidad de llevar a cabo en forma autónoma y consciente todos los aspectos de un proceso de modelación en un contexto” (pp. 26), es decir, es la capacidad de comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en determinados contextos, en donde las matemáticas juegan un papel de

importancia (MaaB, 2006). La competencia de modelación incluye las competencias en resolución de problemas, sin embargo, es la situación de la vida real quien guía el proceso de modelación y no la resolución del problema.

MaaB (2006) menciona que, dentro del proceso de modelación, existen subcompetencias relacionadas a él. A continuación, presentan las competencias dentro del proceso de modelación (ver imagen 2.4):

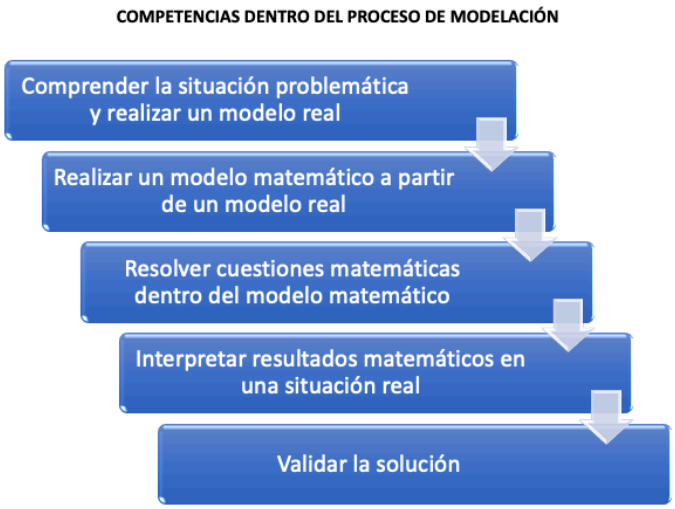

Imagen 2.4: Competencias ha desarrollar dentro del proceso de modelación.

Como se ilustra en la imagen 2.4, las competencias que existen dentro del proceso de modelación son similares a los elementos del ciclo de modelación. En particular, MaaB (2006) expone que cada competencia tiene subcompetencias, las cuales se deben trabajar y desarrollar.

En la competencia equivalente a comprender la situación problemática y realizar un modelo basado en la realidad, las subcompetencias son: *simplificar la situación problemática; reconocer las variables que intervienen en la situación problemática, nombrarlas e identificar las variables clave; construir relaciones entre las variables*.

Son subcompetencias de la competencia realizar un modelo matemático a partir de un modelo real: *matematizar; simplificar; elegir notaciones matemáticas apropiadas; representar la situación gráficamente*.

Para la competencia de resolver cuestiones matemáticas dentro del modelo matemático, se encuentran las siguientes subcompetencias: *utilizar estrategias, como dividir el problema general en problemas parciales, establecer relaciones con problemas similares o análogos, reformular el problema, etc.; utilizar el conocimiento matemático para resolver el problema*.

En lo que concierne a competencias para interpretar resultados matemáticos en una situación real, se tienen las siguientes subcompetencias: *interpretar resultados matemáticos en contextos extra matemáticos; generalizar soluciones; usar lenguaje matemático apropiado*.

Por último, para las competencias para validar la solución, las subcompetencias son: *revisar críticamente y reflexionar sobre las soluciones encontradas; revisar el modelo en caso de que las soluciones no se ajusten a la situación; reflexionar sobre otras formas de resolver el problema; cuestionar el modelo*.

De acuerdo a lo anterior, las competencias de modelación incluyen destrezas y habilidades para realizar el proceso de modelación de manera apropiada. Por lo que se debe considerar el traducir e interpretar los elementos del modelo en término de la realidad modelada, realizar el proceso de modelación estructurando el campo, matematizar, trabajar con el modelo (incluyendo la resolución de problemas que genera), validar el modelo interna y externamente, analizar y criticar el modelo, comunicar sus resultados con el fin de monitorear y controlar todo el proceso de modelación.

Para Blomhoj (2004) las competencias para establecer, analizar y criticar procesos de modelación y el posible uso de estos modelos, es una de las metas educativas en la educación matemática.

Capítulo 3: Marco teórico

Con el propósito de caracterizar las diversas perspectivas de modelación, se realiza un seminario de expertos que consta de tres sesiones, en el cual participaron diferentes docentes de la comunidad de la matemática y matemática educativa de diferentes universidades del país.

En la primera sesión, desarrollada en la Universidad de Santiago de Chile, se habla sobre las perspectivas realista, contextual y sociocrítica, debatiendo sus semejanzas y diferencias entre los participantes del seminario.

Luego, en la segunda sesión programada en la Universidad de Talca, se discute acerca de las perspectivas educacional, epistemológica, cognitiva y socioepistemológica, señalando en qué se distinguen cada una de ellas.

Por último, en la sesión final realizada en la Universidad de Santiago de Chile, se realiza una sinopsis de las sesiones anteriores con el fin de establecer palabras claves frente a cada perspectiva. Todo esto enmarcado dentro del proyecto "¿Cuál es el estatus epistemológico de la modelación matemática en la formación inicial del profesor de matemática y computación de la Universidad de Santiago de Chile?".

3.1 Perspectivas de modelación en educación matemática

Actualmente, Kaiser y Sriraman (2006) y Blomhoj (2008) definen ciertas perspectivas en cuanto a la modelación respecto a la integración en educación, entre ellas se encuentra: perspectiva realista, perspectiva contextual, perspectiva educacional, perspectiva epistemológica, perspectiva cognitiva y perspectiva sociocrítica, en este trabajo agregaremos una perspectiva adicional, la perspectiva socioepistemológica.

Es importante mencionar que tanto las tareas de modelación como la modelación no tienen las características de una única perspectiva, sino que se puede encontrar ciertos rasgos de cada perspectiva en ello.

3.1.1 Perspectiva Realista

El enfoque principal de la perspectiva realista es lograr resolver problemas de la vida real a través de la modelación matemática. Según Huincahue (2017), las tareas de modelación deben ser abordadas de tal manera que el énfasis se encuentre en la resolución del problema propiamente tal y no en el desarrollo de teoría matemática.

Además de tener el énfasis en la resolución de problemas reales, Blomhoj (2008) señala que, bajo esta perspectiva, las situaciones de modelación deben tener un enfoque interdisciplinar,

esto es, que sea un aporte a la profesión del estudiante y a la continuación de estudios de los educandos. Así, la modelación no solo debe ser de utilidad para el campo científico, en particular para la matemática, sino para el campo político, económico, entre otros.

Pollak (1969) proporciona ciertos ejemplos que son parte de la perspectiva realista, entre los cuales se encuentra el cálculo de impuestos, cuando se prepara una receta para una cantidad diferente de personas o cuando se pretende construir o mover un mueble, es ahí donde se aplica la matemática en la vida cotidiana debido a que se considera lo práctico y útil.

Un aspecto muy importante bajo esta perspectiva, es que el trabajo de la modelación debe ser apoyado por el uso de la tecnología (Blomhoj, 2008), debido que el proceso de la modelación debe ser evaluado a través de la validación de los datos reales. Es por esto que el uso de la tecnología y la aplicación del modelo matemático para la toma de decisiones para la resolución de problemas del mundo real son elementos integrales y de importacia bajo la perspectiva realista.

Si al esquema del proceso de modelación propuesto por Galbraith y Stillman (ver figura 2.1), mencionado y explicado en el capítulo anterior, le agregamos el uso de la tecnología para validar los datos, el esquema sería el propuesto por Greefrath & Rieß (ver figura 2.3), en donde muestra que la realización de un modelo computacional para obtener resultados computacionales es parte del ciclo de modelación con el fin de validar los resultados matemáticos y evaluar dichas soluciones.

Así queda en evidencia que el uso de la tecnología es un elemento integral en la perspectiva realista.

En lo que concierne al currículo de matemática, éste debiese ofrecer experiencias que permitan a los estudiantes observar las numerosas aplicaciones que se pueden modelar y, junto con ello, predecir fenómenos de la realidad (Cruz, 2018). Lo cual se convierte en una responsabilidad para los docentes buscar actividades que permitan relacionar los objetos matemáticos a través de problemas reales, teniendo en consideración un enfoque interdisciplinar y el uso de la tecnología para resolver situaciones problemáticas de la vida real.

Por lo anterior, la imagen 3.1 ilustra los indicadores de la perspectiva realista, los cuales representan las características de dicha perspectiva y plasman la diferencia de la perspectiva realista en comparación a las demás.

Imagen 3.1: Indicadores perspectiva realista.

Por lo tanto, se puede concluir que la perspectiva realista posee usos pragmáticos, es decir, se debe enfocar en la utilidad y en lo práctico del modelo. Además, brinda una carácter interdisciplinar al relacionar los problemas reales con otras áreas del conocimiento. Asimismo, el modelo debe ser evaluado a través de la validación con datos reales, utilizando la tecnología. Por último, se debe considerar una situación problemática vinculada a la realidad de los estudiantes.

3.1.2 Perspectiva Contextual

La perspectiva contextual se centra en el desarrollo y diseño de tareas para modelar, si bien también tiene por objetivo resolver problemas de la vida diaria, su foco esta en la situación de aprendizaje o actividades de modelación.

Según Blomhoj (2008), la perspectiva contextual se basa en seis principios, los cuales se deben considerar para diseñar tareas de modelación (ver imagen 3.2).

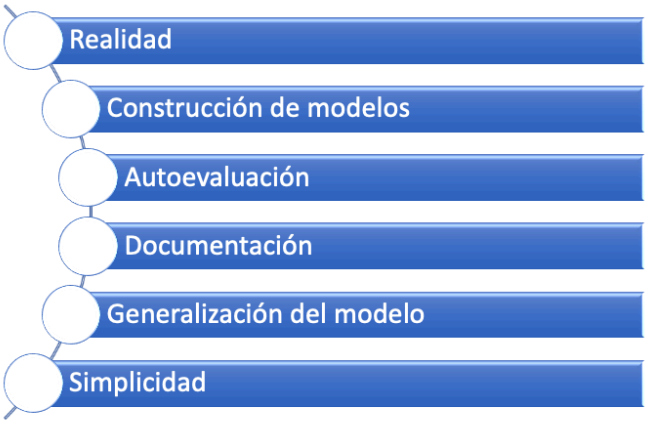

Imagen 3.2: Principios para diseñar tareas de modelación.

El principio de "realidad" indica que la situación problemática diseñada debe ser significativa y, junto con ello, debe conectarse a las experiencias anteriores de los estudiantes. Además, la problemática tiene que generar una necesidad para crear construcciones matemáticas en los educandos. Asimismo, debe permitir a los estudiantes evaluar sus propios modelos. También, la situación y el contexto tiene que exigir a los alumnos expresar su pensamiento en cuando a la solución del problema, lo cual tiene relación con el principio de "documentación". Igualmente, los estudiantes deben tener en cuenta que el modelo debe ser utilizado en la solución de otros problemas. Por último, la situación problemática debe ser simple para el alumnado.

Al considerar los principios anteriores, se debe generar un diseño didáctico de las actividades de modelación con el fin de obtener situaciones de aprendizaje en los estudiantes.

Lesh y Harel (2003), mencionan que cuando los estudiantes pueden dar sentido a situaciones basadas en extensiones de sus propios conocimientos, o pre-saberes, experiencias personales y, además, cuando los alumnos pueden expresar su propio pensamiento, generalmente, crean construcciones matemáticas que son considerablemente más elaboradas, a partir de una tarea de modelación. Es por esto que los docentes deben exponer situaciones que exijan surgir la necesidad de resolverlas por parte de los estudiantes.

Dado lo anterior, Porras-Lizano y Fonseca-Castro (2015) mencionan que el problema de modelación o la situación problemática debe generar en los estudiantes la necesidades de poder definir, refinar, transformar, extender, explorar y expresar sus ideas para crear interpretaciones acertadas de la situación en cuestión. Por lo tanto, se debe involucrar situaciones que sean interesantes para motivar la búsqueda y la elaboración de modelos para extender y explicar la situación.

Es menester del docente velar por que las actividades estén cuidadosamente estructuradas, para poder colaborar en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. Así, Porras-Lizano y Fonseca-Castro (2015) explican que las tareas de modelación deben estar basadas en situaciones de la vida real de los estudiantes, de manera tal que se genere una necesidad de construir, modificar, extender o rediseñar un modelo matemático para la resolución de problemas, siempre considerando situaciones simples acorde a las vivencias de los estudiantes.

Como se ha mencionado, un elemento clave de esta perspectiva de modelación es el surgimiento de la "necesidad" de resolver un problema de la vida real por parte de los estudiantes, un problema que los motive a encontrar una solución real.

Además, al escoger actividades de modelación, éstas deben tener criterios claros en donde los estudiantes sean capaces de juzgar la utilidad y el progreso de sus primeras soluciones. Por lo que se deben escoger actividades que permitan revelar la forma de abordar el problema del estudiante y que sean motivadoras en cuanto al cuestionamiento y reflexión de una posible solución del problema, es decir, si sirve para responderlo de manera satisfactoria y si es adecuada para resolver problemas similares, aplicando el modelo obtenido.

En síntesis, la perspectiva contextual tiene su enfoque en las actividades de modelación y junto con ello, en las estrategias que utilizan los estudiantes para modelar una determinada situación problemática. En la imagen 3.3, se ilustran los indicadores de la perspectiva contextual.

Imagen 3.3: Indicadores perspectiva contextual.

Es posible observar que la perspectiva contextual tiene su foco en las actividades de modelación, las cuales deben generar la necesidad de modelar. Además, el modelo debe ser aplicado a otras situaciones similares y los estudiantes deben ser capaces de juzgar la utilidad del modelo y sus soluciones, analizando si se obtienen resultados satisfactorios o no. Debido a que su centro son las tareas de modelación, tiene un enfoque en las diversas estrategias que utilizan los estudiantes para resolver la situación problemática.

3.1.3 Perspectiva Sociocrítica

Los modelos matemáticos juegan un papel importante en el funcionamiento y formación de las sociedades, los cuales se utilizan para describir la brecha social y económica. Es por esto que Huincahue (2017) menciona que se debe realizar una crítica hacia estos modelos en función a problemáticas sociales.

Es por esto que la crítica social se convierte en una caracteristica principal de la perspectiva sociocrítica y es lo que la diferencia de las demás perspectivas de modelación. Por lo que los docentes, al realizar tareas de modelación, deben tener en consideración la crítica a la sociedad en la cual habitan sus estudiantes.

Blomhoj (2008), por su parte, menciona otro elemento importante dentro de esta perspectiva, debido a que genera el potencial para capacitar a los estudiantes como ciudadanos autónomos e independientes en la sociedad en la que viven, es decir, los empodera frente a la toma de decisiones. Además, la modelación entrega herramientas a los estudiantes para utilizar los modelos matemáticos para una reflexión y crítica sobre los problemas sociales.

Por lo tanto, la reflexión y la crítica juegan un papel imprescindible y dominante en la perspectiva sociocrítica. Así, los debates reflexivos, ya sean discusiones matemáticas y/o tecnológicas dentro del proceso de modelación es una parte indispensable de proceso.

Además, para Kaiser y Sriraman (2006), esta perspectiva enfatiza el papel de las matemáticas en la sociedad y sustenta la necesidad de apoyar el pensamiento crítico sobre el papel de las matemáticas en la sociedad .

Debido a lo antes mencionado, la perspectiva sociocrítica posibilita pensar en una educación política de los estudiantes de manera que actúen críticamente en la sociedad donde la presencia de la matemática sea fuerte.

Por lo que D'Ambrosio (2000), explica que la dimensión política de la matemática obliga a tratar los problemas y las políticas de gobiernos, la economía, la relación entre las naciones y entre las clases sociales, etc. Es por esto que la matemática debe estar ligada a la realidad social

en la que los estudiantes existen, con el propósito de que critiquen y reflexionen las situaciones de modelación hacia el modelo y la sociedad en la que viven.

Por lo tanto, los alumnos deben vivir el proceso de modelación desde la crítica y la reflexión hacia el modelo, hacia el proceso de modelación y hacia la sociedad en la que vive. Lo cual se sustenta bajo Blomhoj (2008), debido a que menciona que bajo la perspectiva sociocrítica la modelación es un medio para las reflexiones sociales, analizando problemas sociales, las cuales se pueden centrar en el proceso de modelación, en la aplicación del modelo y/o en los problemas de la sociedad en donde la modelación se utiliza como un medio para el análisis y críticas de decisiones políticas o fenómenos sociales.

Por lo tanto, los indicadores de la perspectiva sociocrítica son (ver imagen 3.4):

Imagen 3.4: Indicadores perspectiva sociocrítica.

En síntesis, la perspectiva sociocrítica busca comprender el entorno bajo la modelación, por lo que busca situaciones problemáticas que cuestionen la realidad social, la desigualdad social y desarrolle la crítica y la reflexión. Cuando se utiliza la modelación bajo esta perspectiva, se espera que los estudiantes puedan tomar decisiones y convertirse en ciudadanos empoderados, autónomos, críticos y reflexivos. Las críticas y reflexiones puede ser hacia lo

modelado, hacia el modelo o hacia los supuestos en la creación del modelo, siempre desde un escenario social.

3.1.4 Perspectiva Educativa

Según Blomhoj (2008) y Huincahue (2017), existen tres argumentos principales para enseñar la modelación matemática como un elemento integrado en la educación general de la matemática bajo la perspectiva educacional.

En primer lugar, la modelación cierra la brecha entre las experiencias de la vida real de los estudiantes y la matemática, motiva el aprendizaje de la matemática por parte de los alumnos, brinda apoyo cognitivo a las concepciones de los estudiantes y pone la matemática como un medio para describir y comprender situaciones en la vida real, a saber, fomenta el diálogo entre las matemáticas y las experiencias de la vida real de los estudiantes, colaborando con el entendimiento de la vida real.

En segundo lugar, para el desarrollo de sociedades altamente tecnológicas, las competencias para establecer, analizar y criticar modelos matemáticos son de crucial importancia. En este caso se visualiza una perspectiva individual en relación con las oportunidades y desafíos en la educación y la vida laboral.

En tercer lugar, el desarrollo de una sociedad experta y laica para criticar los modelos matemáticos y la forma en que los modelos y los resultados del modelo se utilizan en la toma de decisiones, se convierten en algo imprescindible para el mantenimiento y el desarrollo de la democracia.

Dado lo anterior, es posible observar que la perspectiva crítica sobre los modelos y el uso de los modelos de la sociedad también esta incluido en la perspectiva educativa.

Según Blomhoj (2008), la perspectiva educativa tiene dos focos de interés:

i. integrar modelos en la enseñanza de la matemática como un medio para el aprendizaje de la matemática,
ii. desarrollar de la competencia de modelación.

3.1.4.1 Modelación como un medio para el aprendizaje de la matemática

En este caso, se utiliza la modelación como un medio para facilitar el aprendizaje de la matemática. El hecho de aplicar los modelos matemáticos para el aprendizaje tiene la responsabilidad de demostrar a los estudiantes que las matemáticas no solo se utilizan dentro del aula, sino que fuera de ella por una variedad de razones y propósitos, lo cual ayuda a

robustecer la imagen que tienen los educandos en cuanto a la naturaleza y el papel que juegan las matemáticas.

Es por esto, que se debe proporcionar significado e interpretación a las actividades matemáticas, a saber, contextualizarlas bajo la realidad de los estudiantes, con el fin de proporcionar motivación en los alumnos para que participen en las actividades de modelación y, junto a ello, dar forma a sus creencias y actitudes.

Para Blum (1991) uno de los argumentos para modelar en el aula es la perspectiva pragmática que se le otorga debido que se ve la matemática como una ayuda para resolver problemas de la vida real. Cruz (2018) realiza un esquema sobre esta perspectiva pragmática que lleva consigo la perspectiva educacional para el aprendizaje de la matemática, el cual se presenta en la figura 3.1:

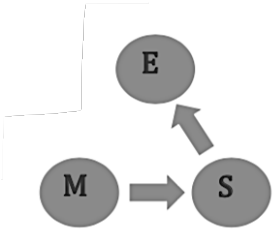

Figura 3.1: Perspectiva pragmática (Cruz, 2018).

Bajo el esquema de Cruz, se expone que la matemática (M) colabora en la resolución de la situación problemática (S), la que a su vez contribuye en el aprendizaje del estudiante (E). Con el propósito de cooperar en el aprendizaje de los alumno, el problema a resolver debe poseer un carácter pragmático, esto es, que este ligado a la práctica o útil para luego ser relacionado con algún objeto matemático.

Así, la modelación como un aprendizaje de la matemática, es vista como un medio para desafiar y desarrollar la comprensión matemática de los alumnos y sus creencias matemáticas básicas, por lo tanto, se entiende como un medio para enseñar y aprender matemática.

Dado lo anterior, se presentan los indicadores de la perspectiva educativa, como un medio para el aprendizaje de la matemática, en la imagen 3.5:

Imagen 3.5: Indicadores perspectiva educacional, para el aprendizaje de la matemática.

A modo de resumen, la perspectiva educacional, para el aprendizaje de la matemática es un medio para el aprendizaje de ésta, es decir, la modelación se convierte en un facilitador del aprendizaje. La intención de esta perspectiva radica particularmente en el aprendizaje de la matemática, por lo tanto, su enfoque esta en la enseñanza y aprendizaje del objeto matemático. Las situaciones reales deben ser motivacionales y los estudiantes deben visualizar una matemática aplicada durante el proceso de modelación.

3.1.4.2 Modelación para el desarrollo de la competencia de modelar

En cuanto a la modelación para el desarrollo de la competencia de modelar, se visualiza como la capacidad que poseen los estudiantes para trabajar con modelos matemáticos ya existentes y, además, participar en la construcción de nuevos modelos.

Para Niss (2015) los estudiantes deben ser capaces de llevar a cabo de manera autónoma y perspicaz todos los aspectos de un proceso de modelación matemática en un determinado contexto, debido a que para poder construir un modelo matemático el estudiante debe transitar por las diversas etapas que posee el proceso.

Por esto, para abordar el proceso de modelación bajo esta perspectiva, se deben incluir los tres saberes de forma transversal:

- *saber*, que tiene que ver con el conocimiento que adquiere el alumno en su formación, en donde están presente las representaciones matemáticas, términos, conceptos, etc.;
- *saber hacer*, el cual se presenta a través de la aplicación, la resolución de problemas, la interpretación de resultados, la toma de decisiones, la emisión de juicios, etc.;
- *saber ser*, que es la parte de las emociones y actitudes, encargada del desarrollo humano que el alumno va adquiriendo durante su formación.

Para Cruz (2018), la competencia de modelación incluye capacidades para que el alumno pueda estructurar la situación que va a modelar, traducir la realidad a una estructura matemática, interpretar los modelos matemáticos en términos reales, trabajar con modelos matemáticos, reflexionar, analizar y ofrecer la crítica y comunicación de un modelo y sus resultados, dirigir y controlar el proceso de modelación.

Además, Blum (1991) propone este foco de la perspectiva educativa como un argumento formativo, en el cual las competencias, conocimientos, valores y habilidades necesarias del alumno son cruciales.

Así, la modelación como objeto educativo, se ve como una competencia, como un objeto de la enseñanza, vinculada a las habilidades matemáticas o a las competencias que cada estudiante debe desarrollar. Por lo tanto, los indicadores de la perspectiva educativa, para el desarrollo de la competencia de modelación se ilustra en la imagen 3.6:

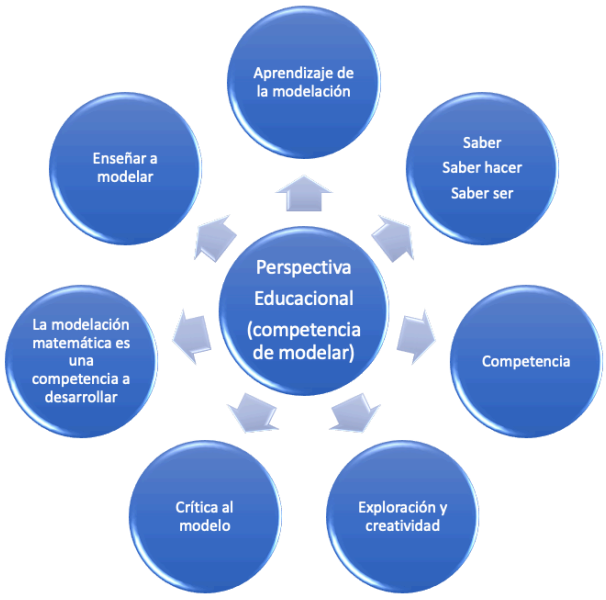

Imagen 3.6: Indicadores perspectiva educacional, para el desarrollo de la competencia de modelar.

En resumen, la perspectiva educacional para el desarrollo de la competencia de modelar tiene como foco principal el aprendizaje de la modelación a través del proceso de modelación. Se deben considerar el saber, saber hacer y saber ser en el aprendizaje. Para lograr desarrollar la competencia de modelar, la exploración y la creatividad deben ser habilidades presentes en los estudiantes. Además, una vez construido el modelo, éste se debe criticar para lograr verificar la validez del modelo. Por lo tanto, bajo esta perspectiva, la modelación matemática es una competencia que se debe desarrollar.

3.1.5 Perspectiva Epistemológica

Para Huincahue (2017) la perspectiva epistemológica tiene su centro en el desarrollo teórico de la situación problemática planteada, a saber, se vislumbra la matemática y la modelación como parte del desarrollo de la teoría (Kaiser & Sriraman, 2006).

Bajo la perspectiva epistemológica existe un objetivo teórico, el cual puede estar relacionado con cualquier área. Dicho objetivo es esencial a la tarea de modelación matemática, en donde es necesario matematizar.

Para Blomhoj (2008) la enseñanza tradicional de las matemáticas no considera aspectos importantes de la epistemología de los conceptos, deja a un lado la historia de los objetos matemáticos, lo cual lleva a dificultades de aprendizaje cuando los conceptos se activan en la modelación.

Históricamente, la perspectiva epistemológica fue inaugurada por la teoría de situaciones didácticas de Brousseau (Gascón 2003), en cual se define una situación didáctica como el conjunto de interrelaciones entre el profesor, el estudiante y el medio didáctico (Chavarría, 2006).

Sin embargo, a medida que la perspectiva se desarrolló se hizo evidente que no era posible interpretar adecuadamente la actividad matemática sin consierar los fenómenos relacionados con la reconstrucción de las matemáticas.

Por lo tanto, aparece la teoría antropológica de Chevallard, la cual postula que “toda actividad humana regularmente realizada puede describirse con un modelo único, que se resume con la palabra praxeología” (Chevallard, 1999, pp. 222), es decir la actividad humana puede ser modelada en términos de praxeologías (Bosch, García, Gascón, & Ruiz, 2006).

Para Kaiser y Sriraman (2006), la perspectiva epistemológica muestra una fuerte conexión con el enfoque de la matemática y modelación como parte de la teoría y con el enfoque de Freudenthal.

Freudenthal también concibe la idea de las matemáticas como una actividad humana (Jácome & Fiallo, 2009), es decir, la actividad de plantear y resolver problemas, de organizar la

matemática desde la realidad. Así, en Martinez, Cobos y Torres (2015) mencionan que para Freudenthal matematizar es la búsqueda de lo esencial a la realidad, lo cual implica resolver situaciones problemáticas, las cuales se desarrollan durante un proceso en el que los alumnos reiventan ideas y utilizan herramientas matemáticas, para organizar o estructurar problemáticas en interacción con sus compañeros bajo la guía del docente, es decir, matematizar implica traducir los problemas del mundo real al matemático.

Para Gascón (2003) y Kaiser y Sriraman (2006), entre las caracteristicas de la perspectiva epistemológica se encuentra que toma la actividad matemática en sí misma, como un objeto de investigación. Además, es vista como una perspectiva científico-humanista, debido a que se orienta más hacia la matemática como una ciencia, con enfoque en la capacidad de los alumnos para crear relaciones entre las matemáticas y la realidad. Asimismo, el desarrollo de la teoría matemática es una parte integral de los procesos de matematización y por ende, de la modelación.

Aunado a lo anterior, la perspectiva epistemológica se considera como una triple teoría de modelo de situación, puesto que los modelos se construyen partiendo de una situación problemática real, la cual conduce al desarrollo de una teoría.

Por lo tanto, los indicadores de la perspectiva epistemológica se ilustran en la imagen 3.7:

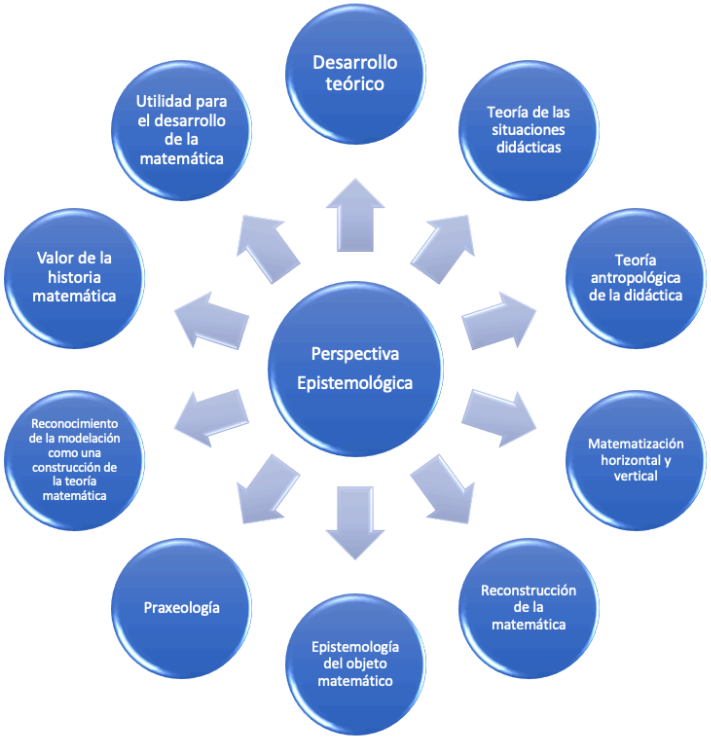

Imagen 3.7: Indicadores perspectiva epistemológica.

En síntesis, la perspectiva epistemológica tiene su centro en el desarrollo de la teoría matemática. Se fundamente en la teoría de las situaciones didácticas, la teoría antropológica de la didáctica y en la matematización. Esta perspectiva apunta hacia la reconstrucción de la matemática a través de la epistemología de los objetos matemáticos, teniendo en consideración el valor de la historia de éstos. Reconoce la modelación como una construcción de la teoría matemática.

3.1.6 Perspectiva Cognitiva

La perspectiva cognitiva busca comprender qué funciones cognitivas se activan en los alumnos durante el proceso de modelación. Según Blomhoj (2008) y Huincahue (2017) el objetivo de esta perspectiva es identificar las barreras que posee cada estudiante en el proceso de modelación y reconstruir todo el proceso cognitivo del alumno en el transcurso de la modelación.

Para Guerrero-Ortiz y Mena-Lorca (2015) los principales retos que se presentan al modelar una situación problemática no están precisamente relacionadas con los procesos matemáticos, sino tienen relación con la transición de la realidad al mundo de las matemáticas y, en sentido contrario, habiendo obtenido el modelo de la situación y su solución, con la reinterpretación en términos de la realidad.

Por esto, una fase importante en el proceso de modelación es la representación de la situación real que la describe. Para superar estas fases se debe construir una representación mental de las relaciones entre los diferentes elementos que describen la situación. Hernández, Mariño y Ortega (2016) mencionan que para tener éxito en esta etapa se debe tener claridad en el significado de las palabras, definiciones, teoremas, relaciones matemáticas, comprensión del lenguaje matemático técnico, signos, símbolos, sistemas de medidas e incluso conocimiento fuera de las matemáticas.

Cada persona puede crear una o varias representaciones mentales para el mismo concepto u objeto matemático (Hernández, Mariño, & Ortega, 2016). La acción debe ser interiorizada, permitiendo a los estudiantes estar consciente de esta acción, reflexionar sobre ella y combinarla con otras acciones.

El trabajo de Borromeo-Ferri (2010) muestra cuales son los niveles y fases de la modelación matemática en el alumno, destacando los estilos de pensamiento matemático que poseen los educandos al realizar una tarea de modelación. Además, integra aspectos cognitivos, estableciendo un tipo de validación en la fase de representación mental de la situación, como se muestra en la figura 3.2:

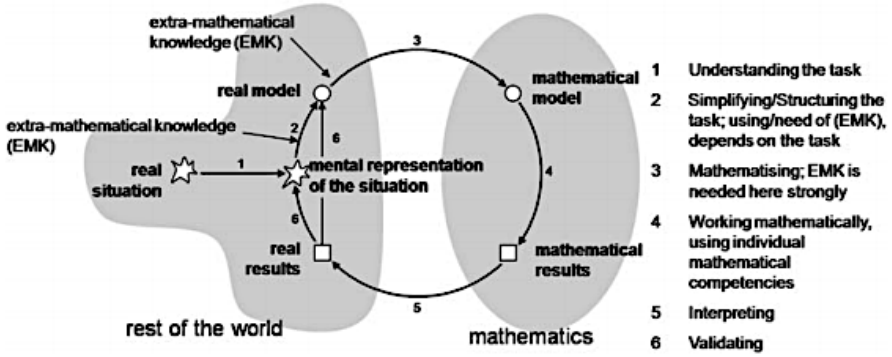

Figura 3.2: Ciclo de modelación (Borromeo-Ferri, 2010).

Bajo la perspectiva cognitiva, Guerrero-Ortiza y Mena-Lorca (2015), Hernández, Mariño y Ortega (2016), Huincahue (2017) y Huincahue, Borromeo-Ferri y Mena-Lorca (2018), explican el ciclo anterior mencionando que éste se inicia con una situación real (Real Situation), la cual puede ser representada por una imagen, un texto o ambos.

Luego, en la transición de la situación real a la representación mental de la situación (Mental Representation of the Situation) el individuo entiende la tarea para realizar una reconstrucción mental de la situación, para tomar decisiones y filtrar la información de la situación de manera consciente o no, acá depende el estilo de pensamiento matemático de la persona ya que en esta fase es donde se define como tratar en problema en los próximos procesos de modelación.

Posteriormente, se produce una transición que simplifica e idealiza el problema para llegar a un modelo real (Real Model), un proceso más consciente y construido internamente por parte del estudiante, y, dependiendo del problema, es incluido el conocimiento extramatemático, el cual muestra como es construido el modelo.

A continuación, existe un proceso de matematización muy influenciado por el conocimiento extramatemático para la obtención de un modelo matemático (Mathematical Model), en éste aparecen las representaciones externas por dibujos o expresiones matemáticas, luego hay que hacer un trabajo matemático, necesitando competencias matemáticas del modelador, tales como recursos matemáticos y estrategias para analizar, explorar el modelo y obtener resultados y conclusiones

Finalmente, se obtienen resultados matemáticos (Mathematical Results) mediante la reinterpretación de la solución en términos del problema planteado, en esta fase se discute su correspondencia con la situación. Al validar los resultados el individuo busca relaciones entre sus resultados y la representación mental de la situación.

Dado lo anterior, se vislumbra que el proceso de modelación esta guiado por las diferentes representaciones mentales del modelador. Por esto, Huincahue (2017) indica que las preferencias que tiene una persona al realizar una tarea de modelación son importantes de conocer, puesto que se transforma en una herramienta predictiva para el profesor de las posibles rutas a considerar en la forma de abordar la tarea.

Junto a lo anterior, también se debe considerar los estilos de pensamiento que posee quien modela. Los estilos de pensamiento son dinámicos a través del tiempo, tienen múltiples variables que producen el desarrollo y evolución de estos, que pueden inferir en las actividades internas y externas de un proceso educativo.

Para Huincahue (2017) los estilos de pensamiento incluyen variables como el entorno, la cultura, la escolaridad, la crianza y el género, en donde todas ellas podrán definir un lineamiento en las rutas del pensamiento de cada estudiante. Borromeo-Ferri (2010) define tres estilos de pensamiento matemático:

- **Estilo de pensamiento visual:** muestran preferencias para distintivas imaginaciones pictóricas internas y externas, así como las preferencias para el entendimiento de hechos matemáticos y conexiones a través de representaciones holísticas. Las imaginaciones internas son principalmente afectadas por fuertes asociaciones con situaciones vividas.
- **Estilo de pensamiento analítico:** muestran preferencias por imaginaciones formales internas y por representaciones formales externalizadas. Son viables a comprender hechos matemáticos preferiblemente a través del simbolismo existente o representaciones verbales y prefieren proceder a través de una sucesión de pasos.
- **Estilo de pensamiento integrado:** combinan caminos de pensamiento visual y analítico y son viables a cambiar con flexibilidad entre diferentes representaciones a caminos de proceder.

Cuando el docente tome conocimiento sobre los distintos estilos de pensamiento matemático de sus estudiantes, se generará una mejor comunicación en el aula, lo cual será una herramienta que colabora en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Huincahue, 2017).

Dado lo anterior, los indicadores de la perspectiva cognitiva son (ver imagen 3.8):

Imagen 3.8: Indicadores perspectiva cognitiva.

A modo de síntesis, la perspectiva cognitiva busca identificar los procesos cognitivos del estudiante. Con el fin de colaborar en la enseñanza-aprendizaje es importante que el docente reconozca las diferentes representaciones mentales que realizan los estudiantes en el proceso de modelación y los estilos de pensamiento matemático que poseen. Lo cual da indicios de las posibles rutas de modelación que utilizan los estudiantes. Debido a que esta perspectiva tiene como objetivo el ámbito de la cognición de los modeladores, se considera una meta perspectiva.

3.1.7 Perspectiva Socioepistemológica

La perspectiva socioepistemológica, según Zaldívar (2016), apuesta por la construcción social del conocimiento matemático, en donde se reconocen y delimitan los usos del conocimiento en determinadas situaciones, con el fin de que éste adquiera sentido y se pueda resignificar, a saber, identificar la funcionalidad del conocimiento matemático.

Bajo esta perspectiva, antes de hablar de conceptos y/o definiciones matemáticas, se debe hacer énfases en las prácticas sociales relacionadas con la conformación de dichos conceptos/definiciones.

Por esto que Cordero (2016) menciona que lo que se debe cuestionar no es la matemática, sino su función social. Junto a esto, Huincahue (2017) agrega que la socioepistemología se enfoca en los contextos y las prácticas más que en los objetos matemáticos, con el propósito de que el conocimiento pueda transformar la vida de los ciudadanos, esto es, la socioepistemología pone su interés en la matemática funcional, es decir,

aquel conocimiento matemático que debe ser integrado a la vida, reconstruyendo sus significados de manera permanente.

Así, Mendez y Arrieta (2007) y Cordero (2016) explican que la práctica social es una actividad humana recuerrente que caracteriza a las comunidades y sus integrantes, considerando elementos como organización de grupos o función de sociedades.

En cuanto a la modelación, Arrieta y Díaz (2015) mencionan que la modelación, bajo la perspectiva socioepistemológica, es un puente entre la prácticas escolares y no escolares, debido a que ambas se enseñan como entes separados y no responde al nivel de realidad de ambas prácticas, puesto que difieren en intenciones, herramientas, argumentos y procedimientos.

Además, señalan que no se trata de llevar al aula lo que hacen los profesionistas, ni ejercer la modelación con las mismas herramientas, ya que las entidades con las que se trabaja son distintas a las que se trabaja en la escuela, sin embargo, lo que si se debe llevar al aula es el acto de modelar.

Por otra parte, la socioepistemología aborda la construcción del conocimiento matemático a través de cuatro dimensiones (Arrieta, Buendía, Ferrari, Martínez, & Suárez, 2004), las cuales se ilustran en la imagen 3.9:

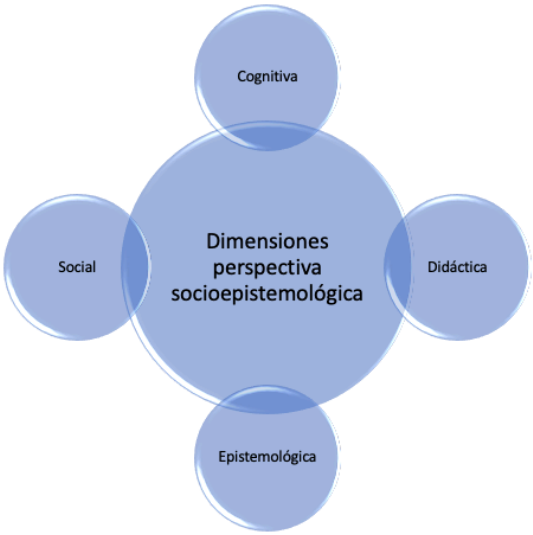

Imagen 3.9: Dimensiones perspectiva socioepistemológica.

La dimensión cognitiva hace referencia al ámbito del funcionamiento mental, como por ejemplo las representaciones o construcciones mentales de los conceptos.

Por su parte, la dimensión didáctica es propia de la conformación de sistemas didácticos, es decir, el estudio de los procesos de institucionalización de los conocimientos en el aula, considerando que el concimiento se manifiesta a través de sus usos en diferentes contextos.

En cuanto a la dimensión epistemológica, es propia de la naturaleza y significados del pensamiento matemático, esto es, toma en cuenta la organización de los grupos humanos que llevan a construir el conocimiento matemático de una forma y no de otra.

Finalmente, la dimensión social permite ver el conocimiento matemático de manera funcional, situacional o histórica.

Otro aspecto fundamental dentro de la perspectiva socioepistemológica, es el uso de las gráficas. Suárez y Cordero (2010) sustentan que existen evidencias de que el uso de las gráficas tiene un desarrollo que sustenta la construcción del conocimiento matemático y, junto con ello, entregan tres datos epistemológicos:

- la gráfica antecede a la función, puesto que conforma elementos de construcciones para las ideas y se desarrolla de forma independiente o de forma paralela al desarrollo analítico de los conceptos;
- la gráfica es argumentativa, debido a que la gráfica pasa a ser un elemento central en las explicaciones;
- el uso de las gráficas tiene un desarrollo.

Por lo cual, las gráficas pasan a ser un elemento de interés en la modelación matemática bajo la perpectiva socioepistemológica.

De acuerdo a lo anterior, los indicadores de la perspectiva socioepistemológica se ilustran en la imagen 3.10:

Imagen 3.10: Indicadores perspectiva socioepistemológica.

En síntesis, la perspectiva socioepistemológica concibe la práctica social como generadora de conocimiento matemático, por lo que la modelación es vista como una práctica social. Además, la socioepistemología es una práctica humana que permite reconstruir el conocimiento matemático, a través de una matemática funcional. Las diferentes construcciones del conocimiento que se realizan dependen de la comunidad en que se encuentran los estudiantes.

3.2 Perspectivas de modelación en educación matemática. Concepciones, objetivos y características

Correa, Marín, Gómez, Mesa y Villa-Ochoa (2015) realizan una investigación en donde sintetizan las diferentes maneras de comprender la modelación, según las perspectivas señaladas en el apartado 3.1.

En primer lugar, ilustran las concepciones sobre la modelación en educación matemática, las cuales se presentan en la figura 3.3:

Aspectos implicados en la definición de modelación	Aplicación de un modelo matemático	Construcción de un modelo matemático	Análisis y comparación de modelos matemáticos	Validación de un modelo matemático	Competencia a ser desarrollada	Toda actividad matemática	Resolución de problemas	Ambiente de aprendizaje	Estrategia de enseñanza	Alternativa pedagógica
Realística	X	X		X	X		X			
Epistemológica		X				X				
Contextual		X		X	X		X			
Cognitiva		X	X		X		X			
Sociocrítica			X				X	X		
Educativa		X						X	X	X

Figura 3.3: Concepciones sobre la Modelación en Educación Matemática (Correa, Marín, Gómez, Mesa & Villa-Ochoa, 2015)

Como es posible observar, las principales concepciones de la perspectiva realista en cuanto a la modelación es que es una aplicación de un modelo matemático, en donde se construye un modelo para luego validarlo, además, es entendida como una competencia que se debe desarrollar y está vinculada a la resolución de problemas.

En cuanto a la perspectiva epistemológica, también se encuentra como principal concepción la construcción de un modelo matemático. Sin embargo, se considera a la modelación como toda actividad matemática.

La modelación, bajo la perspectiva contextual es vista como la construcción de un modelo matemático, el cual se debe evaluar. Se considera la modelación como una competencia a ser desarrollada y esta vinculada a la resolución de problemas.

En lo que concierne a la perspectiva cognitiva, la modelación también se relaciona con la construcción del modelo matemático, sin embargo, en esta perspectiva se cree que se deben analizar y comparar dichos modelos. De igual forma, es una competencia a ser desarrollada y esta enlazada con la resolución de problemas.

En la perspectiva sociocrítica, no se encuentra como concepción el hecho de que la modelación involucre la construcción del modelo matemático, si no se prioriza el análisis y la comparación de modelos ya creados. Se relaciona con la resolución de problemas y se debe crear un ambiente de aprendizaje.

Finalmente, en la perspectiva educacional se concibe la idea de modelación como la construcción de un modelo, se da énfasis al ambiente de aprendizaje, estrategias de enseñanza y todo lo relacionado con lo pedagógico.

Dado lo anterior, es posible visualizar que varias perspectivas coinciden en ciertas concepciones y no necesariamente son semejantes entre sí en la práctica. Por esto es necesario complementar la tabla anterior (ver figura 3.3) respecto a los objetivos de la modelación en educación matemática (ver figura 3.4):

Objetivos de la implementación de la modelación	Desarrollar la competencia de modelar situaciones	Mejorar el desempeño profesional y el actuar en otras situaciones	Aprender a resolver problemas	Tomar decisiones en la vida cotidiana y otras áreas de conocimiento	Comprender y describir las actividades y modelos matemáticas*	Caracterizar los procesos didácticos y de pensamiento matemático*	Proporcionar explicaciones a las dificultades de los estudiantes y posibles soluciones*	Producir teoría matemática o desarrollar otras formas de pensar	Comprender el mundo mediante la utilización de las matemáticas	Aprender conceptos y teorías matemáticas	Motivar y producir actitudes adecuadas frente a las matemáticas	Reflexionar sobre el papa de las matemáticas en la sociedad	Formar sujetos críticos que discutan y busquen la transformación de la sociedad
Realistica	X	X	X	X									
Epistemológica					X	X	X	X					
Contextual	X			X				X		X			
Cognitiva	X				X		X		X	X	X	X	
Sociocritica				X	X							X	X
Educativa			X	X			X		X	X			

Figura 3.4: Objetivos de la Modelación en Educación Matemática (Correa, Marín, Gómez, Mesa & Villa-Ochoa, 2015)

A partir de la tabla, se puede identificar que dentro de los objetivos de modelación, la perspectiva realista es la única encargada de mejorar el desempeño profesional de los estudiantes.

Por su parte, solo la perspectiva epistemológica es quien busca caracterizar los procesos didácticos. Como se menciona en la sección 3.1.5, la perspectiva epistemológica esta relacionada con la teoría de las situaciones didácticas y la teoría antropológica, lo cual sustenta lo expresado en la figura 3.4. Además, produce teoría matemática.

Según la perspectiva contextual, el objetivo de la modelación es producir teoría matemática o desarrollar otras formas de pensar. Cabe destacar que en la sección 3.1.2 se hace distinción a la perspectiva contextual como una perspectiva enfocada en las tareas de modelación, con el propósito de comprender la teoría matemática.

Por otro lado, la perspectiva cognitiva es quien tiene como propósito motivar y producir actitudes adeducadas frente a las matemáticas, tal y como se ilustra en la sección 3.1.6, donde se explica que la perspectiva cognitiva esta centrada en los procesos cognitivos de los estudiantes.

Formar sujetos críticos que discutan y reflexionen sobre la sociedad es parte de la perspectiva sociocrítica, lo cual se sustenta en la sección 3.1.3.

Finalmente, la perspectiva educacional busca que los estudiantes aprendan a resolver problemas, producir teoría matemática y comprender el mundo mediante la utilización de la matemática.

De esta manera, se puede vislumbrar que existen diferencias significativas en cuanto a los objetivos que posee la modelación en la educación matemática. Sin embargo, es necesario identificar los tipos de problemas que se utilizan en el proceso de modelación (ver figura 3.5):

Características de las situaciones de modelación	Reales	Pertenecientes a otras áreas del conocimiento	Cercanos a la realidad cotidiana de los estudiantes	Parten del interés o la necesidad de los estudiantes	Permiten un análisis de la realidad social	Permiten abordar conceptos matemáticos	Hipotéticos	Intramatemá-ticos
Realística	X	X						
Epistemológica	X	X	X				X	X
Contextual	X						X	
Cognitiva	X						X	
Sociocrítica	X		X	X	X			
Educativa	X					X	X	

Figura 3.5: Características de los problemas utilizados en un proceso de Modelación (Correa, Marín, Gómez, Mesa & Villa-Ochoa, 2015)

En primer lugar, es posible obser que todas las perspectivas admiten problemas reales, esto es, que tengan relación con las vivencias diarias de las personas. No obstante, a partir de esta tabla, se puede notar con mayor claridad la diferencia entre las perspectivas, los cuales se fundamentan de acuerdo a la sección 3.1.

A modo de ejemplo, la perspectiva epistemológica, al ser una perspectiva que desarrolla teoría matemática, los problemas intramatemáticos son esenciales; en el caso de la perspectiva sociocrítica, debido a que busca lograr la crítica y reflexión de la sociedad, es menester utilizar problemas que surjan de la necesidad de los estudiantes y que permitan un análisis de la realidad social.

Así, podemos distinguir distintas perspectivas en el proceso de modelación en la educación matemática, de acuerdo a las concepciones, objetivos y características de los problemas utilizados en la modelación.

3.3 Teoría de los campos

La teoría de los campos, instaurada por Pierre Bourdieu (Gutiérrez-Martinez, 2005; Soto, 2013), busca entender la sociedad con el fin de comprender las relaciones que permiten la reproducción social y pretende explicar las relaciones de poder que existen en una sociedad.

Según esta teoría, un campo es un espacio social en donde se produce una interacción de los integrantes pertenecientes a un determinado campo. Fortich y Moreno (2012) mencionan que para que un campo pueda denominarse como tal, debe tener “profesionales de campo”, los cuales se definen como sujetos expertos en algún determinado espacio que se defiende, y además, debe tener unos “profanos” que son sujetos que no tienen las habilidades ni el conocimiento certificado del campo. Esto es, los campos deben ser mediados por los profesionales y los profanos que entran y salen del campo buscando intereses concretos.

Bourdeau (citado en Soto, 2013) pretende entregar una visión que intenta comprender las relaciones que posibilitan la reproducción social y las relaciones de poder que se dan. La sociedad esta compuesta por diversos campos, como muestra la figura 3.6, los cuales están en constante confrontación, es decir, hay una lucha entre los campos con el propósito de lograr la superioridad entre ellos.

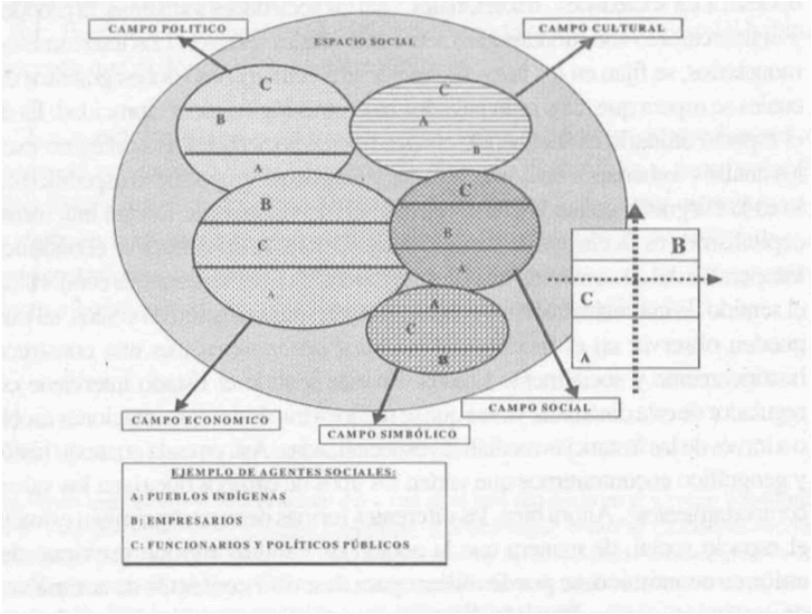

Figura 3.6: Sociedad Diferenciada, Campos, Capital y Espacio Social (Gutierrez Martínez, 2005)

Además, como se ilustra en la figura 3.6, dentro de cada campo existe una “dominación” o una jerarquía en la cual, como menciona Soto (2013), existe una distribución desigual lo que se nombra como “capital”, por lo que el capital es un elemento que se crea dentro de un campo y por el cual se forman luchas entre los sujetos pertenecientes a éste.

La lucha por dominar se hace presente entre los campos y dentro de ellos mismos. Son los sistemas de razón quienes definen reglas para el cumplimiento de los objetivos de cada campo, esto es, lo que esta correcto, aceptado o bien y lo que esta incorrecto, no aceptado o mal, por lo que delimita las necesitades que cada campo posee.

Además, el campo no es estático, para Bourdieau (Fortich & Moreno, 2012) el campo es una construcción social que posee dinámica, no obstante, si los integrantes tienen poder existirá una lucha por mantener su funcionamiento estático (estable y legítimo), en caso contrario, si no tiene poder promueve la dinámica.

Para Bourdieau, la sociedad esta compuesta por cuatro campos generales, tal como se ilustra en la figura 3.7: campo religioso, campo político, campo económico y campo simbólico,

denominados así por la referencia que tienen en la sociedad en donde se encuentran. El objetivo principal de cada campo luchar para lograr la superioridad del mismo.

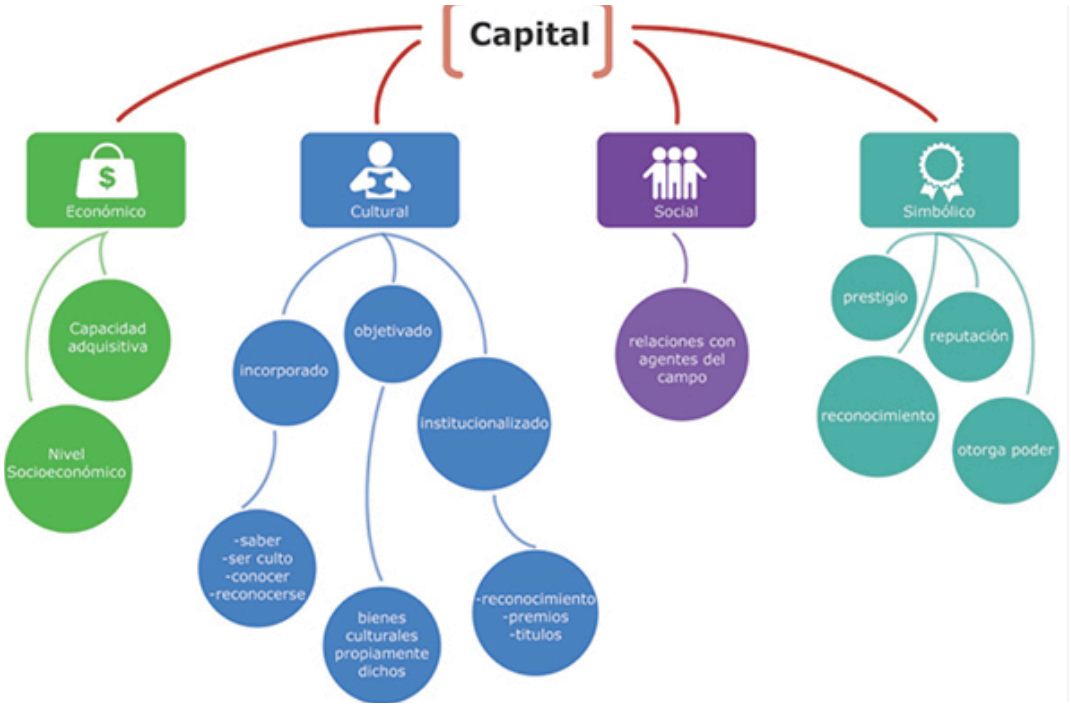

Figura 3.7: Especies de capital según la teoría de los campos de Pierre Bourdieu. Fuente: http://entretejidos.iconos.edu.mx/thesite/la-restauracion-en-mexico-una-revision-critica-desde-la-teoria-de-los-campos/

De acuerdo con la figura anterior, Vargas (2016) menciona que todas las personas se posicionan en un determinado campo y que el tránsito por los diferentes campos se realiza de manera natural, sin embargo, la predominancia de un campo específico depende únicamente de lo que cada persona seleccione como fundamental, es decir, de acuerdo a sus necesidades y prioridades.

Dentro del campo simbólico, se encuentra el campo científico, el cual colabora en el entendimiento del campo de la formación inicial de docentes de matemáticas. Para Bourdieau (1997) el campo científico es:

"el lugar de una lucha competitiva que tiene por desafío específico el monopolio de la autoridad científica … o el monopolio de la competencia científica que es socialmente reconocida a un agente determinado, entendida en el sentido de capacidad de hablar e intervernir legítimamente en materia de ciencia." (pp.12)

El campo científico tiene dos grandes características, en primer lugar, la autonomía que posee el campo y, en segundo lugar, la lucha por posicionar la definición de "ciencia" o verdad

científica. Los que logren la legitimidad académica y social seran los dominantes dentro del campo.

El capital del campo científico es denominado como conocimiento, el cual vive en constante lucha debido a la necesidad de que cada integrante busque destacarse dentro del campo (Vargas, 2016).

El programa PEMC-USACH, tiene al menos cuatro campos, lo cuales luchan por desarrollar y aplicar el proceso de modelación y la modelación en educación matemática en cada uno de ellos.

En primer lugar, el campo de la matemática, en donde los profesores pertenecientes a este campo son los encargados de la formación matemática de sus alumnos. En segundo lugar el área de la estadística, encargada la formación estadística y probabilidades de sus estudiantes. En tercer lugar, el ambito de la educación, donde se presentan aspectos teóricos referidos a la educación y las estrategias para el trabajo en aula. Finalmente el área de la matemática educativa, enfocada en el estudio de la disciplina y la generación de situaciones didácticas para aplicar en el aula. Lo cual se ilustra en la imagen 3.11:

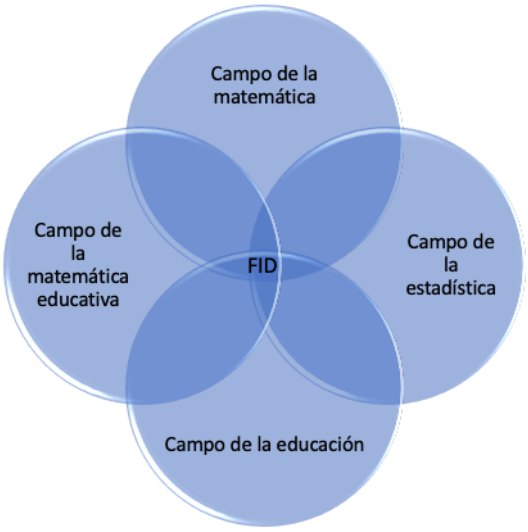

Imagen 3.11: Campos de formación docente PEMC-USACH

Así, los campos tienen en común la lucha en cuanto a la formación inicial docente de la carrera PEMC-USACH, teniendo en consideración la importancia de cada uno de ellos para la enseñanza-aprendizaje de los futuros profesores.

3.3.1 Caracterización de los campos

En consideración a los estudios de Soto (2013), Vargas (2016) y el perfil de egreso del programa PEMC-USACH (4503), el cual se modifica en el año 2012, se caracterizan los diferentes campos disciplinares que estan presente en dicho programa, los cuales serán de utilidad para contrastar los resultados obtenidos en este trabajo de investigación. En términos de modelación, se reconocer al menos cuatro campos, los cuales son detallados a continuación.

3.3.1.1 Campo de la matemática

El campo de la matemática busca entregar herramientas concernientes al área de la matemática a los estudiantes. En particular, este campo forma para el

> *"uso de un lenguaje matemático para describir, ejemplificar, interpretar, relacionar, explicar y/o fundamentar y comunicar términos, principios, conceptos, objetos, reglas razonamientos, procedimientos, desarrollos y soluciones. Además, pretende aplicar las metodologías, estrategias, procedimientos y técnicas propias de la matemática, en variedad de situaciones y contexto del trabajo disciplinario y sus aplicaciones"* (USACH, 2021).

Por lo tanto, según Soto (2013), Vargas (2016) y el perfil de egreso (USACH, 2021), se tiene que el campo de la matemática formar a los futuros docentes en la utilización de lenguaje matemático para ejemplificar, describir, interpretar, explicar, fundamentar y comunicar conceptos y sus relaciones, tipos de pensamientos matemáticos, operaciones, soluciones y demostraciones. Con esto, se crean enlaces entre el significado de una palabra y su implicación matemática, por lo que se debe entender desde una perspectiva de lo cotidiano y una perspectiva de la ciencia, en particular de la matemática. Por esto, el *lenguaje* es una característica de este campo.

Otra característica del campo de la matemática es la *demostración* que lleva consigo la comprensión y el análisis de las demostraciones de teoremas clásicos, la comprobación de propiedades estructurales de objetos matemáticos, la descripción y aplicación de métodos, estrategias y procedimientos para resolver problemas y demostraciones. Por esto, los profesores sienten la necesidad de entender lo que se está definiendo o lo que de manera formal se solicita al estudiante.

Si el objeto matemático esta correctamente definido será entendido por los estudiantes, por esto se debe ser riguroso, claro y conciso a la hora de definir o indicar una acción. Por lo cual, la definición de un objeto matemático nuevo debe ser realizado en términos de otros objetos ya conocidos y el docente debe estar en condiciones de fundamentar la utilización de nuevo objeto en diferentes contextos. Por esto, la *formalidad* y *precisión* son particularidades dentro del campo de la matemática.

Otra cualidad dentro de este campo es la *generalización* debido a que unas de las competencias que se debe desarrollar es el justificar el valor de la generalización y la abstracción

en el desarrollo de teoría matemática y métodos usados en la resolución de problemas, enfatizando en el rol de la argumentación lógica de la matemática y su razonamiento deductivo y, también el proponer, analizar, validar e interpretar modelos en situaciones reales de diferentes tipos y contextos.

Respecto a lo anterior, Vargas (2016) propone un esquema que sintetiza lo mencionado, el cual se ilustra en la figura 3.8:

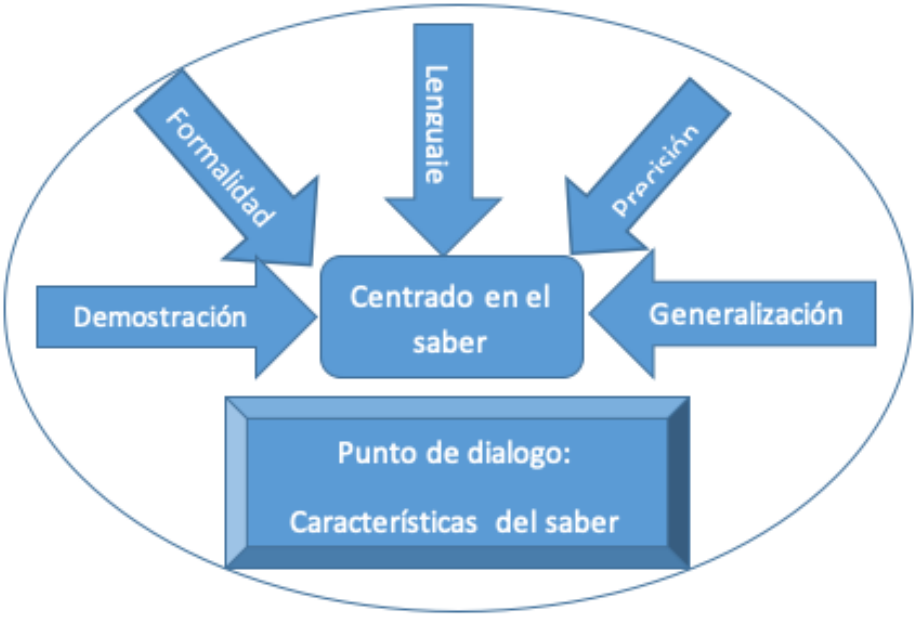

Figura 3.8: Caracterización campo de la matemática (Vargas, 2016).

En el diagrama de Vargas, se reconoce que todos los representantes del campo de la matemática tienen una particular preocupación por el saber y los objetos matemáticos. Dentro de este saber se encuentra la historia de un determinado objeto matemático, en donde se describen y justifican hitos históricos en la evolución de la matemática, su momento de creación, propiedades y regularidades que cumple.

3.3.1.2 Campo de la estadística

El campo de la estadística busca entregar herramientas a los alumnos en lo que concierne al ámbito de la estadística y probabilidades. En particular, y de manera similar al campo de la matemática, pretende entregar un

"uso de un lenguaje disciplinario para describir, ejemplificar, interpretar, relacionar, explicar y/o fundamentar y comunicar términos, principios, conceptos, objetos, reglas, razonamientos, procedimientos, desarrollos y soluciones. Junto a lo anterior, procura aplicar

metodologías, estrategias, procedimientos y técnicas propias de la estadística, en variedad de tipos de situaciones y contextos del trabajo disciplinario y sus aplicaciones" (USACH, 2021).

De acuerdo a lo anterior y con la finalidad de caracterizar, describir y encontrar patrones que se encuentran en una determinada realidad se hace énfasis en la utilización de un lenguaje estadístico. Por lo que el *lenguaje* es un elemento de importancia dentro de este campo.

Además, busca desarrollar un pensamiento probabilístico que colabore en la toma de decisiones mediante la aplicación de modelos, con el fin de analizar datos lo cuales permitan inferir desde una muestra a una población. Así, el desarrollo del *pensamiento probabilístico* y la *inferencia* es esencial dentro del campo de la estadística.

Finalmente, se espera que los estudiantes sean capaces de diseñar y conducir estudios experimentales y observacionales y, junto con ello, analizar los datos que se obtienen de dichos estudios, seleccionando métodos apropiados y justificando su elección. Por lo que el *diseño y construcción* de estudios son primordiales dentro de este campo.

Dado lo anterior, se tiene la imagen 3.12 que sintetiza lo mencionado respecto al campo de la estadística.

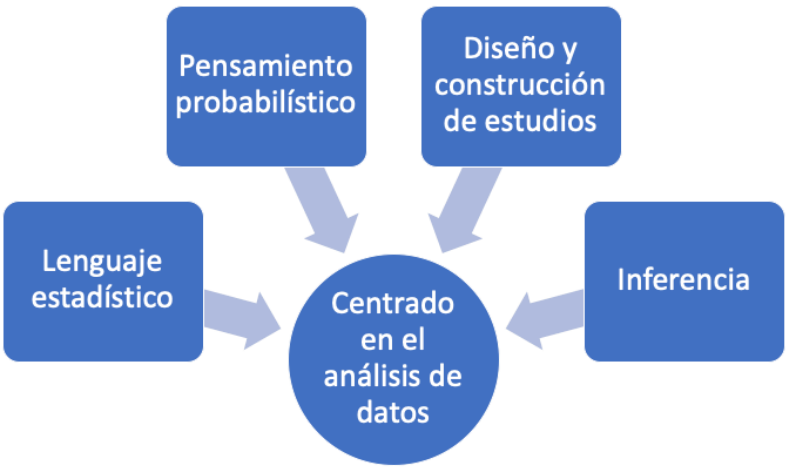

Imagen 3.12: Caracterización campo de la estadística

Como es posible observar, el lenguaje estadístico, el pensamiento probabilístico, la inferencia y el diseño y construcción de estudios colaboran en el análisis de datos, lo cual es el centro del campo de la estadística.

3.3.1.3 Campo de la educación

El campo de la educación privilegia los aspectos teóricos referidos a la educación y busca desarrollar estrategias para el trabajo en aula, como por ejemplo, el pensamiento pedagógico contemporáneo, la planificación curricular, evaluación para el aprendizaje, entre otras (Soto, 2013). Este campo esta conformado por sociólogos, psicólogos y educadores.

Para Soto (2013) y Vargas (2016), entre las características del campo de la educación del programa PEMC-USACH se encuentra que el centro de las actividades es el *estudiante* y su proceso de aprendizaje. Los representantes de este campo tienen una preocupación particular sobre el objetivo de la actividad y el tipo de estudiante al que esta dirigido, lo cual implica modificar las prácticas dependiendo del tipo de alumno. Por lo tanto, palabras como *estudiante* y *criterios* son particularidades de este campo.

Otra característica del campo de la educación es que siempre se toma en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes, esto es, considerar los elementos que son necesarios para que el estudiante desarrolle correctamente una actividad. Así, los *pre saberes* y la *evaluación* son de suma importancia en este campo.

Además, se incluye al estudiante en su propio proceso de aprendizaje, volviéndose el estudiante un ser responsable de su propio aprendizaje y el profesor un ser capacitado para responder a un sistema educativo. Por esto, el *estudiante* y las *metodologías*, son elementos cruciales en el campo de la educación.

A modo de síntesis, Vargas (2016) propone el esquema de la figura 3.9, donde los pre-saberes, criterios, estudiante, metodologías y evaluación son indicadores del campo de la educación, el cual está centrado en los procedimientos.

Figura 3.9: Caracterización campo de la educación (Vargas, 2016).

En el campo de la educación, el estudiante es protagonista del proceso de aprendizaje, centra su discurso en los procedimientos y la forma en la que concibe el aprendizaje y la enseñanza.

Vargas (2016) explica que el campo de la educación aporta un elemento clave para la consolidación de los aprendizajes y conocimientos esperados, y es determinar el contexto educativo en el que se desarrollan las actividades. Todos los procesos de aprendizaje deben estar situados en un momento y lugar determinado, por lo que el contexto cotidiano es responsabilidad del docente.

3.3.1.4 Campo de la matemática educativa

El campo de la matemática educativa busca atender a los fenómenos de enseñanza y aprendizaje (Soto, 2013). Además, se relaciona con el ámbito de la didáctica de las asignaturas, identificando necesidades de aprendizaje, aplicando estrategias para satisfacerlas y monitoreando sus procesos y resultados (USACH, 2021). Es importante señalar que este campo es el más joven en comparación a las demás disciplinas, por esto, aún está muy insipiente en el perfil de egreso.

En consideración a Soto (2013), Vargas (2016) y el perfil de egreso (USACH, 2021) el aprendizaje de las matemáticas es un proceso de construcción social, en el cual se debe considerar el contexto de los estudiantes y las vivencias que posee dentro y fuera de la sala de clases. Por esto, se deben formular situaciones de aprendizaje contextualizadas para las diversas poblaciones estudiantiles. Así, el identificar a los *estudiantes* es clave para este campo.

Además, existe un carácter social dado por el proceso de construcción mediante el cual se accede al conocimiento, se centra en las actividades del ser humano derivadas de la educación. Por lo que la *práctica social* es otro elemento característico de este campo.

Este campo centra su atención en el proceso de construcción y en la necesidad que el estudiante signifique, resignifique, construya y reconstruya su propio conocimiento. Por lo tanto, incluye elementos de la epistemología de cada estudiante, se da un nuevo énfasis a lo histórico y a lo funcional del conocimiento, entendiendo que cuando el estudiante resignifica sus prácticas accede de forma real al conocimiento. Por esto, la *pluralidad epistemológica* es primordial en este campo.

Junto a lo anterior, se debe considerar que el conocimiento debe ser *funcional* y vivencial para el estudiante, para que se convierta en un aprendizaje significativo.

Finalmente, la *identidad* es una característica del campo de la matemática educativa, debido que se reconoce a cada estudiante como un ser situado socialmente, el cual debe convertirse en un ciudadano responsable, puesto que deberá convivir con diferentes situaciones en las que se pone a prueba la funcionalidad de los conocimientos que ha ido construyendo.

La figura 3.10, propuesta por Vargas (2016), vislumbra las características anteriormente señaladas, en donde la práctica social, la pluralidad epistemológica, el estudiante, la funcionalidad y la identidad cumplen roles primordiales bajo el campo de la matemática educativa, el cual esta centrado en los argumentos de construcción del conocimiento.

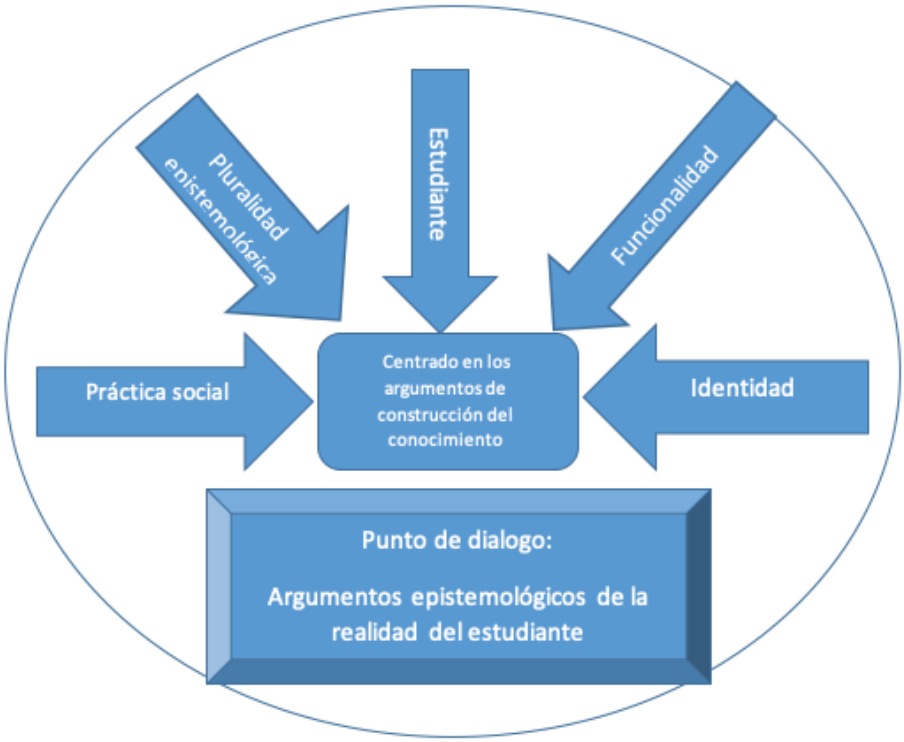

Figura 3.10: Caracterización campo de la matemática educativa (Vargas, 2016).

El campo de la matemática educativa, se centra principalmente en las vivencias y situaciones del estudiante como argumento para la construcción del conocimiento matemático, por lo que el contexto de las situaciones problemáticas planteadas es de suma importancia, en el cual se debe considerar las vivencias del estudiante.

Capítulo 4: Marco metodológico

En este apartado, se fundamenta teóricamente los aspectos metodológicos utilizados en este trabajo. Esta consta del fundamento del diseño, el cual contiene el tipo de investigación y la metodología de trabajo, la selección de los participantes de la investigación, las técnicas de producción de la información, la entrada al campo, el método de análisis y los criterios de rigor éticos y científicos.

4.1 Fundamentos del diseño

El presente trabajo tiene un enfoque cuantitativo, puesto que la relación teoría-investigación es estructurada y secuencial, debido a que las fases siguen una secuencia lógica (ver imagen 4.1) y la teoría precede a la observación (Corbetta, 2010). Además, se utiliza un cuestionario de preguntas cerradas, el cual se codifica para realizar un análisis estadístico con el propósito de obtener resultados en cuanto a la tendencia que poseen los académicos de la PEMC-USACH, en cuanto a las perspectivas de modelación y probar teorías (Hernández-Sampieri, Fernandez-Collado, & Baptista-Lucio, 2014).

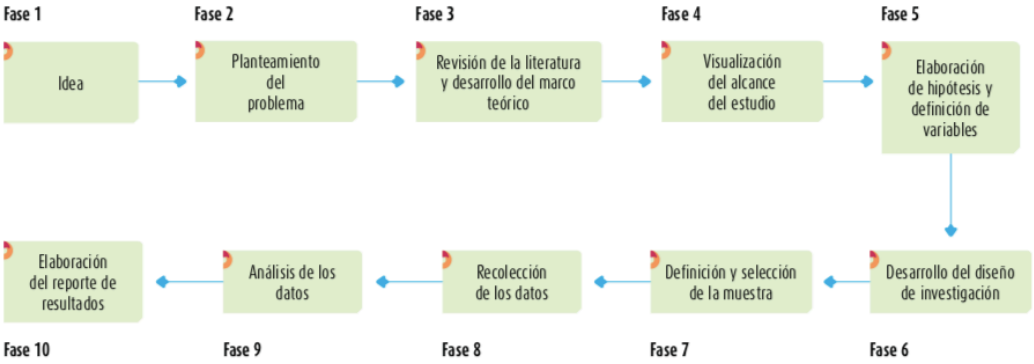

Figura 4.1: Orden secuencial enfoque cuantitativo (Hernández-Sampieri, Fernandez-Collado, & Baptista-Lucio, 2014)

Otra característica del enfoque antes mencionado es que los "conceptos son elementos que constituyen la teoría y permiten su comprobación empírica a través de la operacionalización de los mismos" (Corbetta, 2010, pp. 41), lo cual implica transformar los conceptos obtenidos en variables observables y medibles.

En base a lo anterior, el objeto de análisis son las variables y los datos se presentan en tablas, lo cual implica un enfoque relacional (Corbetta, 2010).

Asimismo, este trabajo de investigación es de carácter explorario y descriptivo, dado que se investiga un tema poco estudiado y busca especificar características e identificar tendencias del grupo analizado (Hernández-Sampieri, Fernandez-Collado, & Baptista-Lucio, 2014).

Así, se analiza a los docentes del programa de PEMC-USACH a través de la aplicación de un cuestionario de perspectivas de percepción de los encuestados, en donde se observa la tendencia de las perspectivas que poseen los profesores según su campo disciplinar.

Inicialmente, se realiza un seminario de expertos, en enero de 2020, en donde participan diferentes académicos de formación inicial docente de diversas universidades del país. El seminario consta de tres sesiones, realizadas en la Universidad de Santiago de Chile y Universidad de Talca. En la primera y segunda sesión se debate y reconoce aspectos característicos sobre las perspectivas de modelación en educación matemática (ver imagen 4.1). En la sesión final, se operacionalizan las perspectivas de modelación de acuerdo a lo debatido en las sesiones anteriores (ver tabla 4.1).

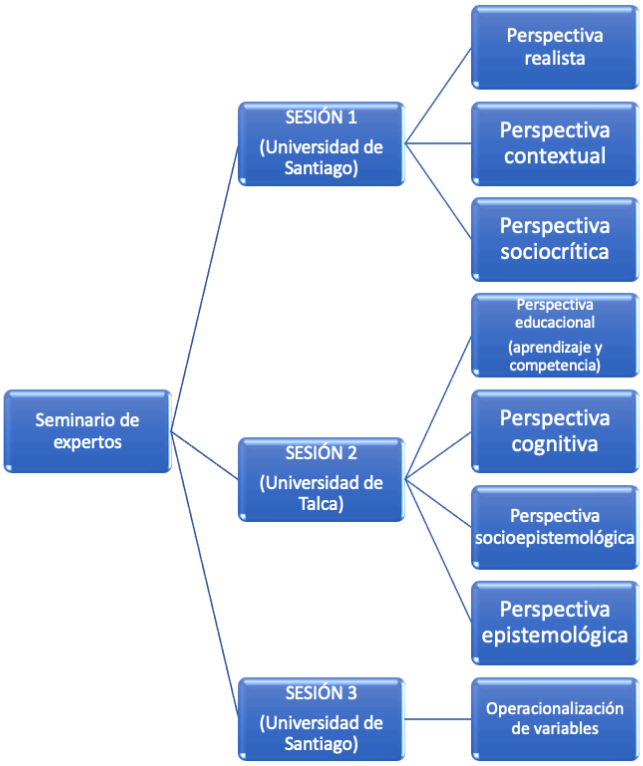

Imagen 4.1: Seminario de expertos, enero de 2020.

En la imagen 4.2 es posible vislumbrar las tres sesiones realizadas en el seminario de expertos. En la sesión 1, efectuada en la Universidad de Santiago, se debate sobre las perspectivas realista, contextual y sociocrítica. En la sesión 2, llevada a cabo en la Universidad de Talca, se discute sobre las perspectivas educacional, cognitiva, epistemológica y socioepistemológica. Finalmente, en la sesión 3, concretada en la Universidad de Santiago, se operacionalizan las variables en cuestión.

En la tabla 4.1 se vislumbra la operacionalización de las variables involucradas con sus respectivos indicadores, las cuales colaboran en la distinción de cada perspectivas y son de utilidad para la elaboración del cuestionario que se diseña, el cual permite analizar las diferentes perspectivas de modelación para reconocer el estatus epistemológico de las asignaturas del programa PEMC-USACH.

Perspectiva	**Indicadores**
Realista	- *Usos pragmáticos.* - *Interdisciplinar.* - *Uso de tecnología.* - *Evaluación del modelo para validación con datos reales o realistas.* - *Resolución de problemas de la vida real.*
Contextual	- *Actividades que generen necesidad de modelar.* - *Centrado en las tareas de modelación.* - *Generalizar el modelo a otras situaciones similares.* - *Enfoque en las estrategias que utilizan los estudiantes para resolver un problema.*
Sociocrítica	- *Comprensión del entorno del mundo.* - *Problemáticas que cuestionen la realidad social.* - *Desigualdad social.* - *Crítica y reflexión social.* - *Toma de decisiones para sociedades de igualdad y de democracia.* - *Estudiantes como ciudadanos empoderados, autónomos, críticos y reflexivos.* - *Enfoque en sociología política.* - *Crítica de lo modelado desde un escenario social.* - *Crítica del modelo desde un escenario social.* - *Crítica de los supuestos en la creación del modelo.*
Educacional (para el aprendizaje de la matemática)	- *Un medio para el aprendizaje matemático.* - *Facilitador del aprendizaje.* - *Intención particular del aprendizaje.* - *Se centra en la enseñanza-aprendizaje del objeto matemático.* - *Matemática aplicada.* - *Situaciones introductorias motivacionales.*
Educacional	- *Aprendizaje de la modelación.* - *Saber, saber hacer, saber ser.* - *Competencia.*

(para el desarrollo de la competencia)	- *Exploración, creatividad.* - *Crítica al modelo.* - *La modelación matemática es una competencia ha desarrollar.* - *Enseñar a modelar.*
Epistemológica	- *Desarrollo teórico.* - *Teoría de las situaciones didácticas.* - *Teoría antropológica de la didáctica.* - *Matematización horizontal y vertical.* - *Reconstrucción de la matemática.* - *Epistemología del objeto matemático.* - *Tarea, técnica, tecnología y teoría.* - *Praxeología.* - *Reconocimiento de la modelación como una construcción de la teoría matemática.* - *Valor de la historia de la matemática.* - *Utilidad para el desarrollo de la matemática.*
Cognitiva	- *Procesos cognitivos del estudiante.* - *Representación mental del estudiante.* - *Estilos de pensamiento matemático (analítico, gráfico, integrado).* - *Rutas de modelación que utilizan los estudiantes.* - *Se considera una meta perspectiva.*
Socioepistemológica	- *Práctica social generadora del conocimiento matemático.* - *Pluralidad epistemológica.* - *Uso del conocimiento (funcionalidad y forma).* - *Categorías.* - *Matemática funcional.* - *Discurso matemático escolar.* - *La modelación es una práctica social.* - *Distintas construcciones de conocimiento dependen de la comunidad.* - *Practica humana que permite reconstruir conocimiento matemático.*

Tabla 4.1: Indicadores perspectivas de modelación en educación matemática

Finalmente, la metodología realizada para llevar a cabo en la presente investigación se ilustra en la imagen 4.3.

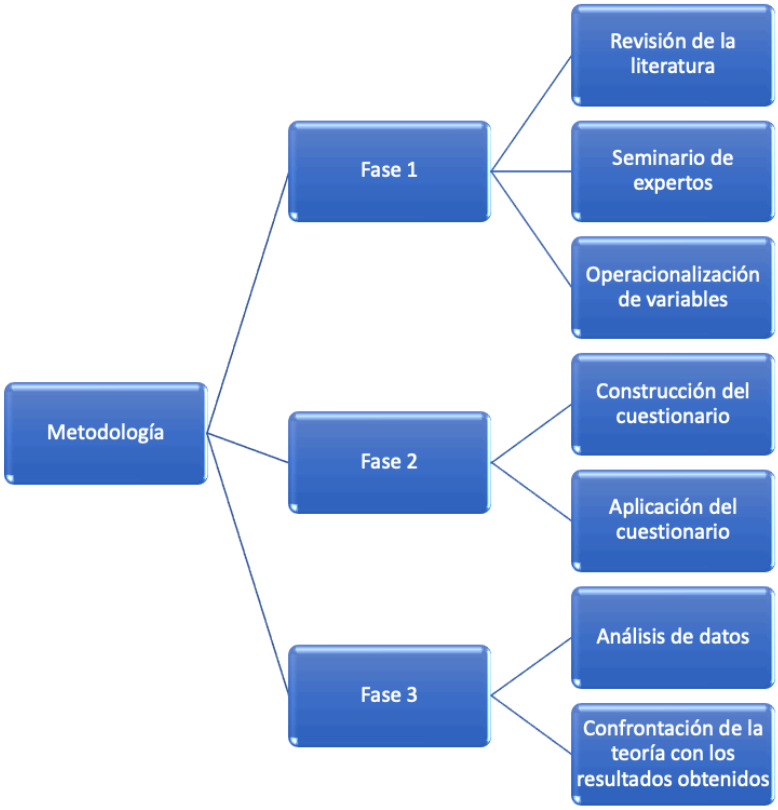

Imagen 4.3: Esquema metodología de trabajo

4.2 Selección de participantes de la investigación

Para efectos de este trabajo de investigación, se realiza una reunión con todos los docentes del program PEMC-USACH, pertenecientes al campo de la matemática, estadística, educación y matemática educativa, en donde se explica en qué consiste el proyecto y se lleva a cabo una breve mirada a las diferentes perspectivas.

Debido a la pandemia que afecta a nivel mundial, se envia el cuestionario vía email a todos los educadores de la PEMC-USACH relacionados con los campos disciplinares mencionados anteriormente y solo participan 16 en la contestación de la encuesta. En algunos casos no quisieron participar y otros simplemente no respondieron el cuestionario.

4.3 Técnicas de producción de la información

Con el fin de identificar el estatus epistemológico de la modelación en las asignaturas del programa PEMC-USACH, y en base a la operacionalización señalada en el apartado anterior, se construye un cuestionario de perspectivas de percepción de los docentes.

Fernández (2007) y Hernández-Sampieri, Fernandez-Collado y Baptista-Lucio (2014) mencionan que para medir fenómenos sociales, el instrumento más utilizado para recolectar datos es el cuestionario, el cual consiste en un conjunto de preguntas respecto a las variables que se medirán.

El cuestionario consta de preguntas de respuesta cerrada, las cuales contienen categorías de respuestas que han sido previamente delimitadas (Hernández-Sampieri, Fernandez-Collado, & Baptista-Lucio, 2014), es decir, los participantes deben escoger, dentro de las posibilidades entregadas, la opción que más se acote a su percepción. Por lo tanto, las categorías de respuesta deben ser definidas a priori. Además, según los autores mencionados, las preguntas cerradas son más fáciles de codificar y analizar.

El formulario se divide en cuatro tipos de preguntas:

1. **Preguntas de demográficas**: las cuales permiten describir globalmente al grupo de personas que se ha encuestado (Fernández, 2007). En este tipo de pregunta se define a cada sujeto de acuerdo con su sexo, a sus estudios, el campo disciplinar, el tiempo que lleva ejerciendo docencia, la asignatura que imparte actualmente y el tiempo que lleva dictando dicho curso.
2. **Preguntas de respuesta nominal dicotómica**: en este tipo de pregunta el encuestado debe escoger entre dos alternativas de respuesta (sí/no). Son preguntas muy rápidas de responder, sin embargo, tienen una baja sensibilidad frente a las actitudes o conductas de las personas, esto es, “dos personas con actitudes diferentes, aunque similares en su sentido marcarán exactamente la misma respuesta” (Canales Cerón, pp.81, 2006). Por esta razón, se incluye las preguntas de respuesta múltiple y preguntas en escala Likert.
3. **Preguntas de respuesta múltiple**: requiere que el encuestado jerarquice los elementos entre sí. Se presentan 8 enunciados de los cuales solo debe escoger tres y jerarquizarlos. Este tipo de preguntas requiere que el investigador conozca el tema en cuestión y las formas en que los encuestados podrían responder (Canales Cerón, 2006).
4. **Preguntas en escala Likert**: es un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones en donde el encuestado debe elegir una de las cinco categorías de escala. A cada punto se le asigna un valor numérico, en este caso se considera 1 como nunca, 2 pocas veces, 3 a veces, 4 muchas veces y 5 siempre (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

El cuestionario se aplica en dos oportunidades, en una primera instancia como piloto con el propósito de validar su confiabilidad, a través del Kr20, alfa de Cronbach y varianza explicada, y recibir retroalimentaciones que permitan mejorar el instrumento.

Posteriormente, se administra el formulario a los docentes del programa PEMC-USACH vía correo electrónico, debido a la pandemia covid-19 que afecta a nivel mundial.

Para evaluar la confiabilidad del instrumento se realiza un análisis factorial por tipo de pregunta para las interrogantes de respuesta múltiple, se considera un solo componente, el cual debe tener una varianza explicada mayor al 60%. Además, para las preguntas en escala Likert, se calcula el alfa de Cronbach para la confiabilidad de instrumento, la cual debe ser mayor a 0.6 (Kerlinger & Lee, 2002; Canales Cerón, 2006; Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). Por otra parte, se obtiene el coeficiente de fiabilidad de Kuder-Richarson (Kr20), el cual es de utilidad para las preguntas dicotómica, el Kr20 debe ser mayor a 0.7 para que el instrumento sea confiable (Merino & Charter, 2010).

4.4 Entrada al campo

Con el objetivo de interiorizar a los participantes de la encuesta del tema a investigar, se realiza una reunión con los docentes pertenecientes al programa de formación inicial docente PEMC-USACH, en donde se explica el proyecto a trabajar y, brevemente, las diferentes perspectivas de modelación en educación matemática. Se menciona que la participación es de carácter voluntario y confidencial, siendo los resultados expuestos de manera general y no por participante.

Previo a la aplicación del cuestionario, se entrega a cada participante del formulario un consentimiento informado (ver anexo 1) vía email, en el cual mencionan aceptar o no aceptar su participación voluntaria, además de declarar tener un claro conocimiento del proyecto y su contribución.

4.5 Método de análisis

Para Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014) el procedimiento para analizar los datos es: seleccionar el programa estadístico, ejecutar el programa, explorar los datos (analizarlos y visualizarlos por variable del estudio), evaluar la confiabilidad y validez de instrumento, llevar a cabo un estudio estadístico descriptivo de cada variable, y preparar los resultados para presentarlos.

La presente investigación se lleva a cabo bajo el programa SPSS debido que contiene una gran variedad de análisis estadísticos y, además, trabaja de una manera muy sencilla

(Hernández-Sampieri, Fernandez-Collado, & Baptista-Lucio, 2014), esto es, abre la matriz de datos y el investigador selecciona las opciones apropiadas para el análisis.

En primer lugar, se codifican los datos en el programa SPSS, es decir, se asigna un valor numérico a cada respuesta que sea representativo.

Una vez que los datos esten codificados, se procede a realizar el análisis a través de una estadística descriptiva.

Para llevar a cabo el estudio de los datos, se realizan distribuciones de frecuencias, las cuales son un conjunto de puntuaciones de una determinada variable (Hernández-Sampieri, Fernandez-Collado, & Baptista-Lucio, 2014) y se utilizan principalmente para propósitos descriptivos (Kerlinger & Lee, 2002), tal como es el enfoque de esta investigación.

A partir de estas distribuciones de frecuencias se realizan los gráficos correspondientes, debido a que, para Kerlinger y Lee (2002), una de las herramientas más poderosas del análisis es el gráfico.

Esta investigación tiene dos principales análisis, por un lado se estudia de manera general a los docentes de la Pedagogía en Educación Matemática y Computación de la Universidad de Santiago de Chile, utilizando los métodos mencionados anteriormente.

Posteriormente, con la finalidad de comparar los campos disciplinares de la carrera en cuestión (matemática, estadística, educación y matemática educativa), se realizan tablas cruzadas, puesto que divide a las variables en forma cruzada considerando sus frecuencias o porcentajes (Kerlinger & Lee, 2002) y luego se grafican los resultados correspondientes.

4.5.1 Método de análisis de manera general

En relación a lo anterior, para el estudio porcentual de los datos se construyen fórmulas a partir de las tablas de frecuencias y tablas cruzadas, las cuales se presentan a continuación.

4.5.1.1 Método de análisis preguntas dicotómicas de manera general

Para el análisis de las preguntas dicotómicas de manera general se considera la siguiente puntuación: “Sí” = 1 ; “No” = 0. Todas las preguntas de ésta índole tienen carácter afirmativo, con el propósito de que al obtener la puntuación más alta se caracterice al encuestado en alguna de las perspectivas de modelación.

Dado lo antes mencionado, se considera las siguientes variables:

$P_1 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ realista,$

$P_2 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ contextual,$

$P_3 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ educacional\ (aprendizaje),$

$P_5 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ epistemológica,$

$P_7 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ cognitiva,$

$P_8 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ socioepistemológica,$

$n = cantidad\ de\ encuestados.$

Asimismo, se ilustra la siguiente fórmula para la suma de las frecuencias de cada proposición por perspectiva:

$$R_+ = \sum_{i=1}^{P_k} f_i\ , con\ k\ \in [1,8]$$

donde,

$P_k = k - ésima\ perspectiva,$

$R_+ = sumatoria\ de\ las\ respuestas\ de\ cada\ proposición\ perteneciente\ a\ la\ k - ésima\ perspectiva,$

$f_i = frecuencia\ absoluta\ de\ la\ i - ésima\ proposición\ perteneciente\ a\ la\ k - ésima\ perspectiva.$

Por ejemplo, suponer que hay 20 encuestados, que en perspectiva realista hay 3 proposiciones relacionadas a ella y que se obtuvo los resultados que muestra la siguiente tabla de frecuencias:

	Sí	**No**
Proposición 1	15	5
Proposición 2	10	10
Proposición 3	8	12

Tabla 4.2: Ejemplo tabla de frecuencias preguntas dicotómicas

Como las preguntas de carácter dicotómicas estan realizadas en forma afirmativa, es de interés obtener las frecuencias de las respuestas “Sí”, de manera que se tiene lo siguiente:

Proposición	Sí (f_i)
1	15
2	10
3	8

Tabla 4.3: Ejemplo tabla de frecuencias solo respuestas afirmativas

Por lo tanto, en este caso $P_k = 3$ debido a que son tres preguntas de esta perspectiva y además,

$$R_+ = \sum_{i=1}^{3} f_i = f_1 + f_2 + f_3 = 15 + 10 + 8 = 23$$

Finalmente, la fórmula utilizada para la obtención del porcentaje asociado a cada perspectiva es:

$$P_k \cdot n = 100\%$$

$$R_+ = x$$

En consecuencia,

$$\boldsymbol{x = \frac{R_+ \cdot 100}{P_k \cdot n}}$$

donde x es la frecuencia porcentual de las respuestas obtenidas en las preguntas de carácter dicotómica en una determinada perspectiva de modelación.

Posteriormente, se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras.

4.5.1.2 Método de análisis preguntas en escala Likert de manera general

Para el análisis de las preguntas en escala Likert de manera general se considera la siguiente puntuación para la respuesta por cada proposición: “Siempre” = 5 ; “Muchas veces” = 4 ; “A veces” = 3 ; “Pocas veces” = 2 ; “Nunca” = 1. Todas las preguntas de esta índole tienen carácter afirmativo, con el propósito de que al obtener la puntuación más alta se caracterice al encuestado en alguna de las perspectivas de modelación.

Por lo anterior, se considera las mismas variables que en el apartado 4.5.1.1.

Para la suma de las frecuencias de cada proposición por perspectiva, se utiliza la siguiente fórmula:

$$R_+ = \sum_{i=1}^{P_k} f_i \, , con \; k \; \in [1, 8]$$

donde,

$P_k = k - ésima\ perspectiva$,

$R_+ = sumatoria\ de\ las\ respuestas\ de\ cada\ proposición\ perteneciente\ a\ la\ k - ésima\ perspectiva$,

$f_i =\ frecuencia\ absoluta\ de\ la\ i - ésima\ proposición\ perteneciente\ a\ la\ k - ésima\ perspectiva.$

A diferencia de las preguntas de respuesta dicotómicas, en las preguntas en escala Likert se construye una nueva tabla de frecuencia ponderando las frecuencias absolutas de cada proposición por su respectiva respuesta.

Por ejemplo, suponer que hay 20 encuestados, que en perspectiva realista hay 3 proposiciones y que se obtuvo los resultados que muestra la siguiente tabla de frecuencias:

	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 1	10	5	1	2	2
Proposición 2	5	5	5	3	2
Proposición 3	4	4	4	4	4

Tabla 4.4: Ejemplo tablas de frecuencias de preguntas en escala Likert.

Al ponderar los valores de cada respuesta, se obtiene:

Proposición	**Siempre** $(\cdot 5)$	**Muchas veces** $(\cdot 4)$	**A veces** $(\cdot 3)$	**Pocas veces** $(\cdot 2)$	**Nunca** $(\cdot 1)$	f_i
1	50	20	3	4	2	79
2	25	25	15	6	2	73
3	20	20	12	8	4	64

Tabla 4.5: Ejemplo tabla ponderada

Por lo tanto, en este caso $P_k = 3$ debido a que son tres preguntas de esta perspectiva y además,

$$R_+ = \sum_{i=1}^{3} f_i = f_1 + f_2 + f_3 = 79 + 73 + 64 = 216$$

Finalmente, la fórmula utilizada para la obtención del porcentaje asociado a cada perspectiva es:

$$5 \cdot P_k \cdot n = 100\%$$

$$R_+ = x$$

En consecuencia,

$$x = \frac{R_+ \cdot 100}{5 \cdot P_k \cdot n},$$

por lo tanto,

$$\boldsymbol{x = \frac{R_+ \cdot 20}{P_k \cdot n}}$$

donde x es la frecuencia porcentual de las respuestas obtenidas en las preguntas en escala Likert en una determinada perspectiva de modelación.

Luego, se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras.

Para el análisis de las preguntas de respuesta múltiple, en donde los encuestados jerarquizan sus opciones, se considera para el enunciado "¿Cuáles son los principales OBJETIVOS de la modelación en su asignatura?", la cual se abrevia como "OBJETIVOS". Para los "OBJETIVOS" se tienen las siguientes variables:

$P_1 = perspectiva\ realista,$

$P_2 = perspectiva\ contextual,$

$P_3 = perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = perspectiva\ educacional\ (aprendizaje),$

$P_5 = perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = perspectiva\ epistemológica,$

$P_7 = perspectiva\ cognitiva,$

$P_8 = perspectiva\ socioepistemológica,$

$n = cantidad\ de\ encuestados,$

$f_{P_k} = frecuencia\ primera\ opción\ de\ los\ OBJETIVOS\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva,$

$g_{P_k} = frecuencia\ segunda\ opción\ de\ los\ OBJETIVOS\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva,$

$h_{P_k} = frecuencia\ tercera\ opción\ de\ los\ OBJETIVOS\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva.$

Además, se considera $x_1, x_2\ y\ x_3$ como el porcentaje obtenido de las principales opciones elegidas por los encuestados, entonces:

$$\boldsymbol{x_1 = \frac{f_{P_k} \cdot 100}{n}},$$

$$\boldsymbol{x_2 = \frac{g_{P_k} \cdot 100}{n}},$$

$$\boldsymbol{x_3 = \frac{h_{P_k} \cdot 100}{n}}.$$

Por lo tanto,

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3},$$

donde X_T es el porcentaje total obtenido en cada perspectiva.

Posteriormente, se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras, haciendo distinción entre $x_1,\ x_2,\ x_3$.

4.5.1.3 Método de análisis preguntas de respuesta mútiple de manera general

Para el análisis de las preguntas de respuesta múltiple, en donde los encuestados jerarquizan sus opciones, se considera para el enunciado "¿Qué TIPOS DE PROBLEMAS aborda para el proceso de modelación en la educación matemática?", la cual se menciona como "TIPOS DE PROBLEMAS" y se utilizan las siguientes variables:

$P_1 = perspectiva\ realista,$

$P_2 = perspectiva\ contextual,$

$P_3 = perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = perspectiva\ educacional\ (aprendizaje),$

$P_5 = perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = perspectiva\ epistemológica,$

$P_7 = perspectiva\ cognitiva,$

$P_8 = perspectiva\ socioepistemológica,$

$n = cantidad\ de\ encuestados,$

$f_{P_k} = frecuencia\ primera\ opción\ de\ los\ TIPOS\ DE\ PROBLEMAS\ en\ la\ k - ésima\ perspectiva,$

$g_{P_k} = frecuencia\ segunda\ opción\ de\ los\ TIPOS\ DE\ PROBLEMAS\ en\ la\ k - ésima\ perspectiva,$

$h_{P_k} = frecuencia\ tercera\ opción\ de\ los\ TIPOS\ DE\ PROBLEMAS\ en\ la\ k - ésima\ perspectiva.$

Además, se considera $x_1, x_2\ y\ x_3$ como el porcentaje obtenido de las principales opciones elegidas por los encuestados, entonces:

$$\boldsymbol{x_1 = \frac{f_{P_k} \cdot 100}{n}},$$

$$\boldsymbol{x_2 = \frac{g_{P_k} \cdot 100}{n}},$$

$$\boldsymbol{x_3 = \frac{h_{P_k} \cdot 100}{n}}.$$

Por lo tanto,

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3},$$

donde X_T es el porcentaje total obtenido en cada perspectiva.

Se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras, vislumbrando la diferencia entre $x_1,\ x_2,\ x_3$.

Para el análisis de las preguntas de respuesta múltiple, en donde los encuestados jerarquizan sus opciones, se considera para el enunciado "¿Cuáles son sus CONCEPCIONES sobre la modelación en educación matemática?", la cual se utiliza como "CONCEPCIONES" y se tienen en cuenta las siguientes variables:

$P_1 = perspectiva\ realista,$

$P_2 = perspectiva\ contextual,$

$P_3 = perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = perspectiva\ educacional\ (aprendizaje),$

$P_5 = perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = perspectiva\ epistemológica,$

$P_7 = perspectiva\ cognitiva,$

$P_8 = perspectiva\ socioepistemológica,$

$n = cantidad\ de\ encuestados,$

$f_{P_k} = frecuencia\ primera\ opción\ de\ los\ CONCEPCIONES\ en\ la\ k - ésima\ perspectiva,$

$g_{P_k} = frecuencia\ segunda\ opción\ de\ los\ CONCCEPCIONES\ en\ la\ k - ésima\ perspectiva,$

$h_{P_k} = frecuencia\ tercera\ opción\ de\ los\ CONCEPCIONES\ en\ la\ k - ésima\ perspectiva.$

Además, se considera $x_1, x_2\ y\ x_3$ como el porcentaje obtenido de las principales opciones elegidas por los encuestados, entonces:

$$\boldsymbol{x_1 = \frac{f_{P_k} \cdot 100}{n}},$$

$$\boldsymbol{x_2 = \frac{g_{P_k} \cdot 100}{n}},$$

$$\boldsymbol{x_3 = \frac{h_{P_k} \cdot 100}{n}}.$$

Por lo tanto,

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3},$$

donde X_T es el porcentaje total obtenido en cada perspectiva.

Finalmente, se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras, marcando la diferencia entre $x_1,\ x_2,\ x_3$.

4.5.2 Método de análisis por campo disciplinar

Para analizar las preguntas por campo disciplinar, se construyen tablas de frecuencias y, junto con ello, las fórmulas asociadas a cada tipo de pregunta.

4.5.2.1 Método de análisis preguntas dicotómicas por campo disciplinar

En consideración a lo anterior, para las preguntas de tipo dicotómicas por campo disciplinar, se tienen en cuenta las siguientes variables:

$P_1 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ realista,$

$P_2 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ contextual,$

$P_3 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ educacional\ (aprendizaje),$

$P_5 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ epistemológica,$

$P_7 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ cognitiva,$

$P_8 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ socioepistemológica,$

$c_1 = campo\ de\ la\ matemática,$

$c_2 = campo\ de\ la\ estadística,$

$c_3 = campo\ de\ la\ educación,$

$c_4 = campo\ de\ la\ matemática\ educativa,$

$n_{c_k} = cantidad\ de\ encuestados\ pertenecientes\ al\ k-ésimo\ campo\ disciplinar.$

Para el análisis de las preguntas dicotómicas se considera la siguiente puntuación: “Sí” = 1 ; “No” = 0. Todas las preguntas de ésta índole tienen carácter afirmativo, con el propósito que

al obtener la puntuación más alta se caracterice al encuestado en alguna de las perspectivas de modelación.

Además, se vislumbra la siguiente fórmula para la suma de las frecuencias de cada proposición por perspectiva:

$$R_{c_k} = \sum_{i=1}^{P_j} f_i \, , con \; j \; \in [1, 8]$$

donde,

$R_{c_k} = sumatoria \; de \; las \; respuestas \; de \; cada \; proposición \; perteneciente \; a \; la \; \; j - ésima \; perspectiva \; del \; k - ésimo \; campo \; disciplinar$,

$f_i = \; frecuencia \; absoluta \; de \; la \; i - ésima \; proposición \; perteneciente \; a \; la \; j - ésima \; perspectiva \; del \; k - ésimo \; campo \; disciplinar$.

Por ejemplo, se considera el campo de la matemática y suponer que éste posee 5 encuentados, además, se toma en cuenta la perspectiva realista, la cual tiene 3 afirmaciones, los resultados se ilustran en la siguiente tabla:

Campo de la matemática		
Proposición	**Sí**	**No**
1	3	2
2	4	1
3	2	3

Tabla 4.6: Ejemplo tablas de frecuencias de preguntas dicotómicas por campo disciplinar.

Puesto que se consideran las respuestas afirmativas, se utilizan las frecuencias absolutas de “Sí”. Así, se obtiene la siguiente tabla:

Proposición	**Sí (f_i)**
1	3
2	4
3	2

Tabla 4.7: Ejemplo tabla de frecuencias de respuestas afirmativas por campo disciplinar.

Por lo tanto, en este caso $P_j = 3$ debido a que son tres preguntas de esta perspectiva y además, $c_k = c_1$ por tratarse del campo de la matemática.

$$R_{c_1} = \sum_{i=1}^{3} f_i = f_1 + f_2 + f_3 = 3 + 4 + 2 = 9$$

Finalmente, la fórmula utilizada para la obtención del porcentaje asociado a cada perspectiva es:

$$P_k \cdot n_{c_k} = 100\%$$

$$R_{c_k} = x$$

En consecuencia,

$$\boldsymbol{x = \frac{R_{c_k} \cdot 100}{P_k \cdot n_{c_k}}}$$

donde x es la frecuencia porcentual de las respuestas obtenidas en las preguntas de carácter dicotómica en una determinada perspectiva de modelación y en un determinado campo disciplinar.

Luego, se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras.

4.5.2.2 Método de análisis preguntas en escala Likert de manera general

Para el análisis de las preguntas en escala Likert por campo disciplinar, se tiene en consideración la siguiente puntuación: “Siempre” = 5 ; “Muchas veces” = 4 ; “A veces” = 3 ; “Pocas veces” = 2 ; “Nunca” = 1. Todas las preguntas de esta índole tienen carácter afirmativo, con el propósito que al obtener la puntuación más alta se caracterice al encuestado en alguna de las perspectivas de modelación.

Por lo anterior, se considera las siguientes variables:

$P_1 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ realista,$

$P_2 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ contextual,$

$P_3 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ educacional\ (aprendizaje),$

$P_5 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ epistemológica,$

$P_7 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ cognitiva,$

$P_8 = cantidad\ de\ preguntas\ pertenecientes\ a\ la\ perspectiva\ socioepistemológica,$

$c_1 = campo\ de\ la\ matemática,$

$c_2 = campo\ de\ la\ estadística,$

$c_3 = campo\ de\ la\ educación,$

$c_4 = campo\ de\ la\ matemática\ educativa,$

$n_{c_k} = cantidad\ de\ encuestados\ pertenecientes\ al\ k-ésimo\ campo\ disciplinar.$

Para la suma de las frecuencias de cada proposición por perspectiva, se utiliza la siguiente fórmula:

$$R_{c_k} = \sum_{i=1}^{P_j} f_i\,, con\ j\ \in [1,8]$$

donde,

$R_{c_k} = sumatoria\ de\ las\ respuestas\ de\ cada\ proposición\ perteneciente\ a\ la\ j-$
$ésima\ perspectiva\ del\ k-ésimo\ campo\ disciplinar,$

$f_i = frecuencia\ absoluta\ de\ la\ i-ésima\ proposición\ perteneciente\ a\ la\ j-$
$ésima\ perspectiva\ del\ k-ésimo\ campo\ disciplinar.$

Como se menciona en el apartado 4.5.1, a diferencia de las preguntas de respuesta dicotómicas, en las preguntas en escala Likert se construye una nueva tabla de frecuencia ponderando las frecuencias absolutas de cada proposición por su respectiva respuesta.

Por ejemplo, suponer que hay 5 encuestados en el campo de la matemática, que en perspectiva realista hay 3 proposiciones y que se obtuvo los resultados que muestra la siguiente tabla de frecuencias:

Campo de la matemática					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 1	2	0	0	1	2
Proposición 2	1	3	0	0	1
Proposición 3	3	1	0	0	1

Tabla 4.8: Ejemplo tablas de frecuencias preguntas en escala Likert por campo disciplinar.

Al ponderar los valores de cada respuesta, se obtiene:

Campo de la matemática						
Proposición	**Siempre (· 5)**	**Muchas veces (· 4)**	**A veces (· 3)**	**Pocas veces (· 2)**	**Nunca (· 1)**	f_i
1	10	0	0	2	2	14
2	5	12	0	0	1	18
3	15	4	0	0	1	20

Tabla 4.9: Ejemplo tablas de frecuencias poderada por campo disciplinar.

Por lo tanto, en este caso $P_k = 3$ y $c_k = c_1$ debido a que son tres preguntas de esta perspectiva y se encuentra en el campo disciplinar de la matemática, además,

$$R_{c_1} = \sum_{i=1}^{3} f_i = f_1 + f_2 + f_3 = 14 + 18 + 20 = 52$$

Finalmente, la fórmula utilizada para la obtención del porcentaje asociado a cada perspectiva es:

$$5 \cdot P_k \cdot n_{c_k} = 100\%$$

$$R_{c_k} = x$$

En consecuencia,

$$x = \frac{R_{c_k} \cdot 100}{5 \cdot P_k \cdot n_{c_k}},$$

por lo tanto,

$$\boldsymbol{x = \frac{R_{c_k} \cdot 20}{P_k \cdot n_{c_k}},}$$

donde x es la frecuencia porcentual de las respuestas obtenidas en las preguntas en escala Likert en una determinada perspectiva de modelación y en un determinado campo disciplinar.

Luego, se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras.

4.5.2.3 Método de análisis preguntas de respuesta múltiple de manera general

Finalmente, para el análisis de las preguntas de respuesta múltiple, en donde los encuestados jerarquizan sus opciones, para los "OBJETIVOS" se tienen las siguientes variables:

$P_1 = perspectiva\ realista,$

$P_2 = perspectiva\ contextual,$

$P_3 = perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = perspectiva\ educacional\ (aprendizaje),$

$P_5 = perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = perspectiva\ epistemológica,$

$P_7 = perspectiva\ cognitiva,$

$P_8 = perspectiva\ socioepistemológica,$

$c_1 = campo\ de\ la\ matemática,$

$c_2 = campo\ de\ la\ estadística,$

$c_3 = campo\ de\ la\ educación,$

$c_4 = campo\ de\ la\ matemática\ educativa,$

$n_{c_i} = cantidad\ de\ encuestados\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar,$

$f_{P_{k c_i}} = frecuencia\ primera\ opción\ de\ los\ OBJETIVOS\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar,$

$g_{P_{k c_i}} = frecuencia\ segunda\ opción\ de\ los\ OBJETIVOS\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar,$

$h_{P_{k c_i}} = frecuencia\ tercera\ opción\ de\ los\ OBJETIVOS\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar.$

Además, se considera $x_1, x_2\ y\ x_3$ como el porcentaje obtenido de las principales opciones elegidas por los encuestados, entonces:

$$\boldsymbol{x_1 = \frac{f_{P_{k c_i}} \cdot 100}{n_{c_i}},}$$

$$\boldsymbol{x_2 = \frac{g_{P_{k c_i}} \cdot 100}{n_{c_i}},}$$

$$\boldsymbol{x_3 = \frac{h_{P_{k c_i}} \cdot 100}{n_{c_i}}.}$$

Por lo tanto,

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3,}$$

donde X_T es el porcentaje total obtenido de los "OBJETIVOS" en cada perspectiva en un determinado campo disciplinar.

Posteriormente, se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras, haciendo distinción entre $x_1,\ x_2,\ x_3$.

Para el análisis de las preguntas de respuesta múltiple, relacionada con los "TIPOS DE PROBLEMAS", se utilizan las siguientes variables:

$P_1 = perspectiva\ realista$,

$P_2 = perspectiva\ contextual$,

$P_3 = perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = perspectiva\ educacional\ (aprendizaje)$,

$P_5 = perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = perspectiva\ epistemológica$,

$P_7 = perspectiva\ cognitiva$,

$P_8 = perspectiva\ socioepistemológica$,

$c_1 = campo\ de\ la\ matemática,$

$c_2 = campo\ de\ la\ estadística,$

$c_3 = campo\ de\ la\ educación,$

$c_4 = campo\ de\ la\ matemática\ educativa$,

$n_{c_i} = cantidad\ de\ encuestados\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar$,

$f_{P_{k c_i}} = frecuencia\ primera\ opción\ de\ los\ TIPOS\ DE\ PROBLEMAS\ en\ la\ k-$
$ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar$,

$g_{P_{k c_i}} = frecuencia\ segunda\ opción\ de\ los\ TIPOS\ DE\ PROBLEMAS\ en\ la\ k-$
$ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar$,

$h_{P_{k c_i}} = frecuencia\ tercera\ opción\ de\ los\ TIPOS\ DE\ PROBLEMAS\ en\ la\ k-$
$ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar$.

Se considera $x_1, x_2\ y\ x_3$ como el porcentaje obtenido de las principales opciones elegidas por los encuestados, entonces:

$$\boldsymbol{x_1 = \frac{f_{P_{k c_i}} \cdot 100}{n_{c_i}}},$$

$$\boldsymbol{x_2 = \frac{g_{P_{k_{c_i}}} \cdot 100}{n_{c_i}}},$$

$$\boldsymbol{x_3 = \frac{h_{P_{k_{c_i}}} \cdot 100}{n_{c_i}}}.$$

Por lo tanto,

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3},$$

donde X_T es el porcentaje total obtenido en cada perspectiva sobre los "TIPOS DE PROBLEMA" en un determinado campo disciplinar.

Se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras, ilustrando la diferencia entre $x_1,\ x_2,\ x_3$.

Para el análisis de las preguntas de respuesta múltiple relacionado con las "CONCEPCIONES", se tienen en cuenta las siguientes variables:

$P_1 = perspectiva\ realista,$

$P_2 = perspectiva\ contextual,$

$P_3 = perspectiva\ sociocrítica,$

$P_4 = perspectiva\ educacional\ (aprendizaje),$

$P_5 = perspectiva\ educacional\ (competencia),$

$P_6 = perspectiva\ epistemológica,$

$P_7 = perspectiva\ cognitiva,$

$P_8 = perspectiva\ socioepistemológica,$

$c_1 = campo\ de\ la\ matemática,$

$c_2 = campo\ de\ la\ estadística,$

$c_3 = campo\ de\ la\ educación,$

$c_4 = campo\ de\ la\ matemática\ educativa,$

$n_{c_i} = cantidad\ de\ encuestados\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar,$

$f_{P_{k_{c_i}}} = frecuencia\ primera\ opción\ de\ los\ CONCEPCIONES\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar,$

$g_{P_{k_{c_i}}} = frecuencia\ segunda\ opción\ de\ los\ CONCEPCIONES\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar,$

$h_{P_{k_{c_i}}} = frecuencia\ tercera\ opción\ de\ los\ CONCEPCIONES\ en\ la\ k-ésima\ perspectiva\ en\ el\ i-ésimo\ campo\ disciplinar.$

Además, se considera $x_1, x_2\ y\ x_3$ como el porcentaje obtenido de las principales opciones elegidas por los encuestados, entonces:

$$\boldsymbol{x_1 = \frac{f_{P_{k_{c_i}}} \cdot 100}{n_{c_i}}},$$

$$\boldsymbol{x_2 = \frac{g_{P_{k_{c_i}}} \cdot 100}{n_{c_i}}},$$

$$\boldsymbol{x_3 = \frac{h_{P_{k_{c_i}}} \cdot 100}{n_{c_i}}}.$$

Por lo tanto,

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3},$$

donde X_T es el porcentaje total obtenido en cada perspectiva en cuanto a las "CONCEPCIONES" en un determinado campo disciplinar.

Por último, se representan los resultados obtenidos a través de un gráfico de barras, notando la diferencia entre $x_1,\ x_2,\ x_3$.

4.5.3 Confiabilidad y validez

En cuanto a la confiabilidad y validez del instrumento y, como se menciona en el apartado 4.3, se valida el instrumento a través del coeficiente de Kuder-Richarson (Kr20), para las preguntas dicotómicas, alfa de Cronbach para las preguntas en escala Likert y el análisis factorial para las preguntas de respuesta múltiple. Se obtienen los resultados que se presentan en las tablas siguientes.

Preguntas dicotómicas	Kr20
Perspectiva Realista	0,699
Perspectiva Contextual	0,599
Perspectiva Sociocrítica	0,521
Perspectiva Educacional (aprendizaje)	0,888
Perspectiva Educacional (competencia)	0,626
Perspectiva Epistemológica	0,571
Perspectiva Cognitiva	0,469
Perspectiva Socioepistemológica	0,519
Ítem completo	0,808

Tabla 4.10: Kr20 para preguntas de respuesta dicotómicas

En cuanto a las preguntas dicotómicas, se observa que el Kr20 es bajo en algunos ítems, esto debido a que el tamaño de la muestra es pequeño. Pese a lo anterior, según Merino y Charter (2010) entre más alto sea el Kr20 más confiable son los ítemes. Así, se visualiza que el ítem completo de preguntas dicotómicas tiene un Kr20 de 0.808 por lo que se dice que es confiable.

Escala Likert	Alfa de Cronbach
Perspectiva Realista	0,700
Perspectiva Contextual	0,833
Perspectiva Sociocrítica	0,766
Perspectiva Educacional (aprendizaje)	0,740
Perspectiva Educacional (competencia)	0,939
Perspectiva Epistemológica	0,850
Perspectiva Cognitiva	0,890
Perspectiva Socioepistemológica	0,766
Ítem completo	0,879

Tabla 4.11: Alfa de Cronbach para preguntas en escala likert.

Por lo que se observa que el alfa de Cronbach es mayor a 0,6 en todos, por lo tanto, se dice que en el caso de las preguntas en escala Likert es excelente la confiabilidad (George &

Mallery, 2003). Además, se ilustra que el ítem completo tiene un alfa de Cronbach mayor a 0.8 por lo que se dice que dicho ítem es confiable.

Respuesta múltiple	Varianza explicada
Objetivos	97,220%
Tipos de problemas	64,059%
Concepciones	99,511%

Tabla 4.12: Análisis factorial en preguntas de respuesta múltiple.

Debido que la varianza explicada es mayor a 60% se dice que el instrumento es confiable (George & Mallery, 2003).

En consideración con los resultados obtenidos bajo la aplicación del Kr20, alfa de Cronbach y análisis factorial, se dice que el instrumento es confiable.

En cuanto a la validez del cuestionario, éste es validado a través de juicios de expertos (participantes del seminario) y por un asesor metodológico (sociólogo).

4.6 Criterios de rigor éticos y científicos

En cuanto a los criterios de rigor éticos, como se menciona anteriormente en el apartado 4.4, se entrega a cada participante del cuestionario un consentimiento informado (ver anexo 1) el cual es validado por el comité de ética de la Universidad de Santiago de Chile. El consentimiento informado se considera como una herramienta de mediación entre los intereses de investigadores e individuos incluidos en la investigación. Además, es una forma de aplicar principios éticos (Cañete, Guilhem & Brito, 2012).

En cuanto a los criterios de rigor científicos, Noreña-Peña, Moreno, Rojas y Rebolledo-Malpica (2012) explican la importancia que posee el juicio humano en la investigación debido a la perspectiva crítica que posee. Por su parte, Carmona (2003) menciona que

> *"mientras no se demuestre lo contrario, la medida directa es la que garantiza valores más precisos de las dimensiones consideradas. El instrumento ni la técnica empleada requieren una validación especial de resultados, es aconsejable asegurar la bondad del procedimiento de medida, incluida la instrumentación, mediante una Prueba Piloto"* (pp. 55).

Es por esto, que se realiza una prueba piloto del cuestionario a un grupo de expertos en el tema a investigar, siendo los mismos participantes del seminario de expertos que se imparte en una primera instancia.

En el pilotaje de la encuesta, se establece una sección para que los participantes puedan expresar comentarios respecto al instrumento, considerando el tiempo de realización, mejoras en la redacción o cambios en algunas interrogantes.

Posteriormente, se realiza una reunión con los expertos para evaluar el cuestionario y mencionan que la encuesta cuenta con los estándares mínimos de calidad exigidos. Por lo tanto, el instrumento fue validado a través de juicio de expertos en una prueba piloto.

Capítulo 5: Análisis

En este capítulo se representan los análisis de los datos obtenidos de la aplicación del cuestionario. En una primera instancia se estudian los datos de manera general, sin diferenciar a los docentes de la PEMC-USACH según sus áreas del conocimiento, con el objetivo de tener una mirada global sobre el estatus epistemológico que poseen los educadores.

Por otro lado, se distinguen a los académicos según el campo disciplinar al que pertenecen (matemática, estadística, educación, matemática educativa), con el propósito de tener una mirada particular sobre el estatus epistemológico que posee las diversas áreas del conocimiento.

5.1 Análisis general

A continuación, se muestra el análisis de las preguntas demográficas con el propósito de caracterizar e identificar a los participantes de la encuesta, se diferencian según su género, grado académico, si cuenta con estudios en el extranjero, campo disciplinar al que pertenece, tiempo de experiencia laboral en docencia, asignatura que imparte, en qué semestre imparte la materia y cuánto tiempo lleva impartiendo el curso.

Género			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
Femenino	5	31,3	31,3
Masculino	11	68,8	100,0
Total	16	100,0	

Tabla 5.1: Género

Se observa que un 68,8% de los participantes de la encuesta son de género masculino, es decir, la mayor cantidad de colaboradores son hombres y en total participaron 16 encuestados.

Grado académico			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
Magíster	8	50	50
Doctor	8	50	100,0
Total	16	100,0	

Tabla 5.2: Grado académico

De los participantes de la encuesta no hubo bachiller ni licenciados, solamente magíster y doctor en el mismo porcentaje.

Cuenta con estudios en el extranjero			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
No	6	37,5	37,5
Sí	10	62,5	100,0
Total	16	100,0	

Tabla 5.3: Cuenta con estudios en el extranjero

Se vislumbra que el 62,5% de los encuestados cuenta con estudios en el extranjero, siendo minoritario el grupo que no ha estudiado en otro país.

Campo disciplinar			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
Matemática	5	31,2	31,2
Estadística	3	18,8	50
Educación	4	25	75
Matemática Educativa	4	25	100
Total	16	100,0	

Tabla 5.4: Campo disciplinar

De los encuestados, la mayor parte pertenece al campo disciplinar de la matemática, la menor parte al campo de la estadística. Mientras que la misma cantidad de participantes está en el campo de la educación y matemática educativa.

Cuenta con estudios de docencia-pedagogía			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
No	3	38,8	38,8
Sí	13	81,3	100,0
Total	16	100,0	

Tabla 5.5: Cuenta con estudios de docencia-pedagogía

El mayor porcentaje de los encuestados si cuenta con estudios de docencia-pedagogía, siendo minoritario el grupo que no tiene dichos estudios.

Tiempo de experiencia laboral en docencia			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
Menos de 10 años	7	43,8	43,8
Entre 10 y 20 años	1	6,3	50,0
Más de 20 años	8	50,0	100,0
Total	16	100,0	

Tabla 5.6: Tiempo de experiencia laboral en docencia

De acuerdo a la tabla 5.6, los docentes llevan menos de 10 años trabajando en docencia o más de 20 años, solo el 6,3% posee entre 10 y 20 años de experiencia laboral en docencia.

Asignatura que imparte			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
Fundamentos de la Matemática II	2	12,6	12,6
Estadística	1	6,3	18,9
Álgebra Lineal	1	6,3	25,2
Psicometría	1	6,3	31,5
Historia de la epistemología de la matemática	1	6,3	37,8
Geometría I	1	6,3	44,1
Probabilidad y Estadística	1	6,3	50,4
Sociología y antropología de la educación	1	6,3	56,7
Fundamentos de la matemática I	2	12,6	69,3
Metodología en educación matemática	1	6,3	75,6

Álgebra y álgebra lineal	1	6,3	81,9
Cálculo II	1	6,3	88,2
Didáctica del álgebra y cálculo	1	6,3	94,5
Fundamentos de la educación matemática	1	6,3	100
Total	16	100,0	

Tabla 5.7: Asignatura que imparte

De los encuestados, el mayor porcentaje se encuentra impartiendo las asignaturas de Fundamentos de la Matemática I y II. Mientras que el resto de las asignaturas se vislumbran de manera uniforme.

En qué semestre imparte la asignatura mencionada			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
2	1	6,3	6,3
3	3	18,8	25,0
4	1	6,3	31,3
5	4	25,0	56,3
6	1	6,3	62,5
7	5	31,3	93,8
8	1	6,3	100
Total	16	100,0	

Tabla 5.8: Semestre que imparte la asignatura

A partir de la tabla 5.8, se observa que la mayor cantidad de los participantes imparte asignaturas que se encuentran en el séptimo, quinto y tercer semestre.

Tiempo que lleva impartiendo dicha asignatura			
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje Acumulado**
Menos de 5 años	11	68,8	68,8
Entre 5 y 10 años	4	25,0	93,8
Más de 15 años	1	6,3	100,0
Total	16	100,0	

Tabla 5.9: Tiempo que lleva impartiendo dicha asignatura

La mayor cantidad de participantes lleva menos de 5 años impartiendo la asignatura, mientras que solo el 6,3% de ellos tiene más de 15 años enseñando el curso.

5.1.1 Análisis preguntas de respuesta dicotómica

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario, en lo que concierne a las respuestas de preguntas dicotómicas. En primer lugar, se presentan las tablas de frecuencias asociadas a cada perspectiva, luego la aplicación de la fórmula que se detalla en el apartado 4.5.1 y, por último, el gráfico de barras que indica la frecuencia porcentual perteneciente a cada perspectiva de modelación.

Perspectiva Realista		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 4	10	6
Proposición 8	16	0
Proposición 9	8	8

Tabla 5.10: Tabla de frecuencias perspectiva realista preguntas dicotómicas

Perspectiva Contextual		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 3	10	6
Proposición 14	4	12
Proposición 18	10	6
Proposición 22	12	4

Tabla 5.11: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas

Perspectiva Sociocrítica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 10	8	8
Proposición 12	5	11
Proposición 19	8	8
Proposición 24	7	9

Tabla 5.12: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica preguntas dicotómicas

Perspectiva Educacional (aprendizaje)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 1	11	5
Proposición 6	10	6

Tabla 5.13: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje) preguntas dicotómicas

Perspectiva Educacional (competencia)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 5	6	10
Proposición 11	14	2

Tabla 5.14: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia) preguntas dicotómicas

Perspectiva Epistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 2	8	8
Proposición 15	6	10
Proposición 17	11	5

Tabla 5.15: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica preguntas dicotómicas

Perspectiva Cognitiva		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 13	14	2
Proposición 16	10	6
Proposición 23	13	3

Tabla 5.16: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva preguntas dicotómicas

Perspectiva Socioepistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 7	11	5
Proposición 20	11	5
Proposición 21	12	4

Tabla 5.17: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica preguntas dicotómicas

Para obtener la frecuencia porcentual de cada perspectiva de modelación, se aplica la fórmula (ver sección 4.5.1):

$$\boldsymbol{x = \frac{R_+ \cdot 100}{P_k \cdot n}},$$

los resultados se ilustran en el siguiente gráfico.

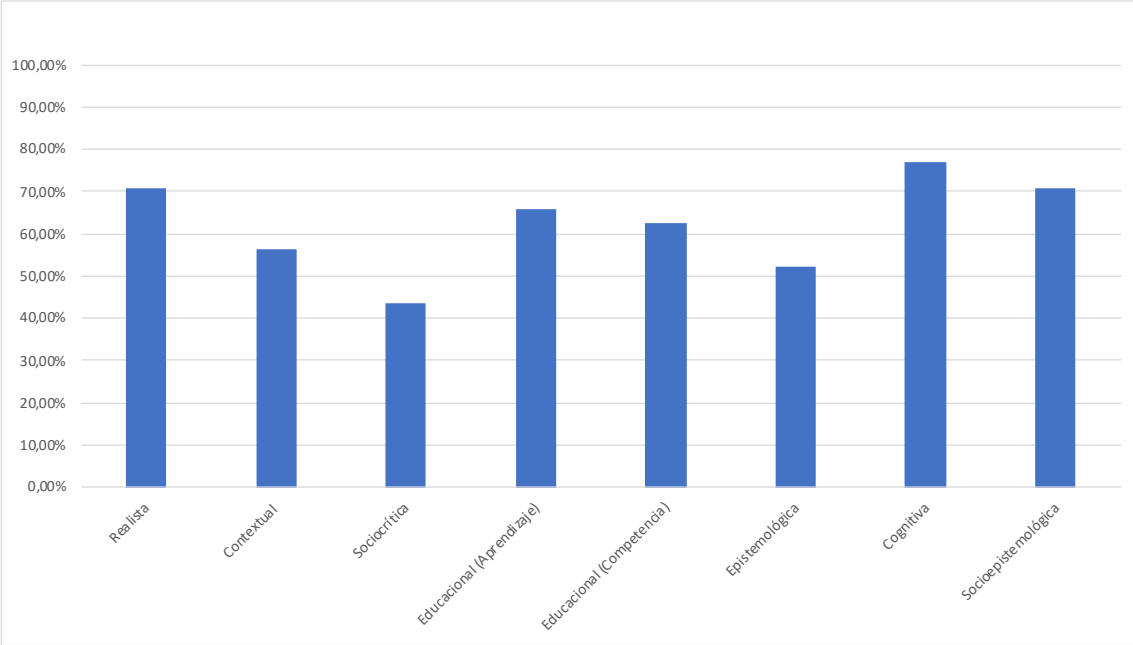

Imagen 5.1: Resultados análisis general de preguntas de respuesta dicotómica

Como se observa a partir de la imagen 5.1, las perspectivas que lideran bajo este tipo de preguntas son la perspectiva cognitiva con aproximadamente un 75% de preferencia y luego, las perspectivas realista y socioepistemológica, ambas con aproximadamente un 70% de frecuencia porcentual.

Por otra parte, la perspectiva sociocrítica posee menor frecuencia porcentual, junto con la perspectiva epistemológica y contextual.

5.1.2 Análisis de preguntas de respuesta múltiple

En este tipo de pregunta se presenta a los encuestados una serie de afirmaciones para cada interrogante (ver anexo 2), relacionadas con las diferentes perspectivas de modelación, en donde deben jerarquizar sus opciones.

Se realizan tres preguntas, las cuales están vinculadas a los objetivos de modelación en la asignatura que imparte el docente, a los tipos de problemas que abordan en el proceso de modelación y a las concepciones que poseen concernientes a la modelación en educación matemática.

A partir de esto, se construyen tablas de frecuencias y se determina la frecuencia porcentual por cada perspectiva de modelación. Esto es representado a través de un gráfico de barras.

En primer lugar, se analiza la pregunta relacionada a los “OBJETIVOS”, posteriormente se estudia la interrogante asociada a “TIPOS DE PROBLEMAS” y finalmente a las “CONCEPCIONES”. Los resultados se entregan en las siguientes tablas de frecuencias y gráficos.

Perspectiva	Frecuencia	Porcentaje
Realista	2	12,5
Sociocrítica	2	12,5
Educacional (aprendizaje)	4	25,0
Educacional (competencia)	3	18,8
Cognitiva	1	6,3
Socioepistemológica	3	18.8

Tabla 5.18: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple

Perspectiva	Frecuencia	Porcentaje
Realista	2	12,5
Contextual	2	12,5
Sociocrítica	1	6,3
Educacional (aprendizaje)	2	12,5
Educacional (competencia)	2	12,5
Epistemológica	3	18,8
Socioepistemológica	1	6,3

Tabla 5.19: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple

Perspectiva	Frecuencia	Porcentaje
Realista	6	37,5
Contextual	2	12,5
Educacional (competencia)	1	6,3
Epistemológica	1	6,3
Socioepistemológica	1	6,3

Tabla 5.20: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple

En consideración a las tablas de frecuencia anteriores, se construye el gráfico de barras asociado a la jerarquización de las respuestas, haciendo distinción entre la primera, segunda y tercera opción. Para obtener el porcentaje final, se utiliza la siguiente fórmula (ver sección 4.5.1):

$$X_T = x_1 + x_2 + x_3$$

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico, donde se considera “Objetivo 1”, en azul, como la primera opción del encuestado, “Objetivo 2”, en naranjo, como la segunda preferencia y “Objetivo 3”, en gris, como la tercera tendencia en la jerarquización.

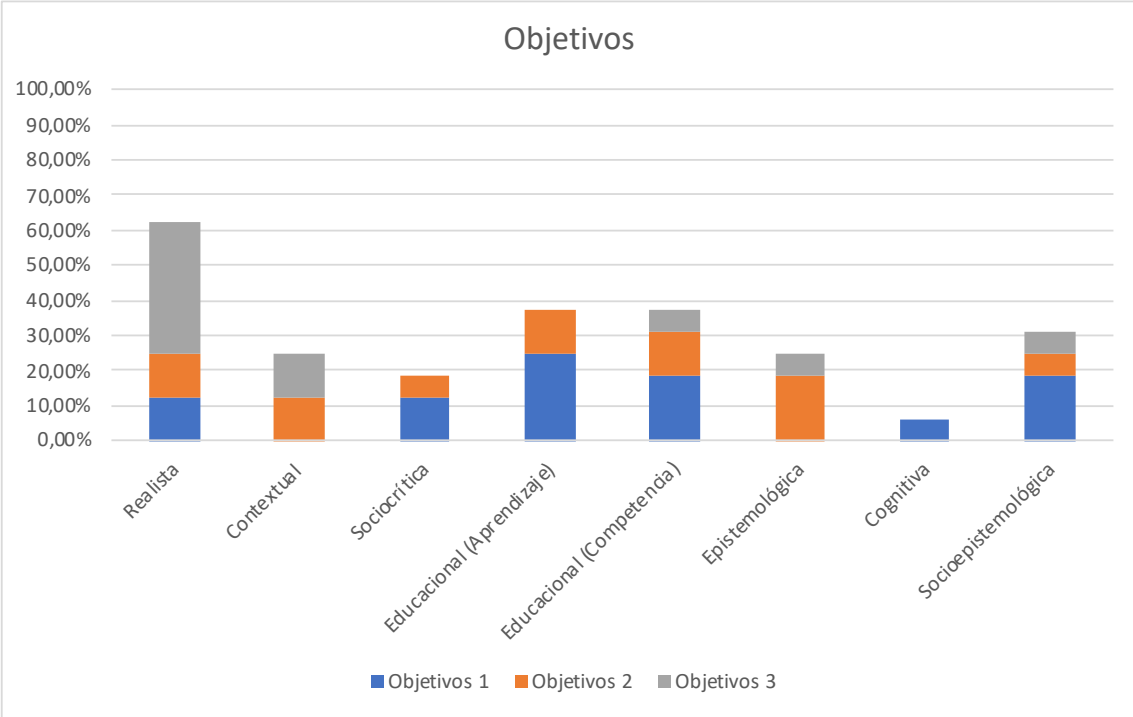

Imagen 5.2: Resultados análisis general preguntas de respuesta múltiple (objetivos)

Se observa que en la perspectiva realista aproximadamente e 10% de los encuestados mencionan que el objetivo de la modelación en su asignatura es de carácter realista como primera opción, mientras que alrededor del 10% marca la misma perspectiva como segunda opción y aproximadamente un 40% expone la opción realista como tercera preferencia, lo cual suma más del 60% de aprobación para dicha perspectiva. El mismo análisis se repite para las preguntas de respuesta múltiple en el apartado 5.1.2, 5.2.1.2, 5.2.2.2, 5.2.3.2 y 5.2.4.2.

Así, se visualiza que la perspectiva realista tiene mayor preferencia en cuanto a los objetivos de la modelación en sus asignaturas con más del 60% de frecuencia porcentual. Luego se encuentran las perspectivas educacionales, tanto para el aprendizaje de la matemática como para el desarrollo de la competencia de modelar con aproximadamente un 40% de frecuencia.

En este caso, es la perspectiva cognitiva la que menos predomina con menos del 10% de preferencia, junto a la perspectiva sociocrítica con menos del 20%, además de las perspectivas contextual y epistemológica con un 25% aproximadamente.

A continuación se presenta las respuestas obtenidas en base a la pregunta relacionada con los “TIPOS DE PROBLEMA”.

Perspectiva	Frecuencia	Porcentaje
Realista	2	12,5
Contextual	2	12,5
Sociocrítica	1	6,3
Educacional (aprendizaje)	5	31,3
Epistemológica	1	6,3
Cognitiva	3	18,8
Socioepistemológica	1	6,3

Tabla 5.21: Tabla de frecuencias primera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple

Perspectiva	Frecuencia	Porcentaje
Realista	2	12,5
Sociocrítica	1	6,3
Educacional (aprendizaje)	2	12,5
Educacional (competencia)	2	12,5
Cognitiva	4	25,0
Socioepistemológica	2	12,5

Tabla 5.22: Tabla de frecuencias segunda opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple

Perspectiva	Frecuencia	Porcentaje
Realista	1	6,3
Contextual	1	6,3
Sociocrítica	1	6,3
Educacional (aprendizaje)	2	12,5
Educacional (competencia)	1	6,3
Epistemológica	3	18,8
Cognitiva	2	12,5
Socioepistemológica	1	6,3

Tabla 5.23: Tabla de frecuencias tercera opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple

De manera análoga al análisis anterior, se presentan los resultados obtenidos en un gráfico de barras, marcando la diferencia entre la primera, segunda y tercera opción relacionadas a los "TIPOS DE PROBLEMA". Posteriormente, utilizando la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.1), se suman los porcentajes obtenidos en cada opción para obtener el porcentaje total por perspectiva. Los resultados se vislumbran en el gráfico siguiente:

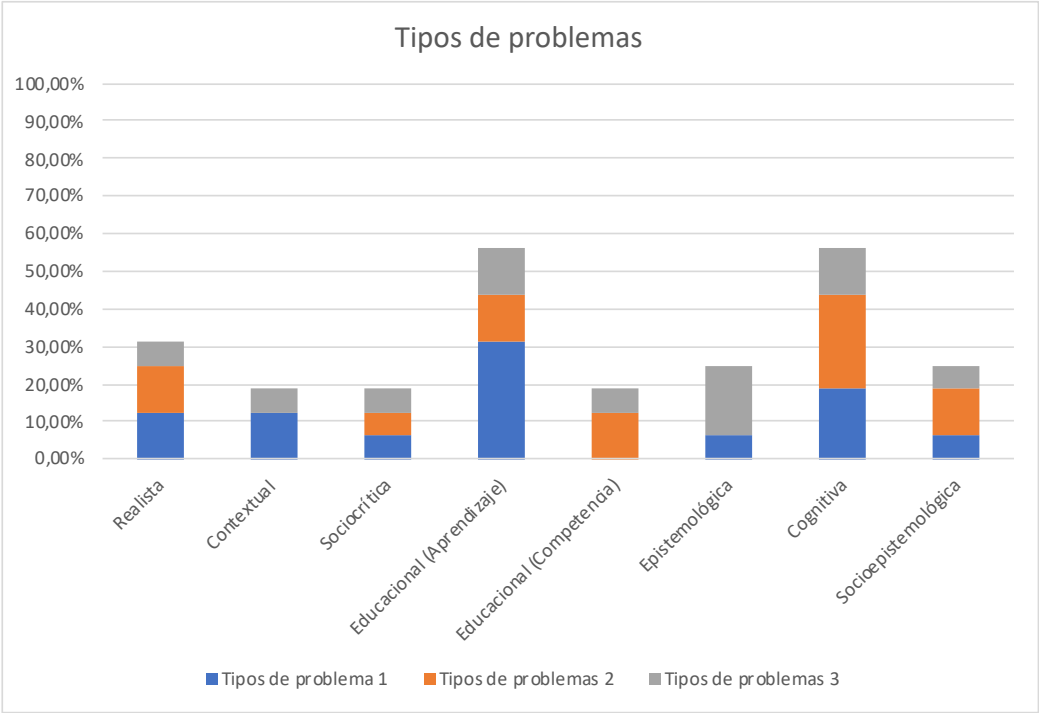

Imagen 5.3: Resultados análisis general preguntas de respuesta múltiple (tipos de problemas)

En la imagen 5.3, “Tipos de problema 1”, en azul, indica la primera preferencia del encuestado, “Tipos de problema 2”, en naranjo, hace referencia a la segunda opción y “Tipos de problemas 3”, en gris, a la tercera tendencia.

Es posible notar la diferencia entre la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) y la perspectiva cognitiva, siendo éstas las que predominan en cuando a los tipos de problemas que abordan los docentes para la modelación, ambas con aproximadamente el 60% de frecuencia porcentual.

Sin embargo, son las perspectivas contextual, sociocrítica y educacional (para el desarrollo de la competencia) quienes poseen una menor tendencia con aproximadamente un 20% de preferencia.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en base a la pregunta relacionada con las “CONCEPCIONES”, para esto, se elaboran tablas de frecuencias para cada opción y posteriormente se construye el gráfico de barras relacionado a este tipo de pregunta y su respectiva jerarquización. Los resultados se ilustran a continuación.

Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	6,3
Contextual	1	6,3
Sociocrítica	4	25,0
Educacional (aprendizaje)	2	12,5
Epistemológica	4	25,0
Socioepistemológica	3	18,8

Tabla 5.24: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple

Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	2	12,5
Contextual	1	6,3
Educacional (aprendizaje)	4	25,0
Educacional (competencia)	3	18,8
Epistemológica	2	12,5
Socioepistemológica	1	6,3

Tabla 5.25: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple

Perspectiva	Frecuencia	Porcentaje
Realista	4	25,0
Contextual	1	6,3
Sociocrítica	2	12,5
Educacional (aprendizaje)	1	6,3
Educacional (competencia)	3	18,8
Socioepistemológica	1	6,3

Tabla 5.26: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple

Siguiendo el mismo lineamiento anteriormente señalado, se grafican los resultados diferenciando la primera, segunda y tercera opción. Luego, al utilizar la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.1), se obtiene el porcentaje total asociado a cada perspectiva de modelación. Los resultados se ilustran en la siguiente imagen.

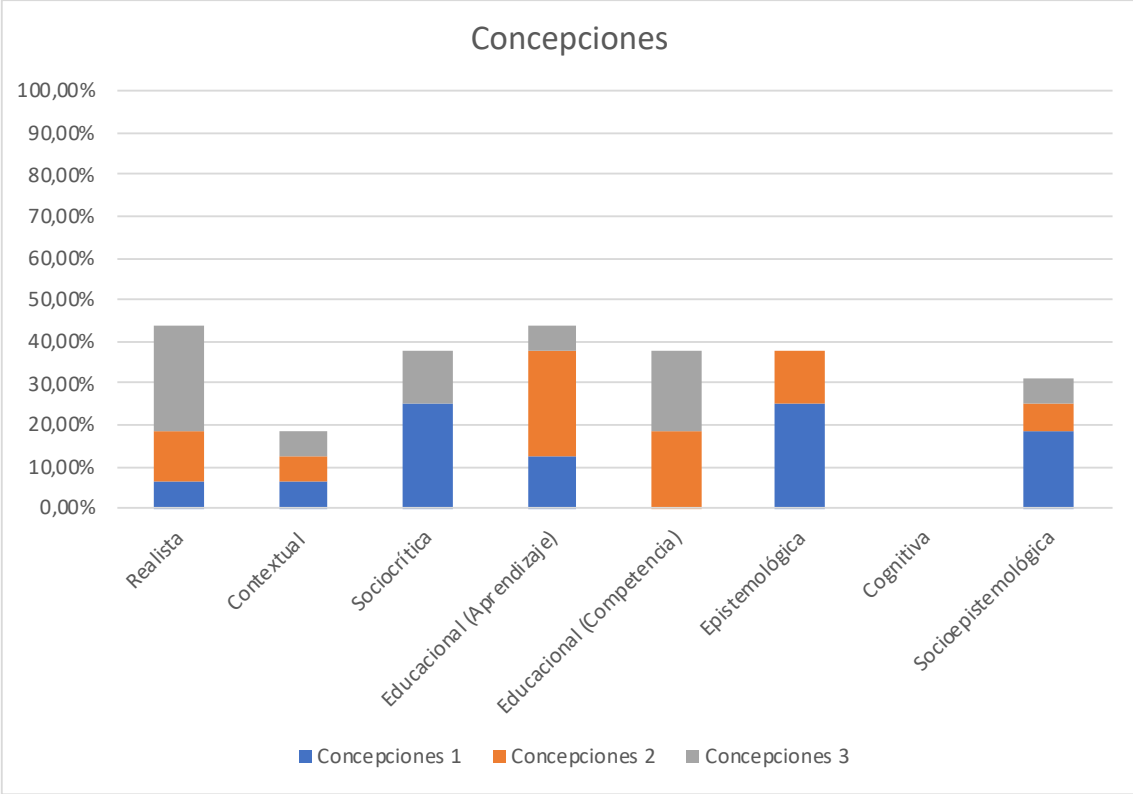

Imagen 5.4: Resultados análisis general preguntas de respuesta múltiple (concepciones)

De manera similar a las preguntas anteriores “Concepciones 1”, en azul, indica la primera preferencia del encuestado, “Concepciones 2”, en naranjo, muestra la segunda tendencia y “Concepciones 3”, en gris, la tercera opción del participante.

Dado lo anterior, se aprecia en la imagen 5.4 la escasa diferencia entre las perspectivas en cuanto a las concepciones que poseen los docentes sobre la modelación en educación matemática. Pese a esto, predomina la perspectiva realista y la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática), con aproximadamente el 45% de frecuencia.

También se ilustra que la perspectiva con menor preferencia es la cognitiva con 0% de preferencia y la perspectiva contextual con alrededor del 20% de frecuencia porcentual.

5.1.3 Análisis preguntas en escala Likert

Para las preguntas en escala Likert, se considera una escala del uno al cinco, donde 1 es “Nunca”, 2 es “Pocas veces”, 3 es “A veces”, 4 es “Muchas veces” y 5 es “Siempre”.

Para representar los resultados obtenidos se construyen tablas de frecuencias, éstos se ponderan de acuerdo con la respuesta obtenida y se determina la frecuencia porcentual por cada perspectiva de modelación, utilizando el procedimiento señalado en la sección 4.5.1. Posteriormente se trabaja con el gráfico de barras asociado a los resultados obtenidos.

Perspectiva realista					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 6	6	8	2	0	0
Proposición 12	7	0	2	6	1
Proposición 24	2	4	5	2	3
Proposición 25	1	4	3	4	4

Tabla 5.27: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert

Perspectiva contextual					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 3	1	8	4	2	1
Proposición 5	1	4	6	2	3
Proposición 13	0	1	5	2	8
Proposición 27	1	3	6	3	3

Tabla 5.28: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert

Perspectiva sociocrítica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 4	4	2	3	4	3
Proposición 7	0	5	1	5	5
Proposición 10	2	6	5	3	0

Tabla 5.29: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert

Perspectiva educacional (aprendizaje)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 2	2	7	5	2	0
Proposición 14	4	7	1	2	2
Proposición 16	1	2	5	5	3
Proposición 17	3	3	9	1	0

Tabla 5.30: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert

Perspectiva educacional (competencia)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 9	1	7	2	5	1
Proposición 23	2	4	5	3	2

Tabla 5.31: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert

Perspectiva epistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 1	2	5	8	0	1
Proposición 8	3	5	5	2	1
Proposición 19	5	2	5	1	3
Proposición 22	5	3	6	0	2

Tabla 5.32: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert

Perspectiva cognitiva					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 11	2	1	8	2	3
Proposición 20	2	4	4	3	3
Proposición 26	4	1	4	4	3

Tabla 5.33: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert

Perspectiva socioepistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 15	2	2	6	4	2
Proposición 18	3	3	4	3	3
Proposición 21	2	2	7	4	1
Proposición 28	2	7	5	1	1

Tabla 5.34: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert

Los resultados obtenidos se ponderan, como se menciona en la sección 4.5.1, y luego se aplica la fórmula

$$\boldsymbol{x = \frac{R_+ \cdot 20}{P_k \cdot n}},$$

para obtener los porcentajes totales por perspectiva, los cuales se presentan a continuación en el siguiente gráfico de barras.

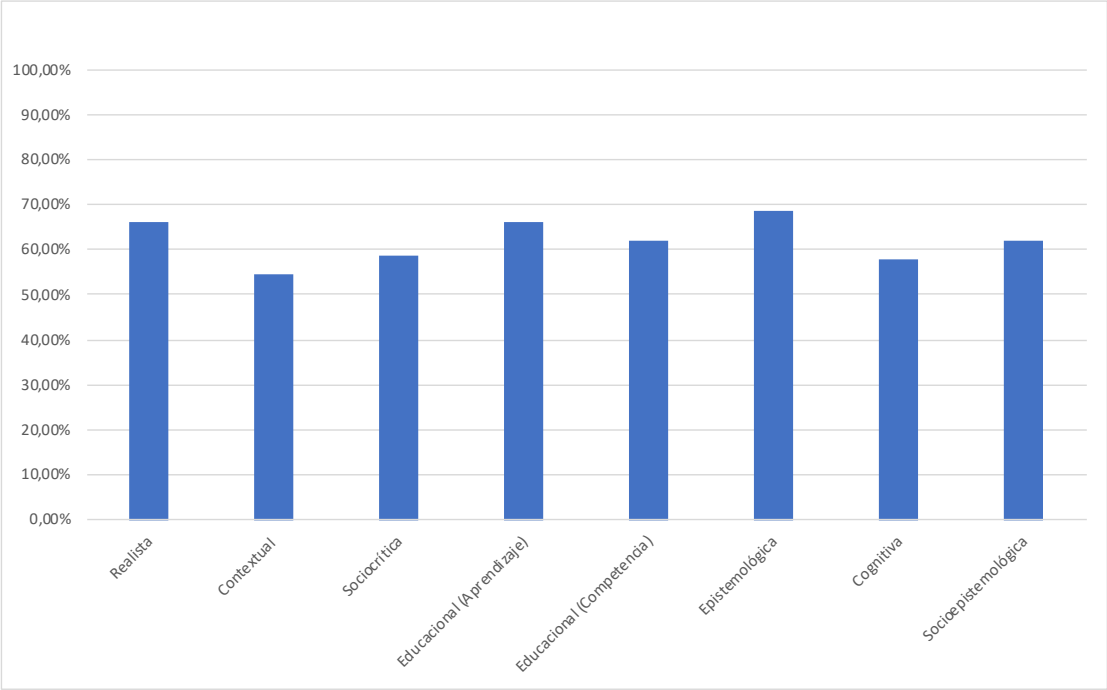

Imagen 5.5: Resultados análisis general de preguntas en escala Likert

Como se observa en la imagen 5.5, predomina la perspectiva epistemológica con aproximadamente un 70% de frecuencia, la perspectiva realista y educacional (para el aprendizaje) ambas con aproximadamente el 65% de frecuencia porcentual.

Mientras que la perspectiva contextual, cognitiva y sociocrítica poseen una menor tendencia bajo este tipo de preguntas.

De acuerdo con el análisis realizado sobre la tendencia en cuanto a las perspectivas de modelación de los académicos de la PEMC-USACH, se concluye que:

Tipo de pregunta	Perspectiva predominante	Perspectiva carente
Dicotómica	Cognitiva Realista Socioepistemológica	Sociocrítica Epistemológica Contextual
Respuesta Múltiple	Educacional (aprendizaje) Realista	Contextual Sociocrítica
Escala Likert	Epistemológica Realista Educacional (aprendizaje)	Contextual Cognitiva Sociocrítica

Tabla 5.35: Síntesis análisis de manera general

5.2 Análisis por campo disciplinar

En este apartado, se analiza la encuesta aplicada a los docentes pertenecientes a la PEMC-USACH a partir del campo disciplinar al que pertenece, esto es, campo de la matemática, campo de la estadística, campo de la educación y campo de la matemática educativa.

Para ello, se analizan las preguntas de caracterización de los académicos diferenciándolos de acuerdo al campo disciplinar al que pertenece, por esto, se vislumbra en tablas cruzadas el género, grado académico, si cuenta con estudios en el extranjero, si cuenta con estudios de docencia-pedagogía, tiempo de experiencia laboral en docencia, en qué semestre imparte la asignatura y cuanto tiempo lleva impartiendo el curso.

Género				
	Matemática	**Estadística**	**Educación**	**Matemática Educativa**
Femenino	40%	66,7%	0%	25%
Masculino	60%	33,3%	100%	75%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5.36: Tabla cruzada género por campo disciplinar

A partir de la tabla, se ilustra que en la mayoría de los campos disciplinares predominan los académicos de género masculino. En particular, en el campo de la educación no participaron de la encuesta docentes de genero femenino.

Grado académico				
	Matemática	**Estadística**	**Educación**	**Matemática Educativa**
Magíster	40%	33,3%	100%	25%
Doctor	60%	66,7%	0%	75%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5.37: Tabla cruzada grado académico por campo disciplinar

La tabla 5.37 muestra que predominan los académicos con grado de doctor en la mayor parte de los campos disciplinares, excepto en el campo de la educación, en donde el 100% de ellos posee grado de magíster.

Cuenta con estudios en el extranjero				
	Matemática	**Estadística**	**Educación**	**Matemática Educativa**
Sí	60%	66,7%	75%	50%
No	40%	33,3%	25%	50%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5.38: Tabla cruzada estudios en el extranjero por campo disciplinar

Como ilustra la tabla, en todos los campos disciplinares predomina los docentes que si poseen estudios en el extranjero, excepto en matemática educativa donde la mitad si cuenta con estudios en el extranjero y la otra mitad no.

Cuenta con estudios de docencia-pedagogía				
	Matemática	**Estadística**	**Educación**	**Matemática Educativa**
Sí	60%	66,7%	100%	100%
No	40%	33,3%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5.39: Tabla cruzada estudios de docencia-pedagogía por campo disciplinar

De acuerdo con la tabla 5.39, en todos los campos disciplinares predominan los académicos que si cuentan con estudios de docencia-pedagogía, en particular, en el campo de la educación y en el campo de la matemática educativa la totalidad de los participantes tienen estudios de docencia.

Tiempo de experiencia laboral en docencia				
	Matemática	**Estadística**	**Educación**	**Matemática Educativa**
Menos de 10 años	40%	33,3%	25%	75%
Entre 10 y 20 años	0%	0%	25%	0%
Más de 20 años	60%	66,7%	50%	25%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5.40: Tabla cruzada tiempo de experiencia laboral por campo disciplinar

Como se observa en la tabla 5.40, predomina en el campo de la matemática, estadística y educación los académicos con más de 20 años de experiencia, sin embargo, en el campo de la matemática educativa destaca los docentes con menos de 10 años de experiencia, lo cual se debe a la juventud de dicho campo.

Semestre que imparte la asignatura				
	Matemática	**Estadística**	**Educación**	**Matemática Educativa**
2	0%	0%	25%	0%
3	20%	0%	25%	25%
4	0%	33,3%	0%	0%
5	0%	33,3%	0%	75%
6	20%	0%	0%	0%
7	60%	0%	50%	0%
8	0%	33,3%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5.41: Tabla cruzada semestre que imparte la asignatura por campo disciplinar

Como se vislumbra en la tabla 5.41, existe una variedad de académicos en los diversos semestres, exceptuando en matemática educativa que predomina el quinto semestre.

Tiempo imparte la asignatura				
	Matemática	**Estadística**	**Educación**	**Matemática Educativa**
Menos de 5 años	80%	66,7%	75%	50%
Entre 5 y 10 años	20%	33,3%	0%	50%
Más de 15 años	60%	66,7%	25%	0%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5.42: Tabla cruzada tiempo que imparte la asignatura por campo disciplinar

La mayor cantidad de académicos imparte la asignatura hace menos de 5 años, puesto que la carrera PEMC-USACH con la nueva malla curricular tiene vigencia desde el año 2012.

5.2.1 Campo de la matemática

En esta sección, se analiza a los participantes de la encuesta perteneciente al campo de la matemática, entre ellos se encuentran académicos que imparten asignaturas como Fundamentos I, Fundamentos II y Álgebra Lineal.

5.2.1.1 Análisis de preguntas de respuesta dicotómica

Para analizar las preguntas de respuesta dicotómica, se construyen tablas de frecuencias por perspectivas con el propósito de obtener los porcentajes asociados a cada una de las perspectivas de modelación y, junto con ello, representar los datos en un gráfico de barras.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva Realista		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 4	2	3
Proposición 8	5	0
Proposición 9	0	5

Tabla 5.43: Tabla de frecuencias perspectiva realista, preguntas dicotómicas, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva Contextual		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 3	4	1
Proposición 14	0	5
Proposición 18	2	3
Proposición 22	3	2

Tabla 5.44: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva Sociocrítica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 10	1	4
Proposición 12	1	4
Proposición 19	2	3
Proposición 24	2	3

Tabla 5.45: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva Educacional (aprendizaje)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 1	2	3
Proposición 6	4	1

Tabla 5.46: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), preguntas dicotómicas, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva Educacional (competencia)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 5	2	3
Proposición 11	3	2

Tabla 5.47: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), preguntas dicotómicas, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva Epistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 2	2	3
Proposición 15	4	1
Proposición 17	5	0

Tabla 5.48: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva Cognitiva		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 13	5	0
Proposición 16	3	2
Proposición 23	4	1

Tabla 5.49: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, preguntas dicotómicas, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva Socioepistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 7	3	2
Proposición 20	2	3
Proposición 21	2	3

Tabla 5.50: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática

Para obtener la frecuencia porcentual de cada perspectiva de modelación, en el campo de la matemática, se aplica la fórmula (ver sección 4.5.2):

$$x = \frac{R_{c_k} \cdot 100}{P_k \cdot n_{c_k}},$$

los resultados se ilustran en el siguiente gráfico.

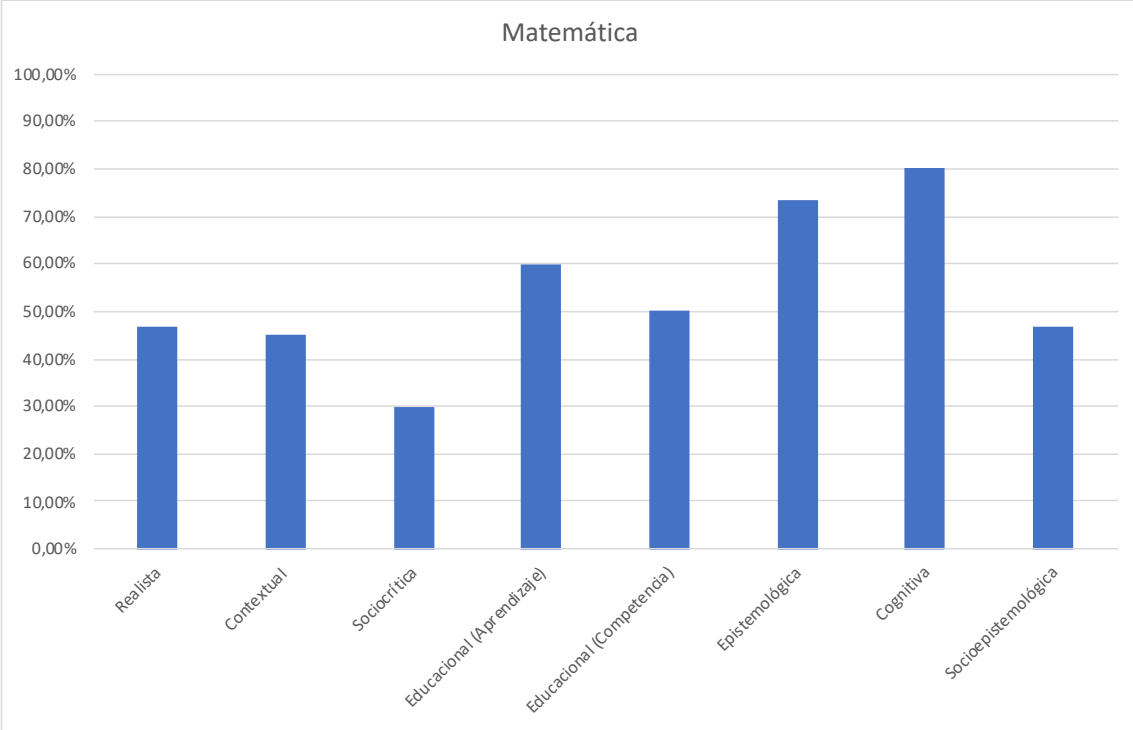

Imagen 5.6: Resultados análisis de preguntas de respuesta dicotómica, campo de la matemática.

A partir de la imagen 5.6, se observa que la perspectiva cognitiva es quien predomina con un 80% de frecuencia. En segundo lugar, la perspectiva epistemológica con alrededor de un 75% de frecuencia porcentual.

La perspectiva con menor tendencia es la sociocrítica con un 30% de preferencia.

5.2.1.2 Análisis de preguntas de respuesta múltiple

La manera de interpretar los gráficos pertenecientes a la sección 5.2.1.2, 5.2.2.2, 5.2.3.2 y 5.2.4.2 es análoga a la sección 5.1.2.

Para el análisis de este tipo de preguntas, se realizan tablas de frecuencias de acuerdo al campo disciplinar y cada una de las perspectivas de modelación. El proceso se repite con cada interrogante, esto es, objetivos de la modelación en la asignatura que imparte el docente, los tipos de problemas que se escogen para la modelación y las concepciones que tienen los participantes en cuanto a la modelación en educación matemática. Se elaboran gráficos a partir de la información obtenida en las tablas.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Educacional (aprendizaje)	3	60
Educacional (competencia)	1	20

Tabla 5.51: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Epistemológica	2	40
Socioepistemológica	1	20

Tabla 5.52: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	2	40
Contextual	1	20

Tabla 5.53: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática

Luego, se construye el gráfico de barras asociado a la jerarquización de las respuestas, haciendo distinción entre la primera, segunda y tercera opción. Para obtener el porcentaje final, se utiliza la siguiente fórmula (ver sección 4.5.2):

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$$

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico, donde se considera el mismo análisis que en la sección 5.1.2.

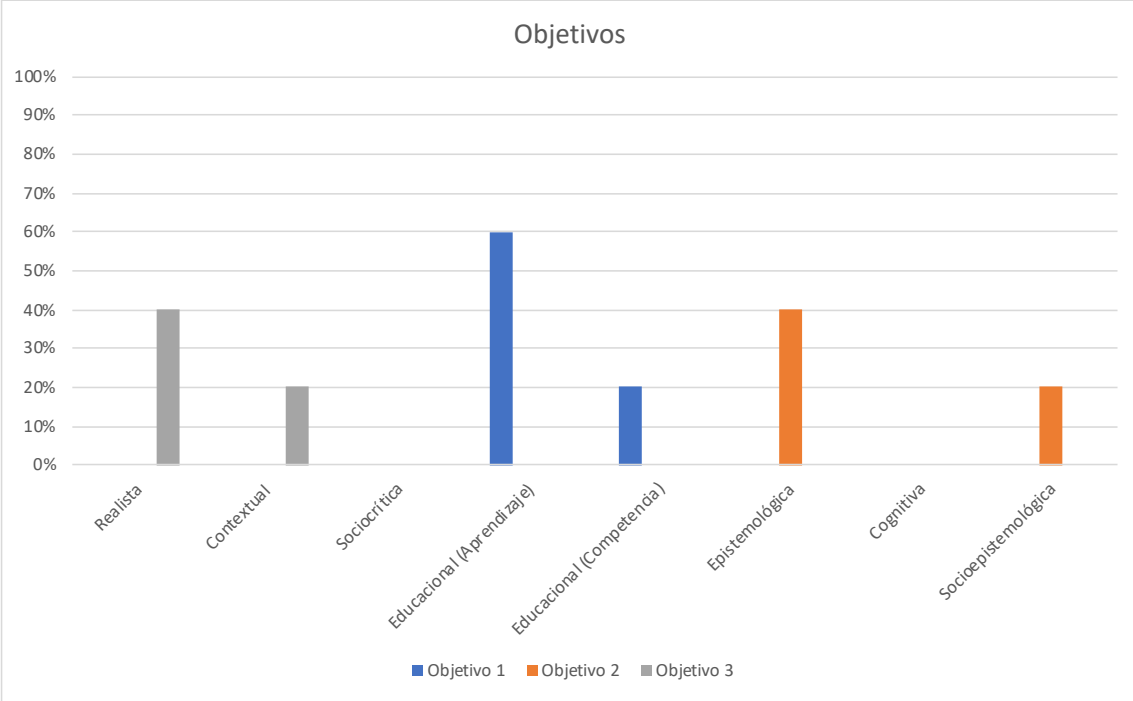

Imagen 5.7: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática (objetivos).

La imagen 5.7 muestra que aproximadamente del 40% de los docentes encuestados marcaron como tercera opción la perspectiva realista en cuanto a los objetivos que la modelación tiene en la asignatura que imparte. Por otro lado, el 20% de los participantes mencionan como primera opción que el objetivo de la modelación en educación matemática tiene relación con la perspectiva educacional (para el desarrollo de la competencia).

Respecto a lo anterior, se visualiza que un 60% de los docentes dicen que los objetivos de la modelación matemática en su asignatura es de carácter educacional (para el aprendizaje de la matemática) y aproximadamente un 40% mencionan que es de carácter realista y epistemológico.

Dentro de las perspectivas con menor porcentaje se encuentra la perspectiva sociocrítica y cognitiva con nula preferencia y la perspectiva educacional (para el desarrollo de la competencia), junto con la socioepistemológica, ambas con un 20% de frecuencia porcentual.

En cuanto a la pregunta relacionada a los "TIPOS DE PROBLEMA" se tiene lo siguiente.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Educacional (aprendizaje)	2	40
Epistemológica	1	20
Cognitiva	2	40

Tabla 5.54: Tabla de frecuencias primera opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Educacional (competencia)	2	40
Cognitiva	2	40

Tabla 5.55*:* Tabla de frecuencias segunda opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Educacional (aprendizaje)	1	20
Epistemológica	1	20
Cognitiva	1	20

Tabla 5.56: Tabla de frecuencias tercera opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la matemática

De manera análoga al análisis anterior, se presentan los resultados obtenidos en un gráfico de barras, marcando la diferencia entre la primera, segunda y tercera opción relacionadas a los "TIPOS DE PROBLEMA". Posteriormente, utilizando la fórmula

$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.2), se suman los porcentajes obtenidos en cada opción para obtener el porcentaje total por perspectiva. Los resultados se vislumbran en el gráfico siguiente:

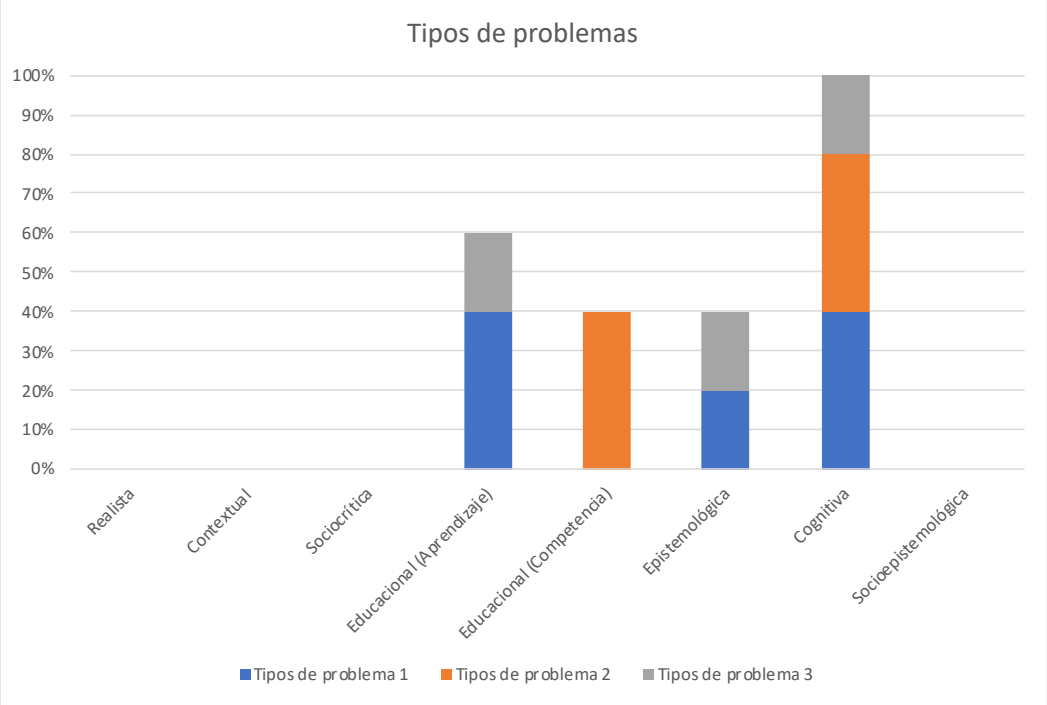

Imagen 5.8: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática (tipos de problema).

En este caso, al observar la imagen 5.8, se vislumbra que el 100% de los profesores encuestados mencionan que abordan tipos de problemas de carácter cognitivo para la modelación matemática, sea como primera, segunda o tercera opción. El 60% alude a utilizar problemas relacionados con la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática).

Las perspectivas realista, contextual, sociocrítica y epistemológica tienen nula preferencia en cuanto a los tipos de problemas que abordan los docentes para el proceso de modelación.

En lo que concierne a las “CONCEPCIONES”, las siguientes tablas de frecuencias y gráficos vislumbran los datos obtenidos en el análisis.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	20
Educacional (aprendizaje)	1	20
Epistemológica	2	40

Tabla 5.57: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	2	20
Educacional (aprendizaje)	2	20
Socioepistemológica	1	20

Tabla 5.58: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	2	40
Educacional (competencia)	1	20

Tabla 5.59: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la matemática

A partir de las tablas de frecuencias anteriores, se grafican los resultados diferenciando la primera, segunda y tercera opción, como se ha mencionado con anterioridad. Posteriormente, al utilizar la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.2), se obtiene el porcentaje total asociado a cada perspectiva de modelación. Los resultados se ilustran en la siguiente imagen.

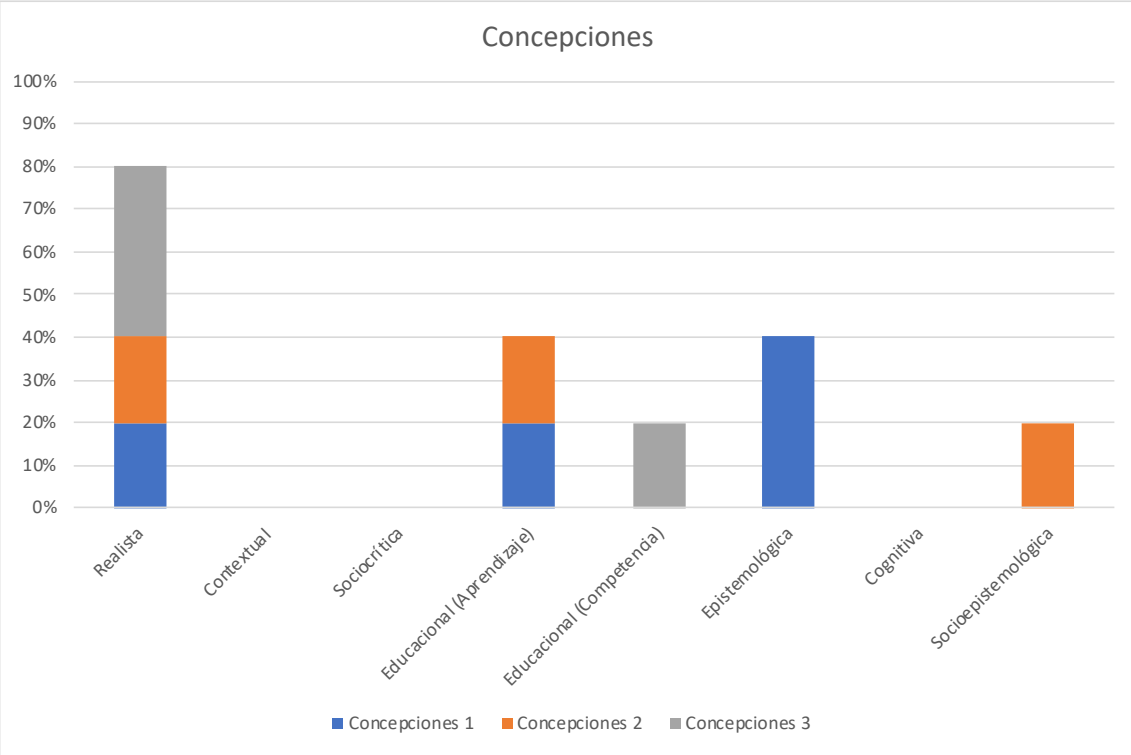

Imagen 5.9: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática (concepciones).

De manera similar al gráfico anterior, un 80% de los docentes marca, como primera, segunda o tercera opción, la perspectiva realista en cuanto a las concepciones que posee concerniente a la modelación en la educación matemática. Además, la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) tiene aproximadamente un 40% de preferencia junto con la perspectiva epistemológica.

Por otro lado, las perspectiva contextual, sociocrítica y cognitiva tienen nulo porcentaje de preferencia en cuanto a las concepciones que poseen los profesores.

5.2.1.3 Análisis de las preguntas en escala Likert

Para el análisis de las preguntas en escala Likert, y de manera análoga a los tipos de preguntas anteriores, se elaboran tablas de frecuencias por cada campo disciplinar y por cada una de las perspectivas de modelación, luego se aplica la fórmula señalada en la sección 4.5.2. Posteriormente, se construye el gráfico de barras asociado a la información obtenida.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA					
Perspectiva realista					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 6	0	4	1	0	0
Proposición 12	1	0	2	1	1
Proposición 24	0	0	1	2	2
Proposición 25	0	0	1	2	2

Tabla 5.60: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA					
Perspectiva contextual					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 3	0	1	2	2	0
Proposición 5	0	0	3	0	2
Proposición 13	0	0	2	0	3
Proposición 27	0	0	3	2	0

Tabla 5.61: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA					
Perspectiva sociocrítica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 4	1	0	1	2	1
Proposición 7	0	1	1	0	3
Proposición 10	1	1	2	1	0

Tabla 5.62: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA					
Perspectiva educacional (aprendizaje)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 2	0	3	1	1	0
Proposición 14	3	1	1	0	0
Proposición 16	0	0	3	2	0
Proposición 17	1	0	4	0	0

Tabla 5.63: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA					
Perspectiva educacional (competencia)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 9	0	1	2	2	0
Proposición 23	0	0	3	1	1

Tabla 5.64: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA					
Perspectiva epistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 1	0	1	4	0	0
Proposición 8	1	2	1	1	0
Proposición 19	1	1	3	0	0
Proposición 22	1	1	3	0	0

Tabla 5.65: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA					
Perspectiva cognitiva					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 11	1	0	4	0	0
Proposición 20	0	1	3	1	0
Proposición 26	1	0	2	2	0

Tabla 5.66: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert, campo de la matemática

CAMPO DE LA MATEMÁTICA					
Perspectiva socioepistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 15	0	0	2	2	1
Proposición 18	0	1	1	2	1
Proposición 21	0	0	4	0	1
Proposición 28	0	4	1	0	0

Tabla 5.67*:* Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert, campo de la matemática

Los resultados obtenidos se ponderan, como se menciona en la sección 4.5.2, y luego se aplica la fórmula para obtener los porcentajes asociados a cada perspectiva de modelación.

$$\boldsymbol{x = \frac{R_{c_k} \cdot 20}{P_k \cdot n_{c_k}}},$$

los resultados se presentan a continuación en el siguiente gráfico de barras.

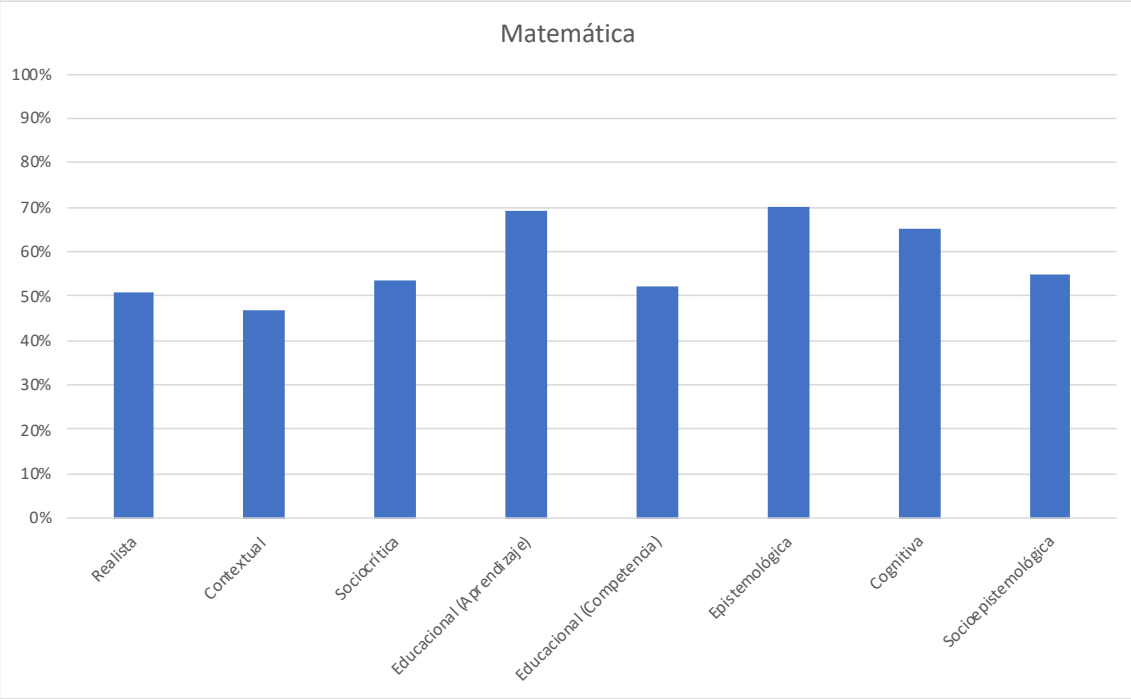

Imagen 5.10: Resultados análisis de preguntas en escala Likert, campo de la matemática.

Dentro de las preferencias en las respuestas a las preguntas en escala Likert, se ilustra que lidera la perspectiva epistemológica con un 70% de preferencia. Posteriormente se encuentra la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) con alrededor del 70%. También destaca la perspectiva cognitiva con aproximadamente un 65% de frecuencia porcentual.

Las perspectivas que menos predominancia tienen, bajo las preguntas de escala Likert, son las perspectivas contextual, realista y educacional (para el desarrollo de la competencia).

En síntesis, se tienen las siguientes perspectivas predominantes y carentes dentro del campo de la matemática.

Tipo de pregunta	Perspectiva predominante	Perspectiva carente
Dicotómica	Cognitiva Epistemológica	Sociocrítica
Respuesta Múltiple	Educacional (aprendizaje) Realista Epistemológica	Sociocrítica Contextual
Likert	Epistemológica Educacional (aprendizaje) Cognitiva	Contextual Realista Educacional (competencia)

Tabla 5.68: Síntesis campo de la matemática

5.2.2 Campo de la estadística

En la encuesta participaron tres docentes pertenecientes al campo de la estadística, entre ellos destacan académicos de las asignaturas de Estadística, Psicometría y Probabilidad y Estadística.

5.2.2.1 Análisis de preguntas de respuesta dicotómica

El análisis que se presenta a continuación es análogo al efectuado en la sección 5.2.1.1, puesto que en una primera instancia se presentan las tablas de frecuencias asociadas a cada perspectiva, considerando el campo disciplinar de la estadística, para luego aplicar la fórmula obtenida en la sección 4.5.2 y representar los porcentajes en un gráfico de barras.

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva Realista		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 4	3	0
Proposición 8	3	0
Proposición 9	2	1

Tabla 5.69: Tabla de frecuencias perspectiva realista, preguntas dicotómicas, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva Contextual		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 3	2	1
Proposición 14	1	2
Proposición 18	3	0
Proposición 22	3	0

Tabla 5.70: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva Sociocrítica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 10	2	1
Proposición 12	1	2
Proposición 19	1	2
Proposición 24	2	1

Tabla 5.71: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, preguntas dicotómicas, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva Educacional (aprendizaje)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 1	3	0
Proposición 6	3	0

Tabla 5.72: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), preguntas dicotómicas, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva Educacional (competencia)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 5	1	2
Proposición 11	3	0

Tabla 5.73: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), preguntas dicotómicas, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva Epistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 2	1	2
Proposición 15	1	2
Proposición 17	2	1

Tabla 5.74*:* Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva Cognitiva		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 13	2	1
Proposición 16	3	0
Proposición 23	3	0

Tabla 5.75: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, preguntas dicotómicas, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva Socioepistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 7	1	2
Proposición 20	3	0
Proposición 21	2	1

Tabla 5.76: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la estadística

Con el propósito de obtener la frecuencia porcentual de cada perspectiva de modelación, y en consideración a las tablas de frecuencias anterior, se aplica la fórmula (ver sección 4.5.2):

$$x = \frac{R_{c_k} \cdot 100}{P_k \cdot n_{c_k}},$$

los resultados se ilustran en el siguiente gráfico.

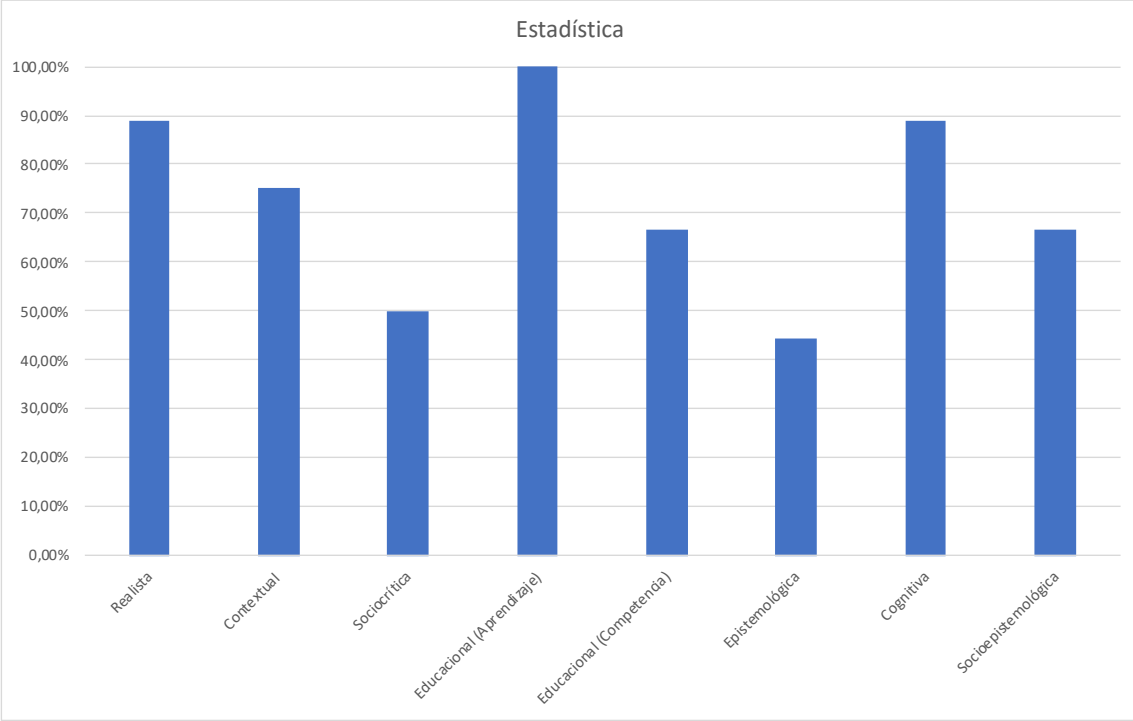

Imagen 5.11: Resultados análisis de preguntas de respuesta dicotómica, campo de la estadística.

En consideración a la imagen 5.11, se visualiza una tendencia de la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) alcanzando un 100% de preferencia. Luego

sigue la perspectiva realista y cognitiva, ambas con aproximadamente 90% de frecuencia porcentual.

Entre las perspectivas que menos destacan, bajo las preguntas de respuesta dicotómica, se encuentra la perspectiva epistemológica y la perspectiva sociocrítica.

5.2.2.2 Análisis preguntas de respuesta múltiple

El análisis que a continuación se presenta, se realiza de manera análoga al llevado a cabo en la sección 5.2.1.2. Los resultados se ilustran a continuación en las siguientes tablas de frecuencias y gráfico respectivo.

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	33,3
Educacional (competencia)	2	66,7

Tabla 5.77: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Contextual	1	33,3
Educacional (aprendizaje)	1	33,3
Epistemológica	1	33,3

Tabla 5.78: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	33,3
Contextual	1	33,3
Socioepistemológica	1	33,3

Tabla 5.79: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la estadística

En consideración con las tablas 5.77, 5.78 y 5.79 se construye el gráfico de barras asociado a la jerarquización de las respuestas, marcando la diferencia entre la primera, segunda y tercera opción. Para obtener el porcentaje final, se utiliza la siguiente fórmula (ver sección 4.5.2):

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$$

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico, donde se considera el mismo análisis que en la sección 5.2.1.2.

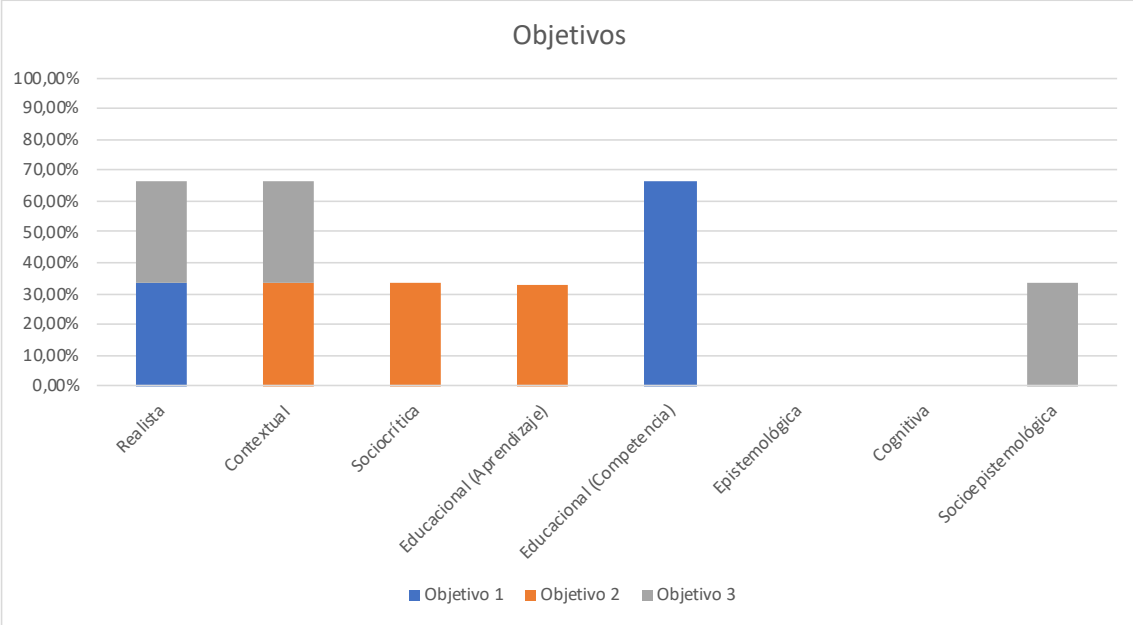

Imagen 5.12: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la estadística (objetivos).

A partir de la imagen 5.12 se establece, en cuanto a los objetivos que la modelación tiene en las asignaturas que imparten los docentes del campo de la estadística, que éstos son de carácter educacional (para el desarrollo de la competencia), realista y contextual cada una con casi el 70% de frecuencia porcentual.

Sin embargo, las perspectivas con menor preferencia en esta pregunta es la perspectiva epistemológica y la perspectiva cognitiva, con 0% de preferencia. Además, la perspectiva socioepistemológica, educacional (para el aprendizaje de la matemática) y sociocrítica son quienes obtienen menor porcentaje de preferencia.

A continuación, se presenta el análisis concerniente a los “TIPOS DE PROBLEMA” vinculado al campo disciplinar de la estadística.

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	33,3
Educacional (aprendizaje)	2	66,6

Tabla 5.80: Tabla de frecuencias primera opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Sociocrítica	1	33,3
Cognitiva	1	33,3
Socioepistemológica	1	33,3

Tabla 5.81*:* Tabla de frecuencias segunda opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	33,3
Epistemológica	1	33,3
Cognitiva	1	33,3

Tabla 5.82: Tabla de frecuencias tercera opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la estadística

A partir de las tablas de frecuencias anteriores, se elabora un gráfico de barras, marcando la diferencia entre la primera, segunda y tercera opción relacionadas a los "TIPOS DE PROBLEMA". Posteriormente, utilizando la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.2), se suman los porcentajes obtenidos en cada opción para obtener el porcentaje total por perspectiva. Los resultados se ilustran a continuación:

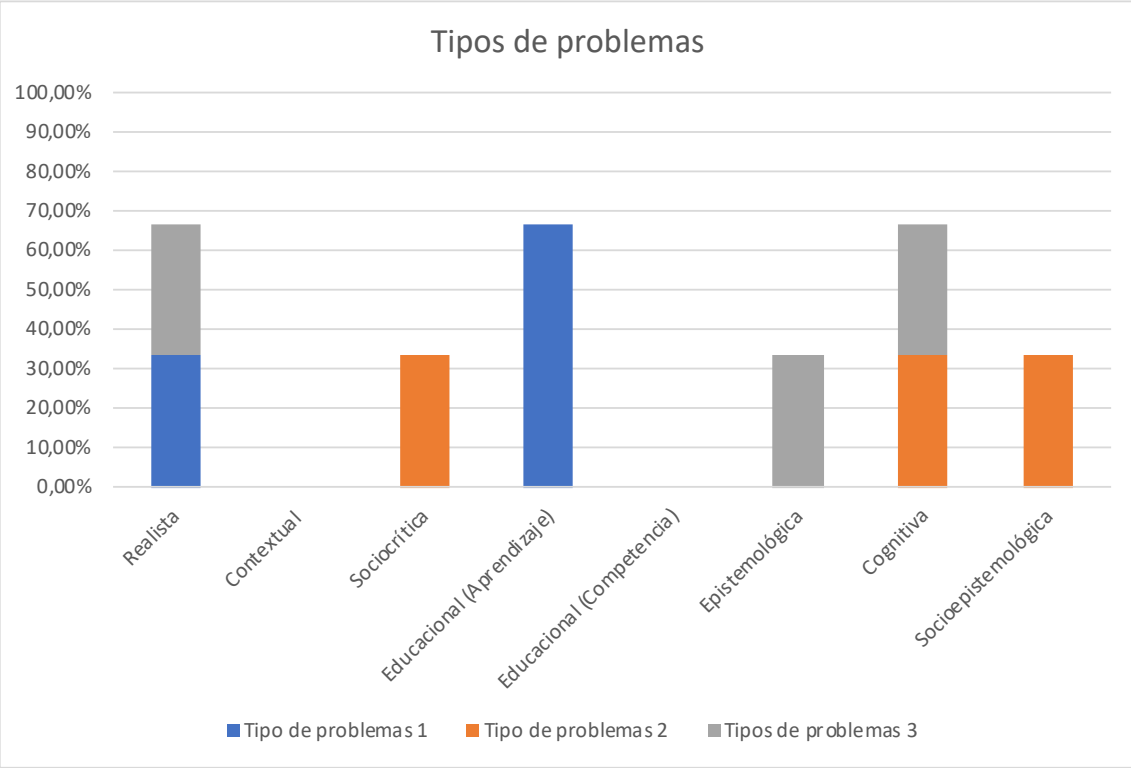

Imagen 5.13: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la estadística (tipos de problema).

Como se ilustra en la imagen 5.13, en cuanto a los tipos de problemas que abordan los encuestados para el proceso de modelación en educación matemática se encuentran problemas relacionados con la perspectiva realista, perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) y la perspectiva cognitiva como preferencia, cada una con aproximadamente del 70% de frecuencia.

Mientras que entre las perspectivas con menor porcentaje se encuentra la contextual y educacional (para el desarrollo de la competencia) con 0% de frecuencia porcentual. Prosigue, con menor porcentaje, la perspectiva sociocrítica, epistemológica y socioepistemológica con un poco más del 30% de preferencia.

A continuación, se ilustra los resultados obtenidos en cuanto a las “CONCEPCIONES” dentro del campo de la estadística.

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Sociocrítica	2	66,3
Epistemológica	1	33,3

Tabla 5.83: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Contextual	1	33,3
Educacional (aprendizaje)	1	33,3
Educacional (competencia)	1	33,3

Tabla 5.84: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	33,3
Contextual	1	33,3
Educacional (competencia)	1	33,3

Tabla 5.85: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la estadística

Tomando en consideración la información obtenida en las tablas de frecuencias anteriores, se representan los resultados en un gráfico de barras, diferenciando la primera, segunda y tercera opción, como se ha mencionado con anterioridad. Posteriormente, al utilizar la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.2)**,** se obtiene el porcentaje total asociado a cada perspectiva de modelación. Los resultados se muestran en la siguiente imagen.

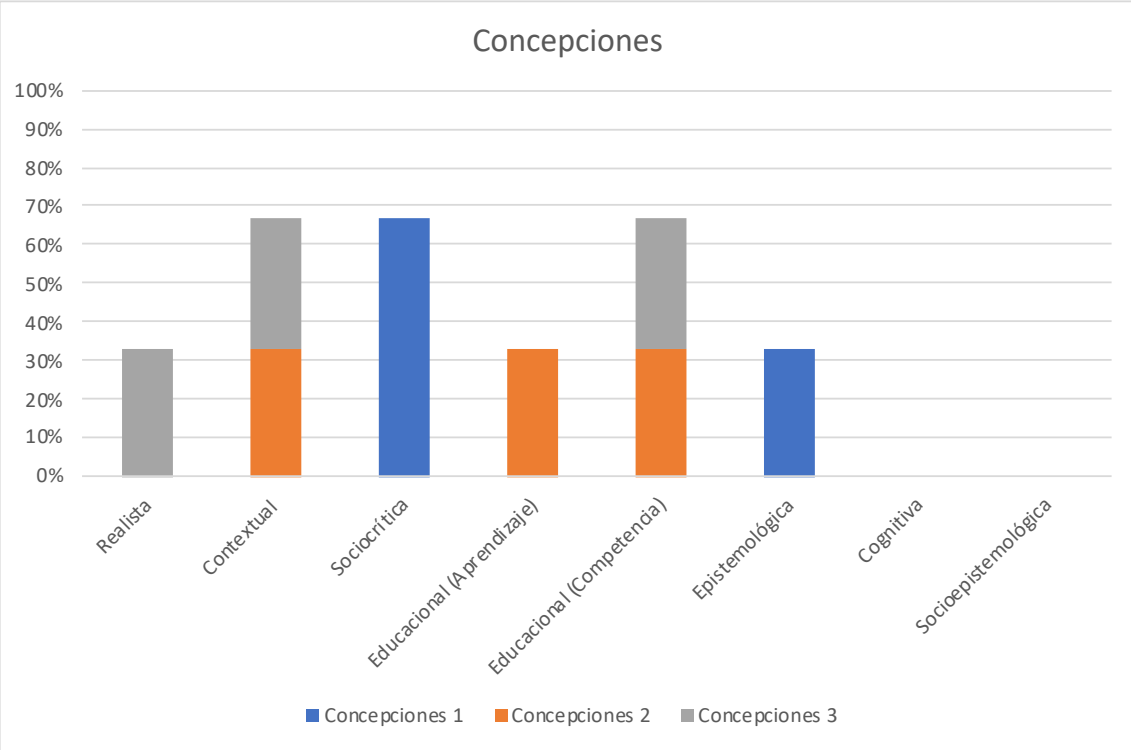

Imagen 5.14: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la estadística (concepciones).

Como se observa en la imagen 5.14, en cuanto a las concepciones que poseen los docentes encuestados sobre la modelación en educación matemática, se puede observar que es la perspectiva contextual, sociocrítica y educacional (para el desarrollo de la competencia) quienes lideran, con alrededor de un 70% de preferencia cada una.

Mientras que la perspectiva cognitiva y socioepistemológica son quienes poseen un 0% de frecuencia porcentual. Continúa, con menor porcentaje, la perspectiva realista, educacional (para el aprendizaje de la matemática) y epistemológica con aproximadamente un 30%.

5.2.2.3 Análisis de preguntas en escala Likert

El análisis efectuado para este tipo de preguntas es análogo al realizado en la sección 5.2.1.3. Los resultados se presentan a continuación en tablas de frecuencias y su respectivo gráfico de barras.

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA					
Perspectiva realista					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 6	2	1	0	0	0
Proposición 12	1	0	0	2	0
Proposición 24	0	2	1	0	0
Proposición 25	0	2	1	0	0

Tabla 5.86: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA					
Perspectiva contextual					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 3	0	3	0	0	0
Proposición 5	1	1	0	1	0
Proposición 13	0	1	0	2	0
Proposición 27	0	1	1	1	0

Tabla 5.87: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA					
Perspectiva sociocrítica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 4	0	1	1	1	0
Proposición 7	0	1	0	2	0
Proposición 10	0	1	0	2	0

Tabla 5.88: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA					
Perspectiva educacional (aprendizaje)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 2	0	2	1	0	0
Proposición 14	0	3	0	0	0
Proposición 16	0	0	1	2	0
Proposición 17	0	2	1	0	0

Tabla 5.89: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA					
Perspectiva educacional (competencia)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 9	0	3	0	0	0
Proposición 23	1	2	0	0	0

Tabla 5.90: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA					
Perspectiva epistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 1	1	1	1	0	0
Proposición 8	0	1	2	0	0
Proposición 19	0	0	2	1	0
Proposición 22	0	1	2	0	0

Tabla 5.91: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA					
Perspectiva cognitiva					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 11	0	0	2	1	0
Proposición 20	1	0	1	1	0
Proposición 26	1	0	1	1	0

Tabla 5.92: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert, campo de la estadística

CAMPO DE LA ESTADÍSTICA					
Perspectiva socioepistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 15	0	0	1	1	1
Proposición 18	0	1	1	1	0
Proposición 21	0	0	2	1	0
Proposición 28	1	0	2	0	0

Tabla 5.93*:* Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert, campo de la estadística

Los resultados obtenidos se ponderan, de acuerdo con la escala que se encuentra en la sección 4.5.2, y luego se aplica la fórmula para obtener los porcentajes asociados a cada perspectiva de modelación.

$$\boldsymbol{x = \frac{R_{c_k} \cdot 20}{P_k \cdot n_{c_k}}},$$

los resultados se presentan a continuación en el siguiente gráfico de barras.

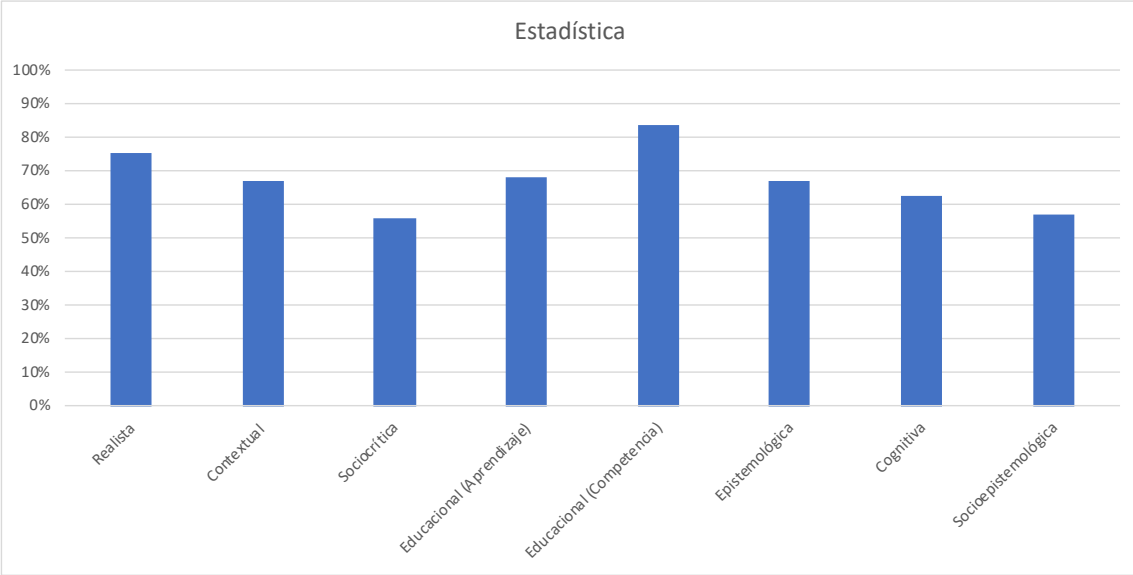

Imagen 5.15: Resultados análisis de preguntas en escala Likert, campo de la estadística.

A partir del gráfico de la imagen 5.15 se establece que, bajo las preguntas en escala Likert, es la perspectiva educacional (para el desarrollo de la competencia) quien tiene lidera con un 85% de preferencia. Continúa la perspectiva realista con alrededor un 75% de frecuencia porcentual.

Por otra parte, la perspectiva sociocrítica tiene menor porcentaje de preferencia junto con la perspectiva socioepistemológica.

Para concluir, se sintetiza los resultados obtenidos del campo disciplinar de la estadística, en la siguiente tabla.

Tipo de pregunta	Perspectiva predominante	Perspectiva carente
Dicotómica	Educacional (aprendizaje) Realista Cognitiva	Epistemológica Sociocrítica
Respuesta Múltiple	Educacional (competencia) Realista Contextual	Epistemológica Cognitiva Socioepistemológica Educacional (aprendizaje) Sociocrítica
Likert	Educacional (competencia) Realista	Sociocrítica Socioepistemológica

Tabla 5.94: Síntesis campo de la estadística

5.2.3 Campo de la educación

En la aplicación de la encuesta participaron cuatro docentes pertenecientes al campo de la educación, entre ellos se encuentran académicos que imparten las asignaturas de Historia de la Epistemología de la Matemática, Sociología y Antropología de la Educación, Metodología en Educación Matemática y Álgebra.

5.2.3.1 Análisis de preguntas de respuesta dicotómica

El análisis realizado para este tipo de preguntas es análogo al llevado a cabo en las secciones 5.2.1.1 y 5.2.2.1. En primer lugar se presentan las tablas de frecuencias asociadas a cada perspectiva dentro del campo de la educación, para luego determinar la frecuencia porcentual a través de la fórmula obtenida en la sección 4.5.2. Los resultados se ilustran a continuación.

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva Realista		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 4	2	2
Proposición 8	4	0
Proposición 9	4	0

Tabla 5.95*:* Tabla de frecuencias perspectiva realista, preguntas dicotómicas, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva Contextual		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 3	2	2
Proposición 14	3	1
Proposición 18	4	0
Proposición 22	3	1

Tabla 5.96: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva Sociocrítica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 10	4	0
Proposición 12	3	1
Proposición 19	4	0
Proposición 24	0	4

Tabla 5.97: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, preguntas dicotómicas, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva Educacional (aprendizaje)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 1	3	1
Proposición 6	2	2

Tabla 5.98: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), preguntas dicotómicas, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva Educacional (competencia)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 5	2	2
Proposición 11	4	0

Tabla 5.99: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), preguntas dicotómicas, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva Epistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 2	2	2
Proposición 15	1	3
Proposición 17	2	2

Tabla 5.100*:* Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva Cognitiva		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 13	4	0
Proposición 16	3	1
Proposición 23	3	1

Tabla 5.101: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, preguntas dicotómicas, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva Socioepistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 7	3	1
Proposición 20	2	2
Proposición 21	4	0

Tabla 5.102: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la educación

Como se ha mencionado anteriormente, para obtener la frecuencia porcentual de cada perspectiva de modelación relacionada con el campo de la educación, se aplica la siguiente fórmula (ver sección 4.5.2):

$$x = \frac{R_{c_k} \cdot 100}{P_k \cdot n_{c_k}},$$

los resultados se presentan en el siguiente gráfico.

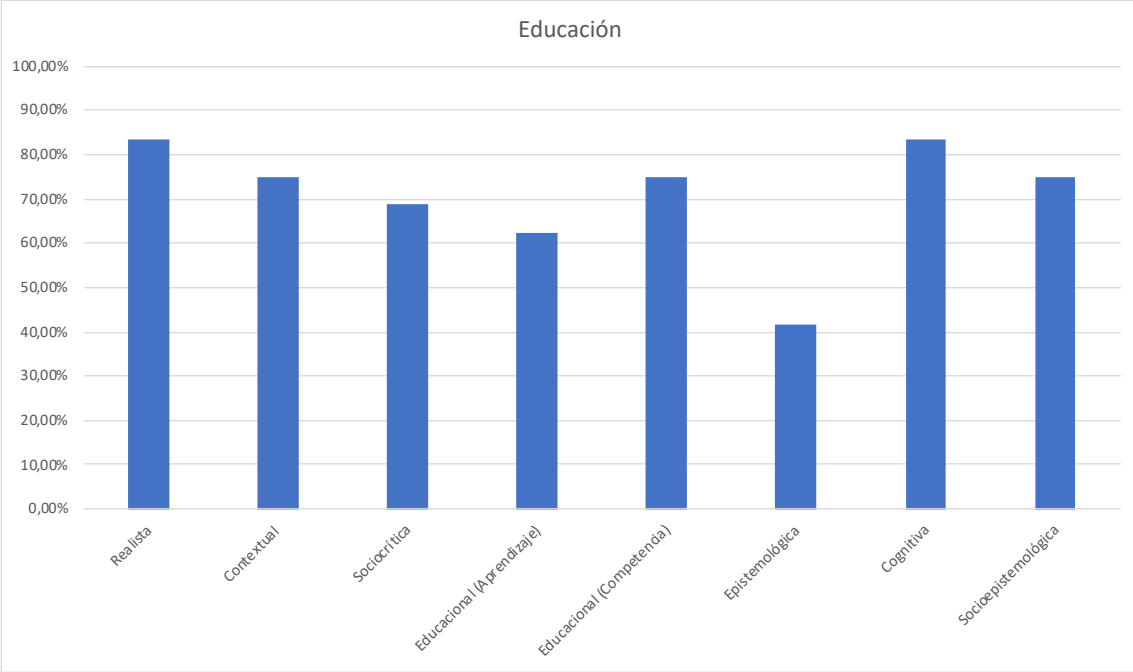

Imagen 5.16: Resultados análisis de preguntas de respuesta dicotómica, campo de la educación.

A partir de la imagen 5.16, se aprecia que entre las perspectivas predominantes, bajo las preguntas de respuesta dicotómicas, se encuentra la perspectiva realista y la perspectiva

cognitiva, ambas con un 83% de preferencia aproximadamente. Posteriormente, y en porcentajes equivalentes, se encuentran la perspectiva contextual, educacional (para el desarrollo de la competencia) y la perspectiva socioepistemológica.

Además, se vislumbra que la perspectiva epistemológica tiene una menor tendencia en comparación al resto de las perspectivas.

5.2.3.2 Análisis de preguntas de respuesta múltiple

El análisis de las preguntas de respuesta múltiple se realiza de manera similar al efectuado en las secciones 5.2.1.2 y 5.2.2.2. Los resultados se ilustran a continuación en las siguientes tablas de frecuencias y en el gráfico que representa las frecuencias porcentuales por cada pregunta de respuesta múltiple.

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Sociocrítica	2	50
Educacional (aprendizaje)	1	25
Cognitiva	1	25

Tabla 5.103*:* Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	25
Contextual	1	25
Epistemológica	1	25

Tabla 5.104: Tabla de frecuencias segunda opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	2	50
Educacional (competencia)	1	25

Tabla 5.105: Tabla de frecuencias tercera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la educación

En base a las tablas anteriores, se elabora el gráfico de barras asociado a la jerarquización de las respuestas, marcando la diferencia entre la primera, segunda y tercera opción. Para obtener el porcentaje final, se utiliza la siguiente fórmula (ver sección 4.5.2):

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$$

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico, donde se considera el mismo análisis que en la sección 5.2.2.2.

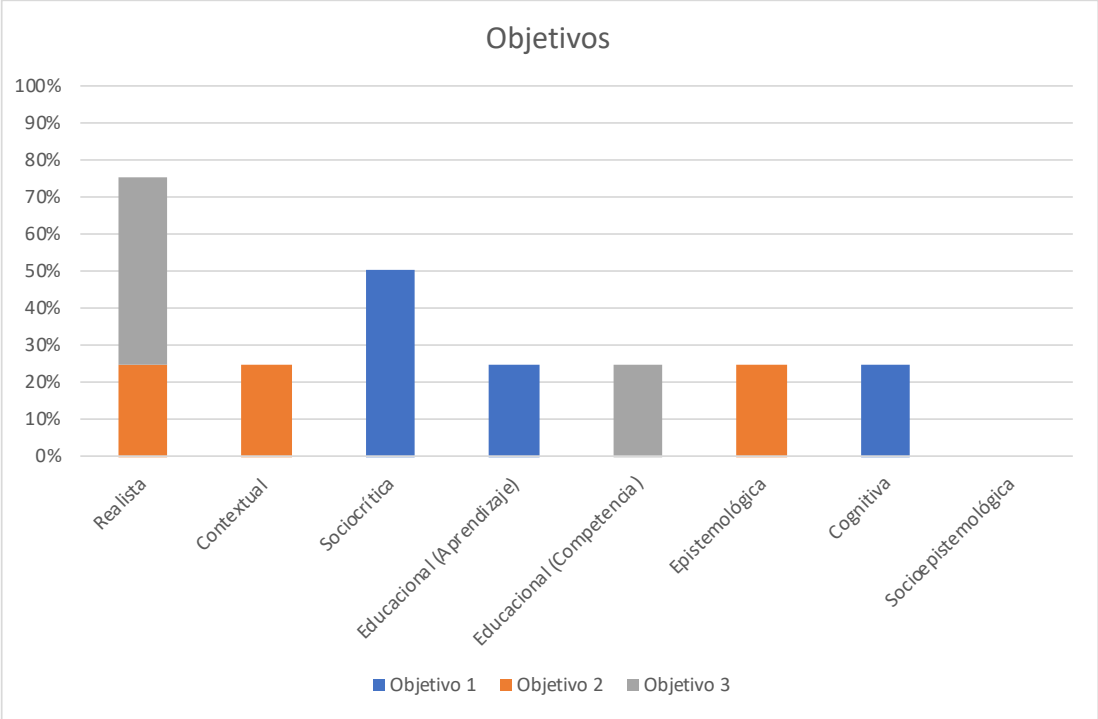

Imagen 5.17: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la educación (objetivos).

Se observa que la perspectiva realista lidera en cuanto a los objetivos de la modelación en la asignatura que imparten los encuestados, con el 75% de preferencia, debido a que el 25% menciona como segunda opción la perspectiva realista y el 50% indica, como tercera opción, los

objetivos de tipo realista. Además, la perspectiva sociocrítica prepondera en este tipo de respuesta, con un 50% de frecuencia porcentual.

La perspectiva socioepistemológica no aparece dentro de las opciones de los encuestados en lo que concierne a los objetivos de la modelación en la asignatura que imparte. La perspectiva contextual, educacional (para el aprendizaje de la matemática), educacional (para el desarrollo de la competencia), epistemológica y perspectiva cognitiva aparecen en menor frecuencia porcentual.

A continuación, se presenta el análisis relacionado a la interrogante “TIPOS DE PROBLEMAS”, vinculado al campo de la educación.

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Sociocrítica	1	25
Cognitiva	1	25
Socioepistemológica	1	25

Tabla 5.106: Tabla de frecuencias primera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Educacional (aprendizaje)	2	50
Cognitiva	1	25

Tabla 5.107*:* Tabla de frecuencias segunda opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Contextual	1	25
Educacional (competencia)	1	25
Epistemológica	1	25

Tabla 5.108: Tabla de frecuencias tercera opción “TIPOS DE PROBLEMA”, respuesta múltiple, campo de la educación

En consideración con las tablas de frecuencias anteriores, se construye un gráfico de barras, diferenciando entre la primera, segunda y tercera opción relacionadas a los “TIPOS DE

PROBLEMA". Posteriormente, utilizando la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.2), se suman los porcentajes obtenidos en cada opción para obtener el porcentaje total por perspectiva. Los resultados se ilustran a continuación:

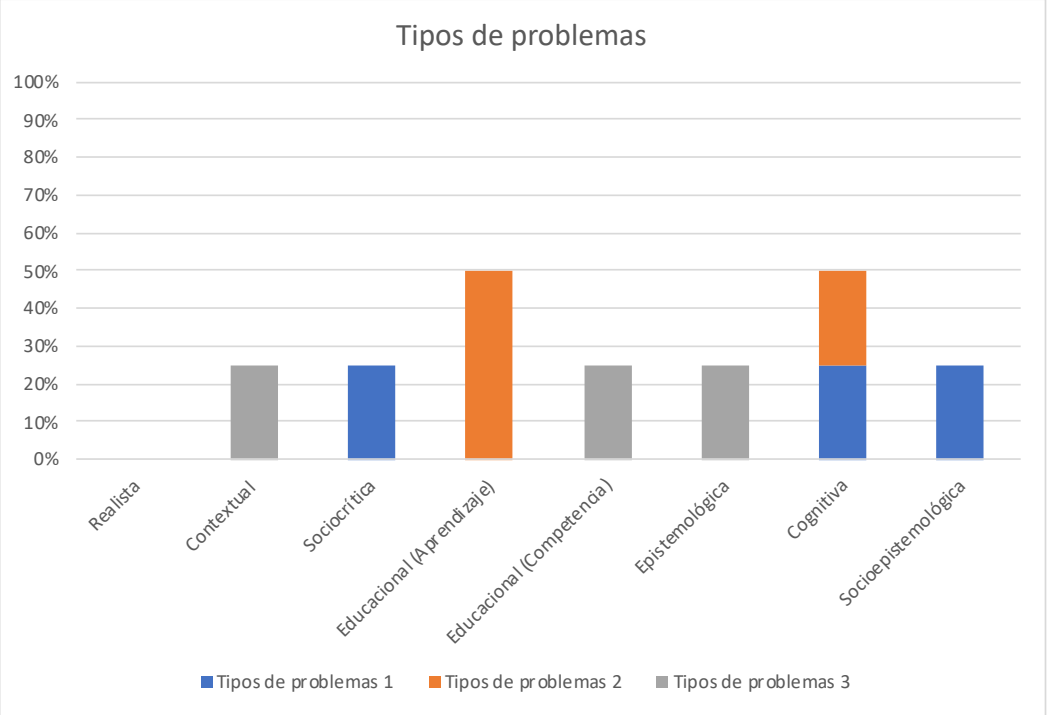

Imagen 5.18: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la educación (tipos de problema).

En cuanto a los tipos de problemas que abordan para el proceso de modelación y en consideración a la imagen 5.18, se vislumbra que las perspectivas predominantes bajo la afirmación señalada son la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) y cognitiva, ambas con el 50% de frecuencia porcentual.

La perspectiva realista no aparece dentro de las preferencias de los docentes encuestados y la perspectiva contextual, sociocrítica, educacional (para el desarrollo de la competencia), epistemológica y socioepistemológica aparecen en menor porcentaje.

A continuación, se analiza la pregunta concerniente a las "CONCEPCIONES".

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Contextual	1	25
Sociocrítica	2	50
Epistemológica	1	25

Tabla 5.109: Tabla de frecuencias primera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	25
Educacional (competencia)	1	25
Epistemológica	1	25

Tabla 5.110: Tabla de frecuencias segunda opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	25
Sociocrítica	1	25
Educacional (aprendizaje)	1	25

Tabla 5.111: Tabla de frecuencias tercera opción “CONCEPCIONES”, respuesta múltiple, campo de la educación

Siguiendo el mismo análisis anterior, se presentan los resultados en un gráfico de barras, marcando la primera, segunda y tercera opción. Posteriormente, al utilizar la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.2) se obtiene el porcentaje total asociado a cada perspectiva de modelación. Los resultados se muestran en la siguiente ilustración.

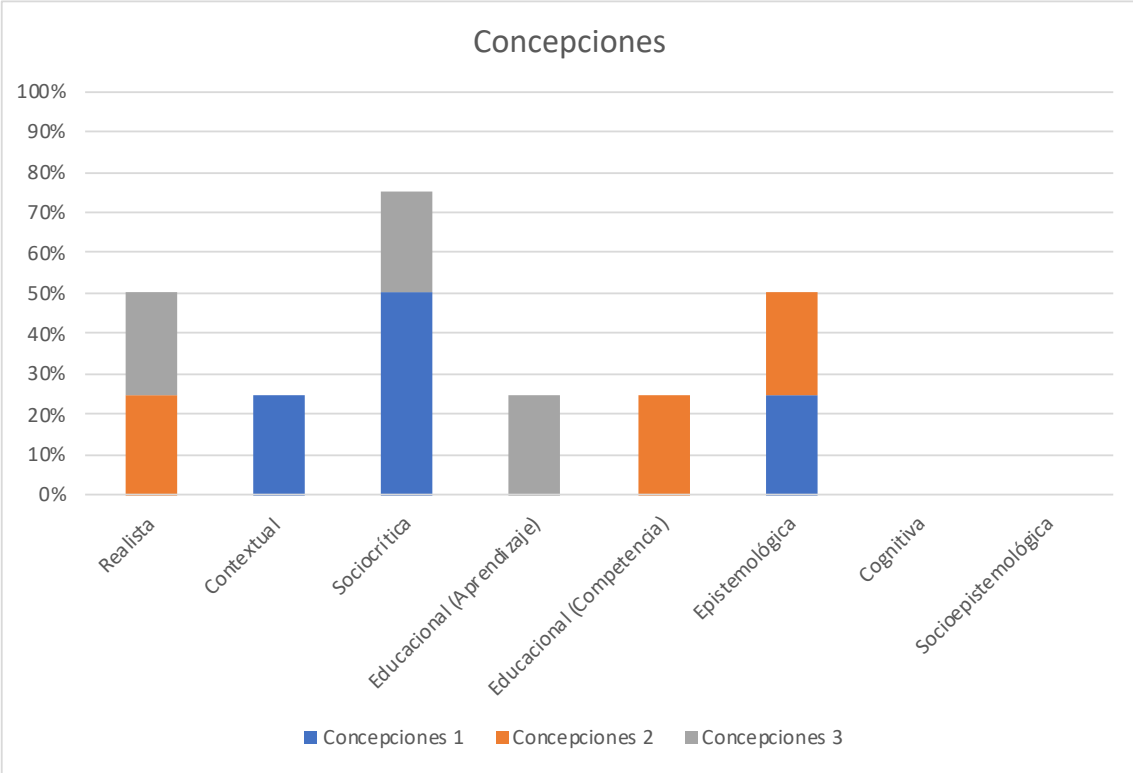

Imagen 5.19: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la educación (concepciones).

En lo concerniente a las concepciones que poseen los docentes en cuanto a la modelación en educación matemática, y en consideración a la imagen 5.19, el 75% tiene relación con la perspectiva sociocrítica y un 50% de sus opciones van hacia la perspectiva realista y epistemológica

La perspectiva cognitiva y socioepistemológica se encuentran ausentes bajo las concepciones en este campo disciplinar. Además, la perspectiva contextual, educacional (apara el aprendizaje) y educacional (para el desarrollo de la competencia) son quienes tienen menor frecuencia porcentual.

5.2.3.3 Análisis de preguntas en escala Likert

El análisis efectuado para este tipo de preguntas es equivalente al realizado en las secciones 5.2.1.3 y 5.2.2.3. Los resultados se presentan a continuación en tablas de frecuencias y graficos de barras.

CAMPO DE LA EDUCACIÓN					
Perspectiva realista					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 6	3	1	0	0	0
Proposición 12	3	0	0	1	0
Proposición 24	1	2	1	0	0
Proposición 25	0	2	1	0	1

Tabla 5.112: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN					
Perspectiva contextual					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 3	0	3	1	0	0
Proposición 5	0	3	0	1	0
Proposición 13	0	0	2	0	2
Proposición 27	1	1	0	0	2

Tabla 5.113: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN					
Perspectiva sociocrítica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 4	2	1	1	0	0
Proposición 7	0	3	0	1	0
Proposición 10	1	2	1	0	0

Tabla 5.114: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN					
Perspectiva educacional (aprendizaje)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 2	0	2	2	0	0
Proposición 14	1	1	0	0	2
Proposición 16	0	1	1	0	2
Proposición 17	1	1	2	0	0

Tabla 5.115: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN					
Perspectiva educacional (competencia)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 9	0	3	0	1	0
Proposición 23	0	2	1	1	0

Tabla 5.116: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN					
Perspectiva epistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 1	0	2	1	0	1
Proposición 8	2	0	0	1	1
Proposición 19	1	1	0	0	2
Proposición 22	1	1	0	0	2

Tabla 5.117: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN					
Perspectiva cognitiva					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 11	1	1	0	0	2
Proposición 20	1	1	0	0	2
Proposición 26	1	1	0	0	2

Tabla 5.118: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert, campo de la educación

CAMPO DE LA EDUCACIÓN					
Perspectiva socioepistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 15	1	1	2	0	0
Proposición 18	0	0	2	0	2
Proposición 21	0	2	0	2	0
Proposición 28	0	3	0	0	1

Tabla 5.119*:* Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert, campo de la educación

De manera análoga a los análisis anteriores de preguntas en escala Likert, los resultados obtenidos se ponderan, como se ilustra en la sección 4.5.2, y luego se aplica la fórmula para obtener los porcentajes asociados a cada perspectiva de modelación.

$$\boldsymbol{x = \frac{R_{c_k} \cdot 20}{P_k \cdot n_{c_k}}},$$

los resultados se muestran en el siguiente gráfico de barras.

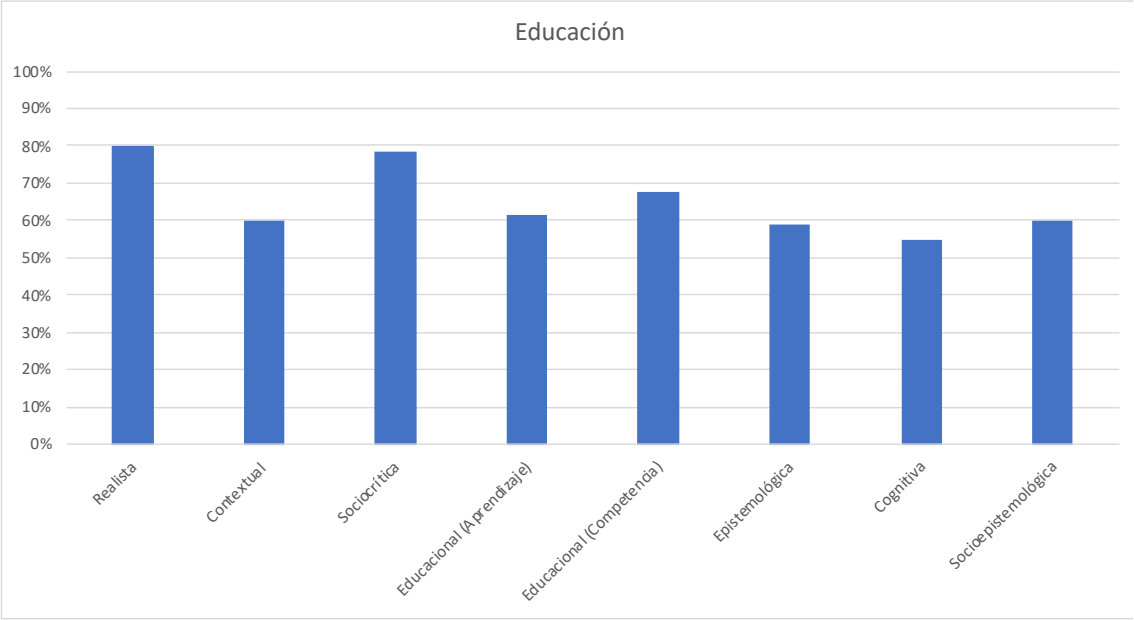

Imagen 5.20: Resultados análisis de preguntas en escala Likert, campo de la educación.

A partir del gráfico de la imagen 5.20, se observa que la perspectiva realista y la perspectiva sociocrítica lideran en el campo de la educación bajo las preguntas de escala Likert, cada una con un 80% de preferencia aproximadamente.

Por otra parte, las perspectivas cognitiva, epistemológica, cognitiva, contextual y socioepistemológica son las que poseen menor tendencia.

A modo de resumen, se presenta la siguiente tabla que indica las perspectivas predominantes y carentes dentro del campo disciplinar de la educación.

Tipo de pregunta	Perspectiva predominante	Perspectiva carente
Dicotómica	Realista Cognitiva Contextual Educacional (competencia) Socioepistemológica	Epistemológica
Respuesta Múltiple	Realista Sociocrítica	Socioepistemológica Contextual Educacional (competencia)
Likert	Realista Sociocrítica	Cognitiva Epistemológica Cognitiva Contextual Socioepistemológica

Tabla 5.120: Síntesis campo disciplinar educación

5.2.4 Campo de la matemática educativa

En la aplicación de la encuesta participan cuatro académicos del campo disciplinar de la matemática educativa, entre ellos se encuentran docentes que imparten las asignaturas de Geometría I, Cálculo II, Didáctica del Álgebra y Cálculo y Fundamentos de la Educación Matemática.

5.2.4.1 Análisis de preguntas de respuesta dicotómica

El análisis realizado para este tipo de preguntas es análogo al efectuado en las secciones 5.2.1.1, 5.2.2.1 y 5.2.3.1. Los resultados se muestran a continuación.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva Realista		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 4	3	1
Proposición 8	4	0
Proposición 9	2	2

Tabla 5.121: Tabla de frecuencias perspectiva realista, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva Contextual		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 3	2	2
Proposición 14	0	4
Proposición 18	1	3
Proposición 22	3	1

Tabla 5.122: Tabla de frecuencias perspectiva contextual preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva Sociocrítica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 10	1	3
Proposición 12	0	4
Proposición 19	1	3
Proposición 24	3	1

Tabla 5.123: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva Educacional (aprendizaje)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 1	3	1
Proposición 6	1	3

Tabla 5.124: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva Educacional (competencia)		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 5	1	3
Proposición 11	4	0

Tabla 5.125: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva Epistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 2	3	1
Proposición 15	0	4
Proposición 17	2	2

Tabla 5.126*:* Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva Cognitiva		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 13	3	1
Proposición 16	1	3
Proposición 23	3	1

Tabla 5.127: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva Socioepistemológica		
	Sí (f_i)	**No**
Proposición 7	4	0
Proposición 20	4	0
Proposición 21	4	0

Tabla 5.128: Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, preguntas dicotómicas, campo de la matemática educativa

Para calcular la frecuencia porcentual de cada perspectiva de modelación, en el campo de la estadística, se aplica la fórmula (ver sección 4.5.2):

$$\boldsymbol{x = \frac{R_{c_k} \cdot 100}{P_k \cdot n_{c_k}}},$$

los resultados se presentan en el siguiente gráfico.

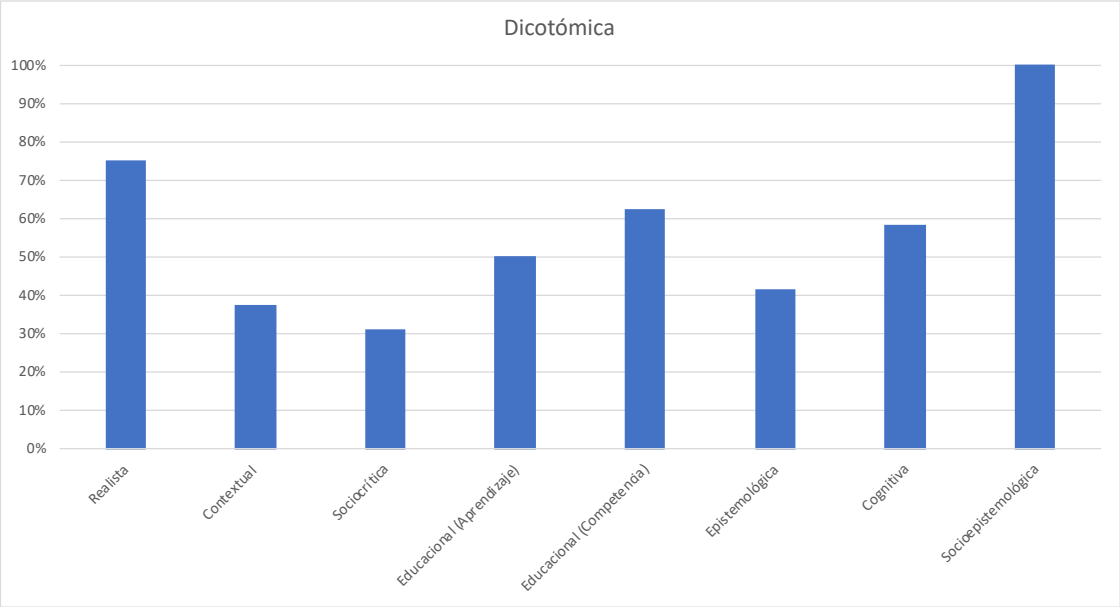

Imagen 5.21: Resultados análisis de preguntas de respuesta dicotómica, campo de la matemática educativa.

Como se observa en la imagen 5.21, el campo de la matemática educativa tiende a la perspectiva socioepistemológica con un 100% de preferencia. Luego, se presenta la perspectiva realista con un 75% de preferencia aproximadamente.

Entre las perspectivas con menor nivel de preferencia se encuentra la perspectiva sociocrítica y la perspectiva contextual.

5.2.4.2 Análisis de preguntas de respuesta múltiple

El análisis de las preguntas de respuesta múltiple se realiza de manera análoga al efectuado en las secciones 5.2.1.2, 5.2.2.2 y 5.2.3.2. Los resultados se muestran a continuación en las siguientes tablas de frecuencias y respectivo gráfico de barras.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	25
Socioepistemológica	3	75

Tabla 5.129: Tabla de frecuencias primera opción “OBJETIVOS”, respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	25
Educacional (aprendizaje)	1	25
Educacional (competencia)	2	50

Tabla 5.130: Tabla de frecuencias segunda opción "OBJETIVOS", respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	25
Epistemológica	1	25

Tabla 5.131: Tabla de frecuencias tercera opción "OBJETIVOS", respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

En consideración con las tablas anteriores, se construye el gráfico de barras asociado a la jerarquización de las respuestas, marcando la diferencia entre la primera, segunda y tercera opción. Para obtener el porcentaje final, se utiliza la siguiente fórmula (ver sección 4.5.2):

$$\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$$

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico, donde se considera el mismo análisis que en la sección 5.2.3.2.

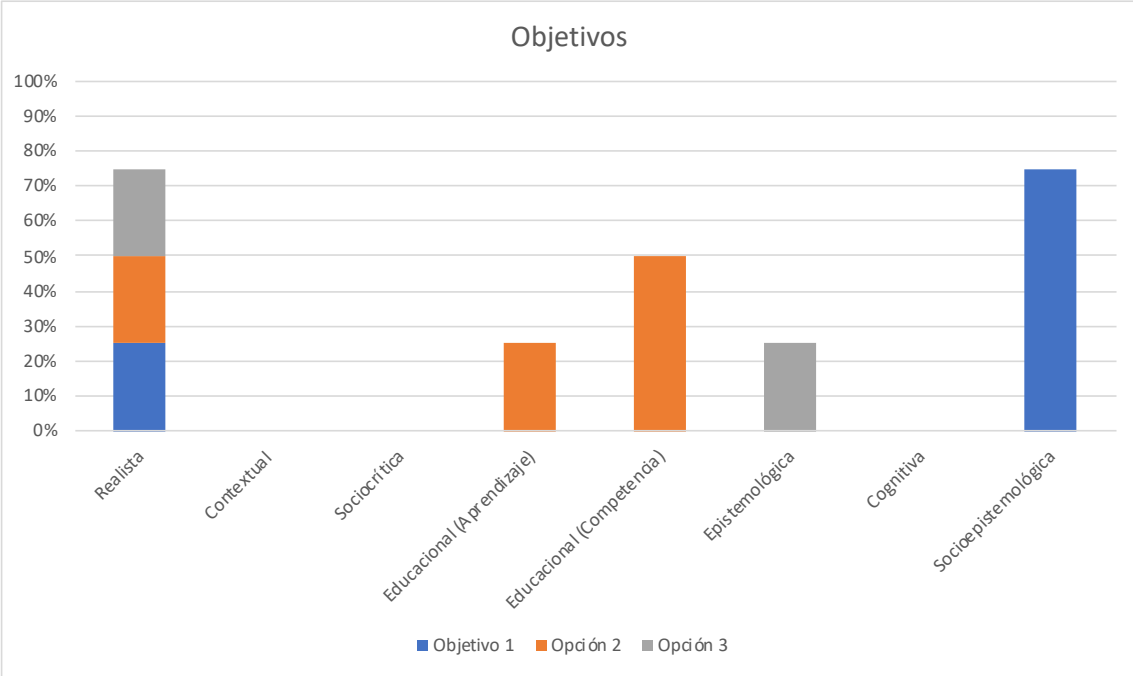

Imagen 5.22: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática educativa (objetivos).

En relación con los objetivos que posee la modelación en la asignatura que imparten los encuestados, se determina que los docentes participantes de la encuesta apuntan hacia la perspectiva realista, en la imagen 5.22 se observa que aproximadamente el 75% los sujetos pertenecientes al campo de la matemática educativa asignan a una de sus opciones la perspectiva en cuestión. También se distingue la perspectiva socioepistemológica con aproximadamente el 75% de frecuencia porcentual.

Por otro lado, se observa la nula presencia de las perspectiva contextual, sociocrítica y cognitiva entre los objetivos que los académicos presentan en cuanto a la modelación en la asignatura que imparten. Además, se incluye a la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) y epistemológica, como perspectivas carentes, debido a sus bajos porcentajes.

A continuación, se presenta el análisis relacionado a la interrogante “TIPOS DE PROBLEMAS”, vinculado al campo de la matemática educativa.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	1	25
Contextual	2	50
Educacional (aprendizaje)	1	25

Tabla 5.132: Tabla de frecuencias primera opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Realista	2	50
Socioepistemológica	1	25

Tabla 5.133*:* Tabla de frecuencias segunda opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Sociocrítica	1	25
Educacional (aprendizaje)	1	25
Socioepistemológica	1	25

Tabla 5.134: Tabla de frecuencias tercera opción "TIPOS DE PROBLEMA", respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

De acuerdo con las tablas de frecuencias anteriores, se elabora un gráfico de barras, diferenciando entre la primera, segunda y tercera opción relacionadas a los "TIPOS DE PROBLEMA". Luego, al utilizar la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.2), se suman los porcentajes obtenidos en cada opción para obtener el porcentaje total por perspectiva. Los resultados se ilustran a continuación:

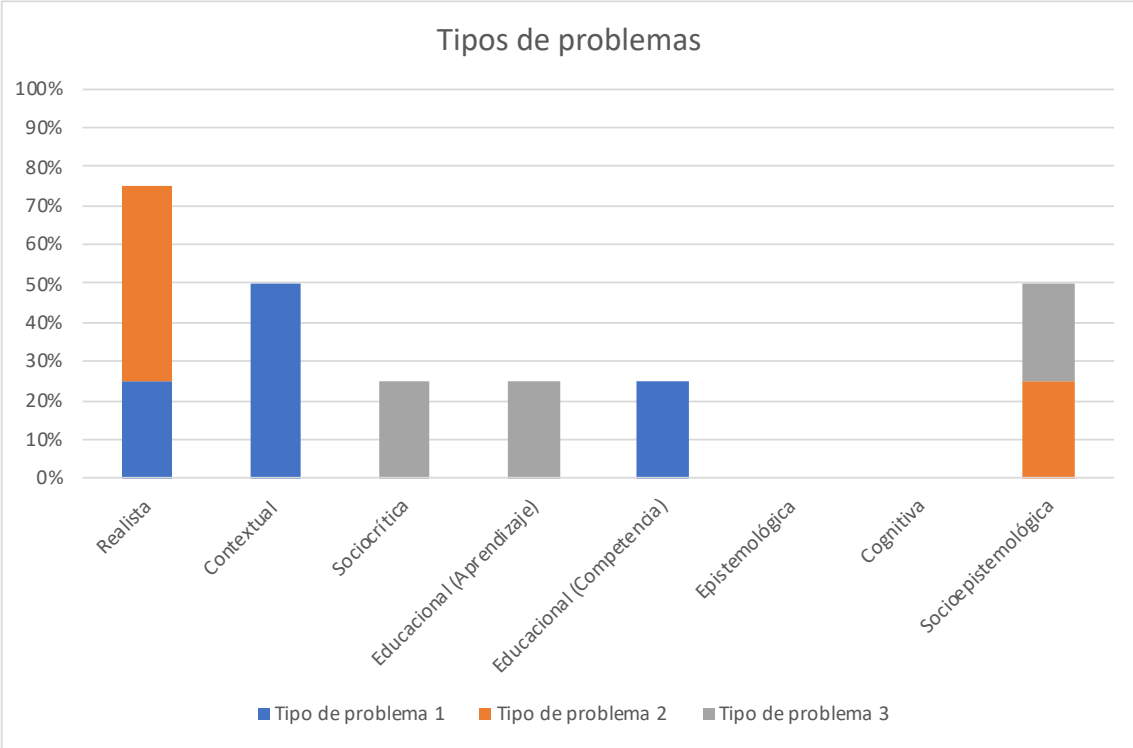

Imagen 5.23: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática educativa (tipos de problema).

En cuanto a los tipos de problemas que se abordan en el proceso de modelación en educación matemática, se observa a partir de la imagen 5.23 que la perspectiva realista y socioepistemológica lideran, con aproximadamente el 75% y 50% de preferencia, respectivamente.

Entre las perspectivas que menos predominan se encuentra la perspectiva epistemológica y cognitiva. Además, la perspectiva educacional (para el desarrollo de la competencia), educacional (para el aprendizaje de la matemática) y la perspectiva sociocrítica poseen un menor porcentaje de preferencia.

A continuación, se ilustra el análisis realizado en cuanto a las “CONCEPCIONES” relacionado al campo de la matemática educativa. Los resultados se vislumbran en las siguientes tablas de frecuencias y gráficos.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Educacional (aprendizaje)	1	25
Socioepistemológica	3	75

Tabla 5.135: Tabla de frecuencias primera opción "CONCEPCIONES", respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Educacional (aprendizaje)	2	50
Educacional (competencia)	1	25
Epistemológica	1	25

Tabla 5.136: Tabla de frecuencias segunda opción "CONCEPCIONES", respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA		
Perspectiva	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Sociocrítica	1	25
Educacional (competencia)	1	25
Socioepistemológica	1	25

Tabla 5.137: Tabla de frecuencias tercera opción "CONCEPCIONES", respuesta múltiple, campo de la matemática educativa

Teniendo presente las tablas de frecuencias señaladas, se realiza un gráfico de barras asociado a la información anterior, marcando la primera, segunda y tercera opción. Posteriormente, al utilizar la fórmula $\boldsymbol{X_T = x_1 + x_2 + x_3}$ (ver sección 4.5.2) se obtiene el porcentaje total asociado a cada perspectiva de modelación. Los resultados se muestran en la siguiente imagen.

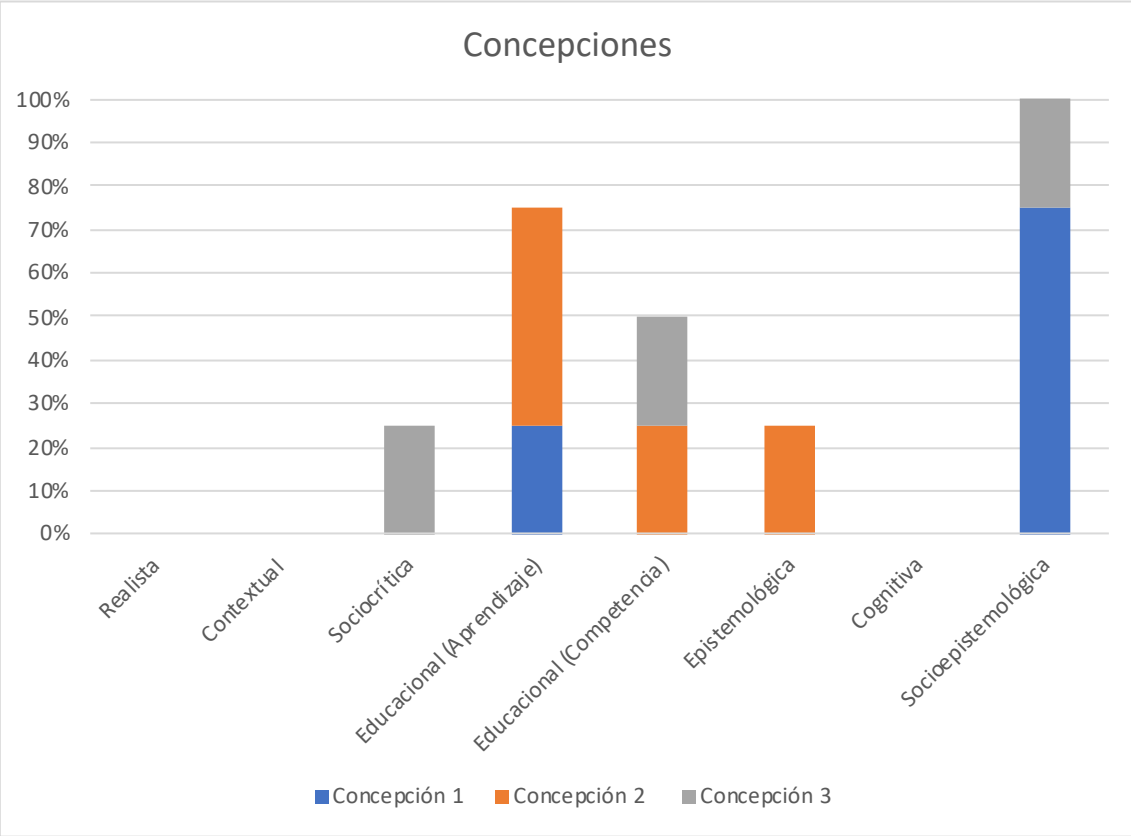

Imagen 5.24: Resultados análisis de preguntas de respuesta múltiple, campo de la matemática educativa (concepciones).

En el caso de las concepciones que poseen los encuestados en cuanto a la modelación en educación matemática, la perspectiva socioepistemológica obtuvo un 100% de frecuencia porcentual, lo cual implica que para todos participantes estuvo incluida esta perspectiva en la primera o tercera opción. Además, la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) también tiene mayor preferencia, con aproximadamente un 75% de frecuencia.

Las perspectivas con nula distinción, bajo las concepciones de la modelación en educación matemática, se encuentra la perspectiva realista, contextual y cognitiva. Además, se incluye a la perspectiva epistemológica y sociocrítica debido al bajo porcentaje de preferencia.

5.2.4.3 Análisis de preguntas en escala Likert

El análisis efectuado para este tipo de preguntas es análogo al realizado en las secciones 5.2.1.3, 5.2.2.3 y 5.2.3.3. Los resultados se presentan a continuación en las siguientes tablas de frecuencias y gráfico asociado a la frecuencia porcentual de cada perspectiva de modelación, vinculada al campo de la matemática educativa.

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA					
Perspectiva realista					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 6	1	2	1	0	0
Proposición 12	2	0	0	2	0
Proposición 24	1	0	2	0	1
Proposición 25	1	0	0	2	1

Tabla 5.138: Tabla de frecuencias perspectiva realista, escala Likert, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA					
Perspectiva contextual					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 3	1	1	1	0	1
Proposición 5	0	0	3	0	1
Proposición 13	0	0	1	0	3
Proposición 27	0	1	2	0	1

Tabla 5.139: Tabla de frecuencias perspectiva contextual, escala Likert, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA					
Perspectiva sociocrítica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 4	1	0	0	1	2
Proposición 7	0	0	0	2	2
Proposición 10	0	2	2	0	0

Tabla 5.140: Tabla de frecuencias perspectiva sociocrítica, escala Likert, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA					
Perspectiva educacional (aprendizaje)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 2	2	0	1	1	0
Proposición 14	0	2	0	2	0
Proposición 16	1	1	0	1	1
Proposición 17	1	0	2	1	0

Tabla 5.141: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (aprendizaje), escala Likert, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA					
Perspectiva educacional (competencia)					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 9	1	0	0	2	1
Proposición 23	1	0	1	1	1

Tabla 5.142: Tabla de frecuencias perspectiva educacional (competencia), escala Likert, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA					
Perspectiva epistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 1	1	1	2	0	0
Proposición 8	0	2	2	0	0
Proposición 19	3	0	0	0	1
Proposición 22	3	0	1	0	0

Tabla 5.143: Tabla de frecuencias perspectiva epistemológica, escala Likert, campo de la matemática educativa

CAMPO DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA					
Perspectiva cognitiva					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 11	0	0	2	1	1
Proposición 20	0	2	0	1	1
Proposición 26	1	0	1	1	1

Tabla 5.144: Tabla de frecuencias perspectiva cognitiva, escala Likert, campo de la matemática educativa

Campo de la Matemática Educativa					
Perspectiva socioepistemológica					
	Siempre	**Muchas veces**	**A veces**	**Pocas veces**	**Nunca**
Proposición 15	1	1	1	1	0
Proposición 18	3	1	0	0	0
Proposición 21	2	0	1	1	0
Proposición 28	1	0	2	1	0

Tabla 5.145*:* Tabla de frecuencias perspectiva socioepistemológica, escala Likert, campo de la matemática educativa

Los resultados obtenidos se ponderan, como se menciona en la sección 4.5.2, y luego se aplica la fórmula para obtener los porcentajes asociados a cada perspectiva de modelación.

$$\boldsymbol{x = \frac{R_{c_k} \cdot 20}{P_k \cdot n_{c_k}}},$$

los resultados se presentan a continuación en el siguiente gráfico de barras.

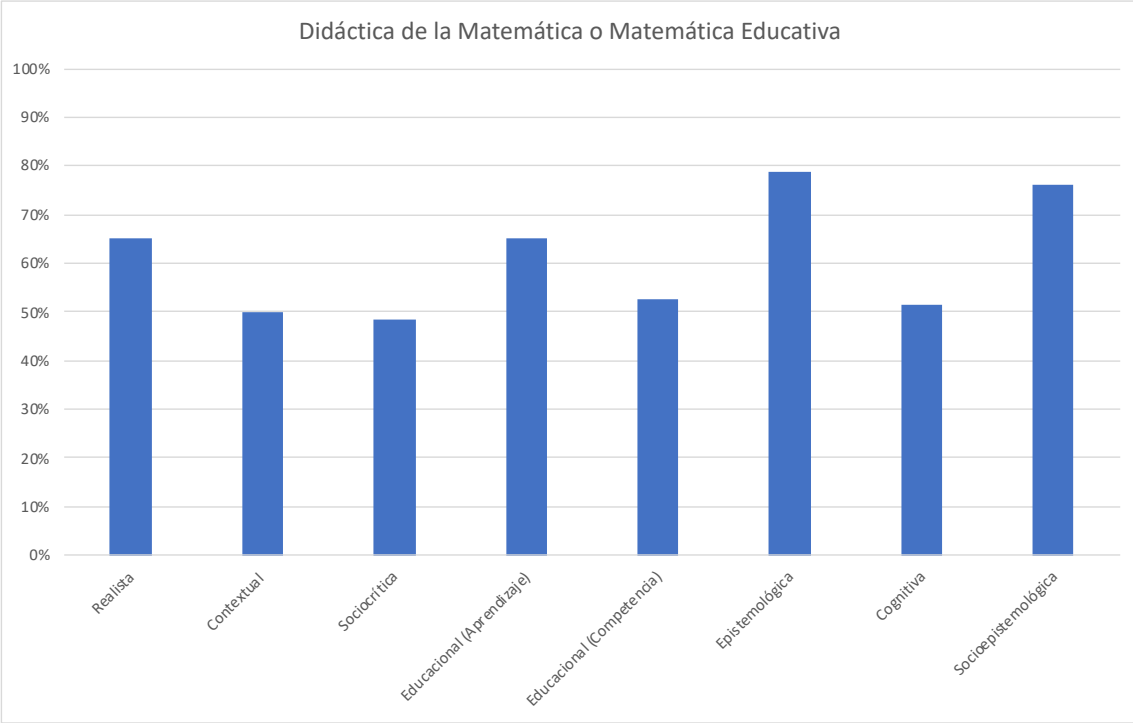

Imagen 5.25: Resultados análisis de preguntas en escala Likert, campo de la matemática educativa.

A partir del gráfico de la imagen 5.25, se concluye que la perspectiva epistemológica lidera en el campo de la matemática educativa, con aproximadamente un 80% de preferencia. Además, la perspectiva socioepistemológica también lidera con aproximadamente el 75% de frecuencia porcentual.

Entre las perspectivas con menor porcentaje, es decir, menor preferencia se encuentra las perspectivas sociocrítica, contextual, educacional (para el desarrollo de la competencia) y cognitiva.

Para concluir, se sintetiza los resultados obtenidos en la siguiente tabla, la cual indica las perspectivas predominantes y carentes dentro del campo de la matemática.

Tipo de pregunta	Perspectiva predominante	Perspectiva carente
Dicotómica	Socioepistemológica Realista	Sociocrítica Contextual
Respuesta Múltiple	Socioepistemológica Realista	Sociocrítica Cognitiva Epistemológica Contextual Educacional (aprendizaje)
Likert	Epistemológica Socioepistemológica	Sociocrítica Contextual Educacional (competencia) Cognitiva

Tabla 5.146: Síntesis campo de la matemática educativa

5.3 Principales hallazgos

En consideración con el análisis realizado de manera general en la sección 5.1, se concluye que los docentes de la carrera Pedagogía en Educación Matemática y Computación de la Universidad de Santiago tienden hacia las perspectivas realista y educacional (para el aprendizaje de la matemática). Por lo otro lado, las perspectivas que menos impacto tienen en los profesores de la carrera mencionada son las perspectivas contextual y sociocrítica.

En relación con el análisis realizado en la sección 5.2.1, el campo de la matemática propende hacia las perspectivas cognitiva, epistemológica y educacional (para el aprendizaje de la matemática). Sin embargo, las perspectivas que se mencionan en menor porcentaje son de carácter sociocrítica y contextual.

Posteriormente, dado el estudio realizado en la sección 5.2.2, el campo de la estadística se inclina, en primer lugar, hacia la perspectiva realista. En segundo lugar, hacia la perspectiva educacional (para el desarrollo de la competencia). Por otra parte, las perspectivas que menos representan al campo de la estadística son de carácter sociocrítica, epistemológica y socioepistemológica.

Tomando en cuenta lo tratado en la sección 5.2.3, se concluye que los académicos del campo de la educación son heterogéneos en comparación a los demás campos disciplinares, debido a que no se puede afirmar con claridad una tendencia de las perspectivas en particular. Pese a esto, del análisis realizado se observa que predomina la perspectiva realista y sociocrítica. Sin embargo, las perspectivas con menor tendencia dentro de este campo son de carácter contextual, epistemológico y socioepistemológico.

Finalmente, en lo que concierne al campo de la matemática educativa y en consideración al estudio realizado en la sección 5.2.4, se establece que las perspectivas de preferencia en este campo son de carácter socioepistemológico y realista. En caso contrario, las perspectivas que menos propenden con de tipo sociocrítica, contextual y cognitiva.

5.4 Confrontación

A continuación, se presenta una confrontación entre el estudio realizado en el marco teórico (ver capítulo 3) y el análisis de la encuesta (ver capítulo 5, sección 5.2), con el fin de contrastar los datos obtenidos en ambas indagaciones.

Las tablas siguientes muestran los resultados obtenidos a partir de cada análisis, tanto del marco teórico como del cuestionario. La columna "característica del campo" la caracterización de cada campo estudiado (matemática, estadística, educación, matemática educativa), el cual se relaciona con los indicadores de cada perspectiva (ver capítulo 3, sección 3.1), para, finalmente, indicar la proposición del cuestionario asociada a la perspectiva en cuestión.

Campo de la matemática			
Característica del campo	**Indicador**	**Perspectiva de modelación asociada**	**Proposición del cuestionario**
Describir tipos de pensamiento matemático.	Estilo de pensamiento matemático	Cognitiva	Me propongo, en mi asignatura, conocer las diferentes estrategias que tienen los alumnos al momento de modelar matemáticamente.
Crear enlaces entre el significado de una palabra y su implicación matemática.	Matematización Reconstrucción de la matemática	Epistemológica	En mi asignatura, pretendo que mis estudiantes reconstruyan la matemática a partir de la modelación
Demostrar teoremas clásicos, comprobación de propiedades estructurales de objetos matemáticos.	Utilidad para el desarrollo de la matemática Desarrollo teórico	Epistemológica	En mi asignatura, planteo situaciones en donde la modelación sea útil para el desarrollo de la matemática, como disciplina científica.
La definición de un objeto matemático nuevo debe ser realizado en términos de otros objetos ya conocidos.	Facilitador del aprendizaje	Educacional (para el aprendizaje de la matemática)	En sus clases, ¿utiliza la modelación con la intención de que los estudiantes aprendan un nuevo

			concepto o proceso matemático?
Utilizar un lenguaje matemático para ejemplificar, describir, interpretar, explicar, fundamentar y comunicar conceptos y sus relaciones.	Matematización	Epistemológica	No fue observable en la encuesta
Fundamentar la utilización de un objeto matemático en diferentes contextos	Intención particular del aprendizaje	Educacional (para el aprendizaje de la matemática)	En mi asignatura, utilizo la modelación para enseñanza de conceptos y procesos matemáticos.
Justificar el poder de la generalización	Generalización	Contextual	En su asignatura, ¿los estudiantes generalizan el modelo obtenido a otras situaciones similares?
Justificar el poder de la abstracción en el desarrollo de la teoría matemática	Desarrollo teórico de la matemática	Epistemológica	En mis clases, reconozco la modelación como un proceso que permite la construcción de la teoría matemática.
Validar e interpretar modelos en situaciones reales de diferentes tipos y contextos	Validación de un modelo matemático Carácter interdisciplinar	Realista	En sus clases, ¿los estudiantes validan el modelo utilizado a través de la tecnología?

Tabla 5.147: Confrontación campo de la matemática

A partir de la tabla 5.147 se vislumbra, de manera teórica, que el campo de la matemática está relacionado con la perspectiva epistemológica, cognitiva y educacional (para el aprendizaje de la matemática), lo cual coincide con los resultados de la encuesta.

Por otro lado, en el estudio teórico del campo de la matemática aparece la perspectiva realista, la cual no se encuentra de manera predominante en los resultados del análisis del cuestionario.

Además, en la teoría figura la perspectiva contextual, la cual se manifiesta como una de las perspectivas que menos se presentan en el campo de la matemática.

Campo de la estadística			
Característica del campo	**Indicadores**	**Perspectiva asociada**	**Proposición del cuestionario**
Caracterizar, describir y encontrar patrones que se encuentran en una determina realidad.	Resolución de problemas de la vida real.	Realista	En mis clases, planteo problemas de la vida real con enfoques interdisciplinares.
Utilizar un lenguaje estadístico.	Matematización	Epistemológica	No fue observable en la encuesta
Desarrollar un pensamiento probabilístico.	Exploración y creatividad	Educacional (desarrollo de la competencia)	En mi asignatura, planteo situaciones de modelación para que mis alumnos exploren y den soluciones creativas.
Colaborar en la toma de decisiones	Toma de decisiones	Sociocrítica	La modelación ayuda en la toma decisiones sobre la realidad social, política y económica.
Aplicar de modelos	Matemática aplicada	Educacional (aprendizaje de la matemática)	Respecto a su asignatura, ¿la modelación tiene como foco la aplicación del concepto o proceso matemático?
Diseñar y conducir estudios experimentales y observacionales.	Carácter interdisciplinar	Realista	No fue observable en la encuesta
Seleccionar métodos apropiados y justificar su elección.	Crítica al modelo	Educacional (desarrollo de la competencia)	No fue observable en la encuesta

Tabla 5.148: Confrontación campo de la estadística

Dada la tabla 5.148, se concluye que, efectivamente, el campo de la estadística tiende hacia las perspectivas realista y educacional (para el desarrollo de la competencia), tal como menciona el análisis teórico y de la encuesta.

Pese a esto, las perspectivas epistemológica y sociocrítica aparecen en la teoría como perspectivas predominantes, sin embargo, de acuerdo con los resultados del cuestionario, son las perspectivas que menos tendencia tienen en este campo disciplinar.

Además, la perspectiva educacional (para el aprendizaje de la matemática) se menciona en la teoría, pero no es preponderante entre los docentes.

Campo de la educación			
Característica del campo	**Indicadores**	**Perspectiva asociada**	**Proposición del cuestionario**
El centro de las actividades es el estudiante y su proceso de aprendizaje.	Procesos cognitivos del estudiante	Cognitiva	Me propongo, en mi asignatura, conocer las diferentes estrategias que tienen los alumnos al momento de modelar matemáticamente.
Preocupación particular sobre el objetivo de la actividad.	Centrado en las tareas de modelación	Contextual	En su clase, ¿al realizar una tarea de modelación su foco está en el modelo obtenido?
Preocupación particular sobre el tipo de estudiante al que esta dirigido.	Procesos cognitivos del estudiante	Cognitiva	No fue observable en la encuesta
Modificar las prácticas dependiendo del tipo de alumno.	Procesos cognitivos del estudiante Estilos de pensamiento matemático	Cognitiva	¿El proceso de modelación le permite observar las dificultades que presentan los estudiantes? En su asignatura, ¿usted se propone conocer los principales retos cognitivos que presentan los alumnos al modelar?

Tomar en cuenta los conocimientos previos.	Procesos cognitivos del estudiante	Cognitiva	En su asignatura, ¿realiza actividades en donde los estudiantes activan y reconocen sus conocimientos previos?
El estudiante es un ser responsable de su propio aprendizaje.	Estudiantes autónomos e independientes.	Sociocrítica	No fue observable en la encuesta
Incluir al estudiante en su propio proceso de aprendizaje.	Procesos cognitivos del estudiante	Cognitiva	No fue observable en la encuesta

Tabla 5.149: Confrontación campo de la educación.

De acuerdo con la tabla 5.149, se observa que, según el análisis teórico del campo de la educación, es la perspectiva cognitiva quien predomina, sin embargo, en los resultados de la encuesta dicha perspectiva no aparece como predominante.

Por otro lado, la perspectiva sociocrítica lidera tanto en el análisis teórico como de la encuesta, por lo que se concluye que el campo de la educación tiende a la perspectiva sociocrítica.

Además, bajo la teoría aparece la perspectiva contextual, sin embargo, ésta es una de las perspectivas que menor predominancia tiene en el campo de la educación.

Así, se vislumbra que el campo de la educación es el que menos relación tiene al comparar la teoría con los resultados obtenidos de la encuesta realizada por los docentes de la PEMC-USACH. Esto, debido a la heterogeneidad entre las asignaturas que pertenecen a este campo.

Campo de la matemática educativa			
Característica del campo	**Indicadores**	**Perspectiva asociada**	**Proposición del cuestionario**
Identificar necesidades de aprendizaje.	Procesos cognitivos del estudiante	Cognitiva	Con la modelación observo las barreras cognitivas que poseen mis estudiantes.
Aplicar estrategias para satisfacer las necesidades de aprendizaje.	Procesos cognitivos del estudiante	Cognitiva	Me propongo, en mi asignatura, conocer las diferentes estrategias que

			tienen los alumnos al momento de modelar matemáticamente.
Monitorear procesos y resultados de los estudiantes.	Procesos cognitivos del estudiante	Cognitiva	En su asignatura, ¿usted se propone conocer los principales retos cognitivos que presentan los alumnos al modelar?
El aprendizaje de la matemática es un proceso de construcción social.	Práctica social generadora de conocimiento matemático	Socioepistemológica	Reconocer la modelación matemática como una práctica socialmente compartida
Considerar el contexto de los estudiantes y vivencias que posee dentro y fuera de la sala de clases.	Práctica humana que permite reconstruir conocimiento matemático	Socioepistemológica	El foco, en mi asignatura, es reconocer el contexto y práctica de la gente más que el concepto y procesos matemáticos.
Posee un carácter social dado por el proceso de construcción mediante el cual se accede al conocimiento.	Práctica social generadora de conocimiento matemático	Socioepistemológica	En mis clases, hago que mis estudiantes reconozcan que la modelación es una práctica social, es decir, que todos modelamos.

Tabla 5.150: Confrontación campo de la matemática educativa

En relación con la tabla 5.150, se vislumbra que el campo de la matemática educativa se relaciona con la perspectiva socioepistemológica, lo cual concuerda con la teoría y el análisis de la encuesta.

Sin embargo, en la teoría predomina la perspectiva cognitiva, la cual se presenta en la encuesta como la perspectiva que menor preponderancia posee en el campo de la matemática educativa.

Capítulo 6: Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas en esta investigación, las cuales están organizadas en seis secciones, en donde se ilustra las deducciones del autor concerniente a los diversos capítulos de este escrito.

I. Relacionadas con la caracterización de las perspectivas de modelación en educación matemática

En consideración con el marco teórico y el seminario de expertos, se logra caracterizar las diversas perspectivas de modelación en educación matemática, estableciendo indicadores que permiten clarificar las diferencias entre ellas.

Por lo tanto, se puede concluir que la perspectiva realista posee usos pragmáticos, es decir, se debe enfocar en la utilidad y en lo práctico del modelo. Además, brinda una carácter interdisciplinar al relacionar los problemas reales con otras áreas del conocimiento. Asimismo, el modelo debe ser evaluado a través de la validación con datos reales, utilizando la tecnología. Por último, se debe considerar una situación problemática vinculada a la realidad de los estudiantes.

Por su parte, la perspectiva contextual tiene su foco en las actividades de modelación, las cuales deben generar la necesidad de modelar. Además, el modelo debe ser aplicado a otras situaciones similares y los estudiantes deben ser capaces de juzgar la utilidad del modelo y sus soluciones, analizando si se obtienen resultados satisfactorios o no. Debido a que su centro son las tareas de modelación, tiene un enfoque en las diversas estrategias que utilizan los estudiantes para resolver la situación problemática.

En cuanto a la perspectiva sociocrítica, ésta busca comprender el entorno bajo la modelación, por lo que busca situaciones problemáticas que cuestionen la realidad social, la desigualdad social y desarrolle la crítica y la reflexión. Cuando se utiliza la modelación bajo esta perspectiva, se espera que los estudiantes puedan tomar decisiones y convertirse en ciudadanos empoderados, autónomos, críticos y reflexivos. Las críticas y reflexiones puede ser hacia lo modelado, hacia el modelo o hacia los supuestos en la creación del modelo, siempre desde un escenario social.

La perspectiva educacional, para el aprendizaje de la matemática es un medio para el aprendizaje de ésta, es decir, la modelación se convierte en un facilitador del aprendizaje. La intención de esta perspectiva radica particularmente en el aprendizaje de la matemática, por lo tanto, su enfoque esta en la enseñanza y aprendizaje del objeto matemático. Las situaciones reales deben ser motivacionales y los estudiantes deben visualizar una matemática aplicada durante el proceso de modelación.

La perspectiva educacional para el desarrollo de la competencia de modelar tiene como foco principal el aprendizaje de la modelación a través del proceso de modelación. Se deben

considerar el saber, saber hacer y saber ser en el aprendizaje. Para lograr desarrollar la competencia de modelar, la exploración y la creatividad deben ser habilidades presentes en los estudiantes. Además, una vez construido el modelo, éste se debe criticar para lograr verificar la validez del modelo. Por lo tanto, bajo esta perspectiva, la modelación matemática es una competencia que se debe desarrollar.

En cuanto a la perspectiva epistemológica tiene su centro en el desarrollo de la teoría matemática. Se fundamente en la teoría de las situaciones didácticas, la teoría antropológica de la didáctica y en la matematización. Esta perspectiva apunta hacia la reconstrucción de la matemática a través de la epistemología de los objetos matemáticos, teniendo en consideración el valor de la historia de éstos. Reconoce la modelación como una construcción de la teoría matemática.

Por otro lado, la perspectiva cognitiva busca identificar los procesos cognitivos del estudiante. Con el fin de colaborar en la enseñanza-aprendizaje es importante que el docente reconozca las diferentes representaciones mentales que realizan los estudiantes en el proceso de modelación y los estilos de pensamiento matemático que poseen. Lo cual da indicios de las posibles rutas de modelación que utilizan los estudiantes. Debido a que esta perspectiva tiene como objetivo el ámbito de la cognición de los modeladores, se considera una meta perspectiva.

Por último, la perspectiva socioepistemológica concibe la práctica social como generadora de conocimiento matemático, por lo que la modelación es vista como una práctica social. Además, la socioepistemología es una práctica humana que permite reconstruir el conocimiento matemático, a través de una matemática funcional. Las diferentes construcciones del conocimiento que se realizan dependen de la comunidad en que se encuentran los estudiantes.

De acuerdo a estas caracterizaciones, surgen indicadores los cuales consisten en palabras claves que permiten identificar cada perspectiva y son de utilidad para la elaboración del cuestionario.

II. Relacionadas a la caracterización de los campos

El programa PEMC-USACH posee al menos cuatro campos, entre ellos destaca el campo de la matemática, estadística, educación y matemática educativa, los cuales fueron analizados en este trabajo de investigación. Además, en la carrera hay un quinto campo disciplinar, denominado “campo de la computación”, el cual no fue trabajado en esta oportunidad, pese a ello, es de interés incluirlo en próximas investigaciones.

Generalmente, la matemática y la estadística se ven como un único campo disciplinar. La investigación realizada muestra que es menester separar a la matemática y a la estadística debido a que poseen caracterizaciones distintas como campo y tienden a diferentes perspectivas

de modelación. Además, en el perfil de egreso del programa se vislumbran diferencias entre ambas disciplinas.

En consideración con el perfil de egreso, el trabajo de Soto (2013) y Vargas (2016), se logra caracterizar los cuatro campos disciplinares que están presentes en el programa PEMC-USACH, los cuales se detallan a continuación.

Entre las características del campo de la matemática, se encuentra que pretende utilizar un lenguaje matemático para ejemplificar, describir, interpretar, explicar, fundamentar y comunicar conceptos y relaciones; describir tipos de pensamiento matemático; crear enlaces entre el significado de una palabra y su implicación matemática; demostrar teoremas clásicos, comprobación de propiedades estructurales de objetos matemáticos; considerar que la definición de un objeto matemático nuevo debe ser realizado en términos de otros objetos ya conocidos; fundamentar la utilización de un objeto matemático en diferentes contextos; justificar el poder de la generalización; justificar el poder de la abstracción en el desarrollo de la teoría matemática y validar e interpretar modelos en situaciones reales en diferentes tipos y contextos.

Por lo tanto, teóricamente el campo de la matemática está relacionado con la perspectiva epistemológica, cognitiva, educacional (para el aprendizaje de la matemática) y realista. Los documentos analizados no hacen mención del resto de las perspectivas.

En cuanto al campo de la estadística, éste busca caracterizar, describir y encontrar patrones que se encuentran en una determinada realidad; utilizar un lenguaje estadístico; desarrollar un pensamiento probabilístico; colaborar en la toma de decisiones; aplicar modelos; diseñar y conducir estudios experimentales y observaciones; seleccionar métodos apropiados y justificar su elección.

Por lo tanto, el campo de la estadística tiende teóricamente hacia las perspectivas realista, educacional para el aprendizaje y desarrollo de la competencia y epistemológica. El resto de las perspectivas no se mencionan.

Por su parte, el campo de la educación procura que el centro de las actividades sea el estudiante y su proceso de aprendizaje; posee una preocupación particular sobre el objetivo de la actividad y sobre el tipo de estudiante al que esta dirigido; modificar las prácticas dependiendo del tipo de alumno; toma en consideración los conocimientos previos; busca lograr que el estudiante sea un ser responsable de su propio aprendizaje e incluir al educando en su propio proceso de aprendizaje.

Así, el campo de la educación se debe enfocar teóricamente en una perspectiva cognitiva y contextual. El resto de las perspectivas no se hacen visible dentro del presente campo.

Finalmente, el campo de la matemática educativa pretende identificar las necesidades de aprendizaje; aplicar estrategias para satisfacer las necesidades de aprendizaje; monitorear

procesos y resultados de los estudiantes; busca lograr que el aprendizaje de la matemática sea un proceso de construcción social; considera el contexto de los estudiantes y las vivencias que poseen dentro y fuera de la sala de clases y posee un carácter social dado por el proceso de construcción mediante el cual se accede al conocimiento.

De acuerdo con lo anterior, el campo de la matemática educativa tiende teóricamente hacia la perspectiva socioepistemológica y cognitiva. No se hace mención al resto de las perspectivas dentro de este campo disciplinar.

Debido al cambio curricular del programa en el año 2012, el campo de la matemática educativa se ha visto fortalecido en cuanto al aumento de académicos que pertenecen a dicho campo disciplinar.

Por último, cabe destacar que en la caracterización teórica de los diversos campos disciplinares se encuentra de manera muy vaga o casi inexistente las perspectivas contextual y sociocrítica.

III. Instrumento y metodología

El instrumento es extenso, su duración abarca aproximadamente 30 minutos para su realización. Se incluyen preguntas relacionadas con todas las perspectivas de modelación, sin embargo, no todos los indicadores fueron representados en una proposición o interrogante.

El ítem de respuesta múltiple, en el cual los académicos deben jerarquizar las afirmaciones en cuanto a los objetivos que la modelación tiene en la asignatura que imparten, los tipos de problemas que utilizan para la modelación y las concepciones que poseen en cuanto a la modelación en educación matemática, genera dificultad puesto que no todos siguen la instrucción de ordenar las proposiciones, incluyendo más de tres en su jerarquización. Pese a esto, solo se consideran las tres primeras opciones.

Puesto que se trabaja a través de Google Forms, los datos se pueden codificar de una manera eficaz debido a que la plataforma entrega un Excel con la información obtenida.

El pilotaje realizado en una primera instancia por los integrantes del seminario de expertos, valida el instrumento y aporta mejoras para su implementación, las cuales son consideradas previo a la versión final.

IV. Resultados

Finalmente, al considerar los resultados obtenidos en la caracterización de los campos (ver capítulo 3, sección 3.3), la información entregada en el análisis del cuestionario (ver capítulo 5, sección 5.2) y la confrontación de los datos (ver sección 5.4), se tiene que:

- El campo de la matemática tiende hacia las perspectivas epistemológica, cognitiva y educacional para el aprendizaje de la matemática. Además, según la teoría este campo debe tener un enfoque contextual, sin embargo, los académicos mencionan que es la perspectiva que menor predominancia tiene.
- El campo de la estadística apunta hacia las perspectiva realista y educacional para el desarrollo de la competencia de modelar. Pese a esto, la teoría indica que los docentes del campo de la estadística deben tener un enfoque epistemológico y sociocrítico, sin embargo, son las perspectivas de menor tendencia.
- El campo de la educación no es concluyente en comparación a los otros campos, puesto que las asignaturas que imparten los académicos son heterogéneas entre sí. Sin embargo, este campo propende hacia la perspectiva sociocrítica. En caso contrario, la teoría menciona que los docentes pertenecientes a este campo deben tener una tendencia hacia la perspectiva contextual, la cual es la de menor preponderancia en los resultados de la encuesta.
- El campo de la matemática educativa propende exclusivamente hacia la perspectiva socioepistemológica, lo cual es fundamentado por la teoría y el análisis de la encuesta. No obstante, la caracterización del campo indica que debe tener una mirada hacia la perspectiva cognitiva, la cual se encuentra dentro de las perspectivas de menor tendencia en este campo.

Por último, y de manera general, los docentes de la PEMC tienden hacia las perspectivas realista y educacional para el aprendizaje de la matemática. Por otra parte, las perspectivas de menor impacto en los académicos son las perspectivas contextual y sociocrítica. Aunado a lo anterior, el perfil de egreso hace un leve énfasis en las perspectivas contextual y sociocrítica.

V. Reflexiones

En la carrera PEMC hay un total de 25 académicos aproximadamente que imparten asignaturas pertenecientes a los campos disciplinares estudiados, de los cuales 16 participaron en la aplicación de la encuesta.

Un factor que provoca la no respuesta de algunos docentes es la situación pandemia que se vive a nivel mundial, puesto que se envía el cuestionario por correo electrónico y se hace un segundo llamado a responder la encuesta a través de la misma plataforma, por lo que varios académicos hacen caso omiso a dicho correo.

Con el propósito de contribuir a la educación, es menester de los académicos participar en investigaciones que aporten para la mejora de ésta. Es necesario que los docentes se involucren en estos estudios puesto que colabora en la formación inicial de los futuros profesores. El fin de estas indagaciones no es criticar a los participantes, puesto que es anónima, sino colaborar en la educación del país.

VI. Recomendaciones y proyecciones

Se recomienda aplicar esta encuesta en un contexto sin pandemia, puesto que pueden participar más académicos del programa PEMC-USACH y así poder robustecer esta investigación.

También, es recomendable ampliar los campos disciplinares e incluir el campo de la computación, debido a que es parte esencial del programa PEMC-USACH. Además, los académicos pertenecientes a este campo trabajan con la modelación en las asignaturas que imparten.

En cuanto a las proyecciones, el cuestionario elaborado en este trabajo puede ser utilizado para identificar las tendencias que poseen los académicos de programas de formación inicial de docentes de matemáticas en diferentes universidades del país.

Además, al replicar este estudio en otras universidades que impartan programas de formación inicial en docencia en matemática, se puede obtener una visión a nivel país en cuanto a la predominancia de las tendencias que poseen los académicos.

Bibliografía

Agencia de la Calidad de la Educación (2019). *PISA 2018 Entrega de Resultados.* Santiago de Chile.

Arrieta, J., Buendía, G., Ferrari, M., Martínez, G., & Suárez, L. (2004). Las prácticas sociales como generadoras del conocimiento matemático. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 418-422.

Arrieta, J., & Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación desde la socioepistemología. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19-48.

Bassanezi, R. (2004). *Modelagem Matemática. Uma disciplina emergente nos programas de formacao de profesores.* UNICAMP - IMECC.

Blomhoj, M. (2004). Mathematical modelling - A theory for practice. *International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics*, 145-159. National Center for Mathematics Education.

Blomhoj, M. (2008). Different perspectives on mathematical modelling in educational research. *In International Congress on Mathematical Education (ICME 11). Monterrey, México.*

Blum, W. (1991). Applications and modelling in mathematics teaching - a review of arguments and instructional aspects. *Teaching of mathematical modelling and applications*, 10-29.

Blum, W., & Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application 1(1)*, 45-58.

Blum, W., & LeiB, D. (2007). Deal with modelling problems. *Mathematical Modelling. Education, Engineering and Economics-ICTMA, 12*, 222-231.

Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phrases in the modelling process. *ZDM 38(2)*, 86-95.

Borromeo-Ferri, R. (2010). On the influence of mathematical thinking styles on learners' modelling behavior. *Journal für Mathematik didaktik*, 99-118.

Bosch, M., García, F., Gascón, J., & Ruiz, L. (2006). La modelización matemática y el problema de la articulación de la matemática escolar. Una propuesta desde la teoría antropológica de lo didáctico. *Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática*, 37-74.

Bourdieu, P. (1997). *Los usos sociales de la ciencia.* Paris: INRA.

Canales Cerón, M. (2006). *Metodologías de investigación social.* Santiago de Chile: LOM.

Cañete, Roberto, Guilhem, Dirce, & Brito, Katia. (2012). Consentimiento informado: algunas consideraciones actuales. *Acta bioethica*, *18*(1), 121-127. https://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2012000100011

Chavarría, J. (2006). Teoría de las situaciones didácticas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*.

Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes 1 en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol 19, no 2*, 221-266.

Corbetta, P. (2010). *Metodología y técnicas de investigación social.* Madrid: Mc Graw Hill.

Cordero, F. (2016). Modelación, funcionalidad y multidisciplinariedad. En J. Arrieta, & L. Díaz, *Investigaciones latinoamericanas en modelación* (págs. 59-88). México: Gedisa.

Correa, M., Marín, A., Gómez, P., Mesa, Y., & Villa-Ochoa, J. (2015). Concepciones de formadores de profesores sobre la modelación matemática y la relación con sus prácticas de enseñanza. *Conferencia Nacional sobre Modelagem na Educacao Matematica*.

Cruz, M. (2018). Modelos y modelación en matemática educativa. *Curso corto CC 032, Relme 32*.

D'Ambrosio, U. (2000). Las dimensiones políticas y educacionales de la etnomatemática. *Las matemáticas del siglo XX*, 439-444.

Fernández, L. (2007). *¿Cómo se elabora un cuestionario?* Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació. Universitat de Barcelona.

Fortich, M., & Moreno, Á. (2012). Elementos de la teoría de los campos de Pierre Bourdieu para una aproximación al derecho en America Latina: consideraciones previas. *Verba Iuris 27*, 47-62.

Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). Un marco para identificar los bloqueos de los estudiantes durante las transiciones en el proceso de modelación. *ZDM, 38(2)*, 143-162.

Gascon, J. (2003). From the Cognitive to the Epistemological Programme in the Didactics of Mathematics: Two Incommensurable Scientific Research Programmes? *For the Learning of Mathematics 23, 2*, 44-55.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference.* Boston: 11.0 update (4thed.).

Gómez-Chacón, I., & Maestro, N. (2008). Matemáticas y Modelización. Ejemplificación para la enseñanza obligatoria. *Experiencias de aula y propuestas didácticas*, 107-121.

Greefrath, G., & Rieß, M. (2013). Reality Based Test Tasks with Digital Tools at Lower Secondary. *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice*, 445-456.

Guerrero-Ortiz, C., & Mena-Lorca, J. (2015). Modelación en la enseñanza de las matemáticas: Matemáticos y profesores de matemáticas, sus estrategias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1-14.

Gutierrez Martínez, D. (2005). Del constructivismo de Bourdieu al construccionismo de Piaget: En torno a las políticas educativas aplicadas a los pueblos indígenas en México. En P. Bourdieu, *Campos de conocimiento: teoría social, educación y cultura* (págs. 71-106). México: UNAM Y UNAM.

Hernández-Sampieri, R., Fernandez-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación, 6ta edición.* México: Mc Graw Hill education.

Hernández, R., Mariño, L., & Ortega, M. (2016). El conocimiento semántico en la representación de problemas de ecuaciones diferenciales como modelos matemáticos. *Revista Logos Ciencia y Tecnología*, 31-44.

Huincahue, J. (2017). *Propuesta de modelación matemática en la formación de profesores y bases para una variedad de modelación desde la teoría Socioepistemológica.* Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Huincahue, J., Borromeo-Ferri, R., & Mena-Lorca, J. (2018). El conocimiento de la modelación matemática desde la reflexión en la formación inicial de profesores de matemática. *Enseñanza de las ciencias, 36(1)*, 99-115.

Huincahue, J., & Mena-Lorca, J. (2014). *Modelación matemática en la formación inicial de profesores.* Chile : Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Jácome, I., & Fiallo, J. (2009). Matematización del Teorema Fundamental del Cálculo en el Nivel Situacional con el uso de tecnologías digitales. *Conferencia Interamericana de Educación Matemática*.

Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM 38(3)*, 302-310.

Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento.* McGraw-Hill.

Lesh, R., & Harel, G. (2003). Problem Solving, Modeling, and Local Conceptual Development. *Mathematical Thinking and Learning*, 157-189.

MaaB, K. (2006). What are modeling competencies? *ZDM*, 113-142.

Martinez, A., Cobos, J., & Torres, E. (2015). Matematización y modelización: experiencias y saberes. Una propuesta de aula. *Espiral. Revista de Docencia e Investigación, 5(2)*, 9-22.

Mendez, M., & Arrieta, J. (2007). ¿Cómo en el ejercicio de la práctica de modelación de un sistema de resortes se construyen modelos multilineales? *Consideración de aspectos socioepistemológicos en el análisis y el rediseño del discurso matemático escolar* (págs.

MINEDUC. (2015). *Bases curriculares 7º básico - 2º medio.* Santiago de Chile.

Merino Soto, Cesar y Charter, Richard (2010). Modificación Horst al Coeficiente KR - 20 por Dispersión de la Dificultad de los Ítems. *Revista Interamericana de Psicología / Interamerican Journal of Psychology, 44* (2), 274-278.

Niss, M. (2015). Mathematical Competencies and PISA. *Assesing Mathematical Literacy*, 35-55.

Noreña-Peña, A., Moreno, N. A., Rojas, J. G., & Rebolledo-Malpica, D. M. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. Aquichan, 12(3), 263-274.

Pollak, H. (1969). How can we teach applications of Mathematics? . *Educational Studies in Mathematics*, 393-404.

Porras-Lizano, K., & Fonseca-Castro, J. (2015). Application of Mathematical Modeling Activities in Costarican High School Education. *Uniciencia*, 42-57.

Salett, M., & Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, 105-125.

Soto, D. (2013). El campo de la formación del profesor de matemáticas y la exclusión de la construcción social del conocimiento matemático. El caso de un programa específico. En C. Dolores, M. García, J. Hernández, & L. Sosa, *Matemática Educativa: La formación de profesores* (págs. 117-134). México: Díaz de Santos.

Suárez, L., & Cordero, F. (2010). Modelación Graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. *RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, 13(4)*, 319-333.

USACH. (18 de Enero de 2021). *Pedagogía en Matemática y Computación/Licenciatura en Educación Matemática y Computación*. Obtenido de Perfil de egreso licenciado y profesor de educación matemática y computación: http://lemc.usach.cl/index.php/perfil-de-egreso

Vargas, J. P. (2016). *Caracterización de los campos de formación del profesor de matemáticas. Un estudio para el desarrollo de la identidad disciplinar.* Santiago: USACH.

Vilches, K., Soto, D., & Silva, H. (2019). Mathematical Modeling in Initial Teacher Training: An Epistemological Analysis. En F. Córdova, & H. Rojas, *Education in a competitive and globalizing word* (págs. 55-84). Nova.

Villa-Ochoa, J. (2007). La modelación como Proceso en el Aula de Matemáticas: Un Marco de Referencia y un Emeplo. *Tecno Lógicas 19*, 63-85.

Villa-Ochoa, J. (2015). Modelación matemática a partir de problemas de enunciados verbales: un estudio de caso con profesores de matemática. *Revista Internacional de Investigación en Educación, 8(16)*, 133-148.

Villa-Ochoa, J., Bustamante, C., Berrio, M., Osorio, A., & Ocampo, D. (2009). El proceso de modelación matemática. Una mirada a la práctica del docente. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa Alme, 22*, 1443-1451.

Zaldívar, J. (2016). Una reflexión sobre la modelación desde la construcción social del conocimiento matemático. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 817-827.

Anexo 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO ACADÉMICOS

El propósito de la información que se presenta a continuación es ayudarle a tomar la decisión de participar o no en esta investigación.

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN: ¿Cuál es el estatus epistemológico de la modelación matemática en la formación inicial del profesor de matemática y computación de la Universidad de Santiago de Chile?

IINVESTIGADOR RESPONSABLE: Daniela Geraldiny Soto Soto

INVESTIGADORES CO-RESPONSABLES: Hector Silva Crocci

ESTUDIANTE TESISTA: Cynthia Carocca Pereira

LOS OBJETIVOS DE ESTUDIO

Diagnosticar el estatus epistemológico de la modelación matemática en la formación inicial del profesor de matemáticas, en particular en el programa de Pedagogía en Matemática y Computación de la Universidad de Santiago de Chile. Con el fin de proponer un plan de trabajo que considere las necesidades del sistema educativo y fortalecer las competencias del futuro profesor de matemáticas.

Las consideraciones para la participación en el proyecto de investigación son las siguientes:

a. He sido invitado(a) a participar en el estudio, en mi calidad académico(a), profesor de la carrera de pedagogía en matemática y Computación de la Universidad de Santiago de Chile

b. Mi participación consistirá en: Contestar el cuestionario relacionado con la modelación matemática, el cual se aplicará de manera virtual y tendrá una duración de aproximada de 30 minutos.

c. La investigación no implica riesgo alguno para mí como académico.

d. No existen Beneficios personales por participar en la investigación, no obstante se espera generar conocimiento relevante en el área de la didáctica de la Matemática.

e. No existen ningún tipo de Costos asociados a la investigación para mi persona.

f. Toda información Confidencial de datos, respuesta que entregaré será mantenida en completa reserva, su contenido específico no será divulgado y la información proporcionada será usada exclusivamente con fines de esta investigación.

g. No acepto que se mencione mi nombre en la publicación en los resultados del estudio.

Mi identidad también será anónima en los documentos de análisis, ante la cual se usará códigos.

h. Mis datos serán custodiado por el investigador(a) responsable Srta Daniela Soto, el cual guardará la información. Dichos datos, no serán compartidos ni entregados a nadie, excepto a la estudiante tesista . La información se guardara en el computador de la Dra. Soto hasta dos años después de la finalización del proyecto.

Los derechos frente a la participación en el proyecto son las siguientes:

a. Mi participación es totalmente libre y voluntaria. Por lo que puedo negarme a participar.

b. Poseo el derecho a retirarme de la investigación en el momento que lo desee, sin expresión de causa y sin consecuencias negativas.

c. En caso de decidir retirarme en el proceso avanzado de la investigación, mis datos, respuestas y transcripciones serán eliminadas y no tendrán validez.

Los resultados, serán presentados en Conferencias, Seminarios, Artículos Científico, Libros.

Anexo 2

Cuestionario perspectivas de modelación

El siguiente cuestionario consta de 5 secciones, en primer lugar, preguntas de caracterización, en segundo lugar, preguntas de respuesta dicotómicas, luego preguntas de respuesta múltiple, posteriormente preguntas en escala Likert y finalmente preguntas abiertas.

El cuestionario y la información producida por éste es de carácter confidencial, posee solo fines de investigación académica. Tomará aproximadamente 30 minutos en responder. Muchas gracias por participar en esta ocasión.

I. Preguntas de caracterización

Es importante destacar que se entenderá por modelación para la educación matemática en sentido general como aquel proceso que vincula a la realidad y la matemática.

1. Sexo:

Femenino

Masculino

2. Grado académico:

Bachiller

Licenciado

Magíster

Doctorado

3. ¿Cuenta con estudios en el extranjero?

Sí

No

4. Área del conocimiento en la que es especialista:

Didáctica de la matemática o matemática educativa

Educación

Matemática

Estadística

5. ¿Cuenta con estudios de docencia-pedagogía?

Sí

No

6. Tiempo de experiencia laboral en docencia:

Menos de un año

Entre 1 y 3 años

Entre 3 y 5 años

Más de 5 años

7. Asignatura que imparte (en el caso de que sea más de una asignatura, se debe escoger la que considera utilice la modelación para la formación del profesor de matemática):

8. ¿En qué semestre imparte la asignatura mencionada anteriormente?

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

9. Tiempo que lleva impartiendo dicha asignatura

Menos de 5 años

Entre 5 y 10 años

Entre 10 y 15 años

Más de 15 años

II. Preguntas de respuesta dicotómica

Es importante destacar que se entenderá por modelación para la educación matemática en sentido general como aquel proceso que vincula a la realidad y la matemática.

Para este ítem debe responder marcando "sí" o "no".

Pregunta	Sí	No
1. Respecto a su asignatura, ¿la modelación tiene como foco la aplicación del concepto o proceso matemático?		
2. En su asignatura, ¿se hace énfasis en que la modelación colabora con la producción de teoría matemática?		
3. En su asignatura, ¿los estudiantes generalizan el modelo obtenido a otras situaciones similares?		
4. En su asignatura, ¿relaciona la matemática con otras áreas de conocimiento (física, química, entre otras)?		
5. En su asignatura, ¿usted enseña a modelar matemáticamente?		
6. En su asignatura, ¿utiliza la modelación con la intención de que los estudiantes aprendan un nuevo concepto o proceso matemático?		

7. ¿En su asignatura promueve la consideración de que la gente en su cotidiano modela?		
8. De acuerdo con su asignatura, ¿la modelación colabora con el desempeño profesional de los estudiantes?		
9. En su asignatura, ¿los estudiantes validan el modelo utilizado a través de la tecnología?		
10. Los problemas que escoge, ¿permiten un análisis de la realidad social?		
11. En su asignatura, ¿considera que la modelación es una competencia que se debe desarrollar en los estudiantes?		
12. ¿Usted relaciona, en su asignatura, la modelación con la justicia social?		
13. En su asignatura, ¿realiza actividades en donde los estudiantes activan y reconocen sus conocimientos previos?		
14. En su asignatura, ¿al realizar una tarea de modelación su foco está en el modelo obtenido?		
15. En su asignatura, ¿prefiere una enseñanza tradicional para introducir nuevos conceptos o procesos matemáticos?		
16. En su asignatura, ¿usted propone conocer los principales retos cognitivos que presentan los alumnos al modelar?		
17. En su asignatura, ¿incluye la historia de la matemática frente a la enseñanza de nuevos concepto o procesos matemáticos?		
18. ¿En su asignatura realiza tareas que generen la necesidad de modelar en los estudiantes?		
19. En su asignatura, ¿promueve actividades matemáticas que busquen desarrollar la crítica y reflexión acerca de los problemas sociales?		
20. En su asignatura, ¿usted considera la modelación gráfica?		
21. En su asignatura, ¿considera que la modelación es una práctica humana que se debe reconocer en la gente y en sus contextos?		
22. La tarea de modelación que propone en su asignatura, ¿le permite identificar las estrategias que utilizan los estudiantes?		
23. ¿El proceso de modelación le permite observar las dificultades que presentan los estudiantes?		
24. En su asignatura, ¿busca que los estudiantes aprendan a modelar matemáticamente sin acudir a una reflexión social - política?		

III. Preguntas de respuesta múltiple

Es importante destacar que se entenderá por modelación para la educación matemática en sentido general como aquel proceso que vincula a la realidad y la matemática

Para cada pregunta, debe seleccionar 3 afirmaciones y luego, en la pregunta siguiente, jerarquizar estas afirmaciones. Por ejemplo: 7, 2, 4; donde 7 es la que más le representa y 4 la que menos le representa.

1. ¿Cuáles son los principales OBJETIVOS de la modelación en su asignatura?

1. Reconocer la modelación matemática como una práctica socialmente compartida.

2. Utilizar modelos clásicos para la resolución de problemas vinculados a la realidad profesional de los estudiantes.

3. Desarrollar la competencia de modelación en los estudiantes.

4. Proponer problemas en donde los estudiantes critiquen y reflexionen la realidad social.
5. Contextualizar la producción de la teoría de la matemática.

6. Analizar las estrategias que utilizan los estudiantes para modelar una determinada situación problemática.

7. Identificar las posibles barreras cognitivas que presentan los estudiantes al resolver tareas de modelación.

8. Que los estudiantes aprendan nuevos conceptos o procesos matemáticos.

Jerarquice sus opciones anteriores:

2. ¿Qué TIPOS DE PROBLEMAS aborda para el proceso de modelación en la educación matemática?

1. Problemas que generen la necesidad de modelar y que, a su vez, permitan revelar la forma de abordar el problema del estudiante.

2. Problemas que permitan reflexionar y criticar la realidad social.

3. Problemas reales interdisciplinarios con uso de la tecnología.

4. Problemas intramatemáticos.

5. Problemas que permitan experimentar para la modelación.

6. Problemas donde se utilicen conceptos matemáticos abordados en clase.

7. Problemas que permitan a los estudiantes construir modelos matemáticos.

8. Problemas que permitan activar los conocimientos previos de los estudiantes.

Jerarquice sus opciones anteriores:

3. ¿Cuáles son sus CONCEPCIONES sobre la modelación en educación matemática?

1. Es una práctica socialmente compartida que se debe reconocer en las diferentes comunidades.

2. Las preferencias que tiene una persona al realizar una determinada tarea de modelación es una herramienta predictiva para futuras áreas.

3. La modelación es un medio que facilita la enseñanza de la matemática.

4. La modelación matemática permite a los estudiantes reconstruir la matemática.

5. Ayuda en la toma de decisiones sobre la realidad social, política y económica.

6. La modelación es una competencia que se debe desarrollar.

7. Se debe dar énfasis a las actividades que dan cabida al proceso de modelación, más que al encuentro de un modelo específico.

8. La modelación es una aplicación de un modelo matemático en un contexto interdisciplinar.

Jerarquice sus opciones anteriores:

IV. Escala Likert

Es importante destacar que se entenderá por modelación para la educación matemática en sentido general como aquel proceso que vincula a la realidad y la matemática.

En este ítem, debe marcar la opción que más se acerque a su quehacer pedagógico, para ello debe considerar una escala del 1 al 5, donde:

1 = nunca

2 = pocas veces

3 = a veces

4 = muchas veces

5 = siempre

Pregunta	1	2	3	4	5
1. En mi asignatura, pretendo que mis estudiantes reconstruyan la matemática a partir de la modelación.					
2. Utilizo la modelación, en mi asignatura, como un medio que facilite la enseñanza de la matemática.					
3. En mi asignatura, genero actividades que promuevan la necesidad de modelar.					
4. En mi asignatura, planteo situaciones que permita a los estudiantes realizar un análisis de la realidad social.					
5. Investigo sobre los problemas que son contextuales a mis estudiantes para proponer tareas de modelación en mi asignatura.					
6. En mi asignatura, utilizo problemas que contribuyan en el ámbito profesional de mis estudiantes.					
7. Las situaciones de modelación que propongo en mi asignatura, están relacionadas con la justicia social, el cambio climático u otros temas de la realidad social.					
8. En mi asignatura, planteo situaciones en donde la modelación sea útil para el desarrollo de la matemática, como disciplina científica.					
9. Planteo situaciones problemáticas que permitan a los estudiantes desarrollar la habilidad de modelar en mi asignatura.					
10. Para mi asignatura, busco situaciones de modelación con el propósito de que los estudiantes critiquen y reflexionen sobre el papel de la matemática en la realidad.					
11. En mi asignatura, planteo situaciones de modelación para observar los conocimientos previos de los estudiantes.					
12. En mi asignatura, primero defino un concepto matemático y luego utilizo problemas.					
13. En mi asignatura, propongo actividades introductorias antes de la clase, como la lectura de noticias de periódicos o revistas que se familiaricen con las tareas de modelación.					
14. Para mi asignatura, busco situaciones que permitan a los estudiantes aprender conceptos y teorías matemáticas.					
15. El foco, en mi asignatura, es reconocer el contexto y la práctica de la gente más que el concepto y procesos matemáticos.					
16. En mi asignatura, utilizo la modelación como centro para la enseñanza del concepto o procesos matemático.					

17. Planteo situaciones que permitan a los estudiantes comprender el mundo mediante la utilización de las matemáticas.					
18. En mi asignatura, procuro desarrollar problemas o situaciones de modelación donde el análisis gráfico sea lo principal.					
19. Cuando me refiero a la historia de la matemática, hago énfasis al proceso de modelación en relación con la construcción de conceptos y procesos matemáticos.					
20. Con la modelación observo las barreras cognitivas que poseen mis estudiantes.					
21. En mi asignatura, hago que mis estudiantes reconozcan que la modelación es una práctica social, es decir, que todos modelamos.					
22. En mi asignatura, reconozco la modelación como un proceso que permite la construcción de la teoría matemática.					
23. En mi asignatura, planteo situaciones de modelación para que mis alumnos exploren y den soluciones creativas.					
24. En mi asignatura, planteo problemas de la vida real con enfoques interdisciplinares.					
25. En mi asignatura, utilizo datos reales y tecnología para validar modelos matemáticos.					
26. Me propongo, en mi asignatura, conocer las diferentes estrategias que tienen los alumnos al momento de modelar matemáticamente.					
27. En mi asignatura, cuando uso tareas de modelación me enfoco en las estrategias que utilizan mis estudiantes.					
28. En mi asignatura, planteo situaciones de modelación en donde mis estudiantes puedan identificar una matemática funcional.					