

TEORÍA DE LA MATEMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS

Patricia Camarena Gallardo



EDUNSE
editorial universitaria

**TEORÍA DE LA MATEMÁTICA
EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS**

Colección Ciencia y técnica

Rector

Ing. Héctor Rubén Paz

Vicerrectora

Mg. María Mercedes Díaz

Subsecretaria de Comunicaciones

Lic. María Gabriela Moyano

Directora Editorial

Prof. Eva Gardenal Crivisqui

Patricia Camarena Gallardo

**TEORÍA DE LA MATEMÁTICA
EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS**

Edición de Nori Esther Cheeín y Marys Margarita Arlettaz



Camarena Gallardo, Patricia
Teoría de la matemática en el contexto de las ciencias / Patricia Camarena Gallardo ; editado por Nori Esther Cheeín ; Marys Margarita Arlettaz. - 1a ed. - Santiago del Estero : EDUNSE, 2021.
Libro digital, PDF - (Ciencia y técnica)

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-4456-24-3

1. Matemática. I. Cheeín, Nori Esther, ed. II. Arlettaz, Marys Margarita, ed. III. Título.
CDD 510.1



Libro
Universitario
Argentino

Compaginadores: Marys Arlettaz y Nori Cheeín
Revisión General: Marys Arlettaz y Nori Cheeín
Diseño de tapa y maquetación: Noelia Achával Montenegro
Edición: Eva Gardenal Crivisqui

© Patricia Camarena Gallardo, 2021
© **EDUNSE**, 2021
Av. Belgrano (s) 1912 - G4200ABT
Santiago del Estero, Argentina
email: infoedunse@gmail.com
www.unse.edu.ar/edunse

Las opiniones expresadas en los libros publicados por **EDUNSE** no necesariamente reflejan los puntos de vista de la Subsecretaría de Comunicaciones, ni del Comité Académico u otras autoridades de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Cualquier tipo de reproducción total o parcial de este libro, no autorizada por los editores, viola derechos reservados.

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

ÍNDICE

| | |
|--------------------------|----|
| Agradecimientos | 11 |
| Presentación | 13 |
| Notas de la Autora | 15 |

PRIMERA PARTE

Matemática Social y Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| Matemática Social | 21 |
| 1. Introducción..... | 21 |
| 2. Marco Conceptual..... | 22 |
| 2. 1. Investigación Científica | 24 |
| 2. 2. Investigaciones disciplinarias, inter-multi-trans-disciplinarias..... | 25 |
| 2. 3. Línea de pensamiento | 32 |
| 2. 4. Constructo teórico | 32 |
| 3. Descripción de la Matemática Social | 34 |
| 3. 1. Las problemáticas que aborda la Matemática Social..... | 35 |
| 3. 2. Los propósitos de la Matemática Social..... | 36 |
| 3. 3. El cómo nace la Matemática Social | 36 |
| 3. 4. Las características que posee la Matemática Social | 37 |
| 3. 5. Lo que caracteriza a los investigadores de la Matemática Social..... | 40 |
| 4. Concepción de la Matemática Social..... | 41 |
| 4. 1. Concluyendo: ¿qué es la Matemática Social? | 41 |
| 4. 2. Definición del constructo teórico: Matemática Social..... | 42 |
| 5. Conclusiones | 43 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias..... | 45 |
| 1. Introducción..... | 45 |
| 2. Marco Referencial..... | 46 |
| 2.1. Sistemas | 46 |
| 2. 2. Sistemas Complejos | 47 |
| 2. 3. Concepción de Sistema Complejo en la Matemática Social..... | 47 |
| 3. Marco Conceptual..... | 48 |
| 3. 1. Teoría..... | 48 |
| 3. 2. Paradigma y premisa educativos | 51 |
| 3. 3. Concepción semántica de términos particulares | 52 |
| 4. Las problemáticas a abordar por la TMCC..... | 55 |
| 4. 1. La matemática es abstracta..... | 55 |
| 4. 2. Conocimiento matemático sin sentido para el alumno | 55 |
| 4. 3. Competencias en el estudiante..... | 57 |
| 4. 4. Propósitos de la Matemática Social | 58 |
| 4. 5. Análisis de las problemáticas particulares | 59 |
| 5. Conclusiones | 63 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias | 65 |
| 1. Introducción..... | 65 |
| 2. Los propósitos de la TMCC | 66 |
| 3. Paradigmas y premisas de la TMCC..... | 68 |
| 3. 1. Premisas educativas | 68 |
| 3. 2. Paradigmas educativos | 68 |
| 4. La teoría educativa de la TMCC..... | 76 |
| 4. 1. Los conceptos de la TMCC | 76 |
| 4. 2. Las proposiciones..... | 82 |
| 4. 3. Descripción del fenómeno bajo la TMCC..... | 84 |
| 4. 4. Explicar el porqué del fenómeno bajo la TMCC | 86 |
| 4. 5. Predicción de un fenómeno semejante bajo la TMCC..... | 86 |
| 5. Repercusiones de la TMCC en el ambiente de aprendizaje..... | 88 |
| 6. El ambiente de aprendizaje y la TMCC: un sistema complejo | 88 |
| 7. Conclusiones | 91 |

CAPÍTULO 4

| | |
|--|-----|
| Competencias Matemáticas de las Profesiones en la Matemática Social | 93 |
| 1. Introducción..... | 93 |
| 2. Origen de las competencias | 93 |
| 3. Caracterización de las competencias | 97 |
| 4. Construcción de competencia en la TMCC | 98 |
| 4. 1. Análisis de las competencias..... | 100 |
| 4. 2. Actitudes como componentes de las competencias (Camarena, 2011b) | 104 |
| 4. 3. Valores como componentes de las competencias (Camarena, 2011b)..... | 105 |
| 5. Repercusiones de las competencias en el ambiente de aprendizaje..... | 108 |
| 6. Competencias matemáticas de la profesión..... | 109 |
| 6. 1. Competencias matemáticas | 109 |
| 6. 2. Competencias matemáticas de la profesión..... | 109 |
| 7. Clasificación de las competencias | 110 |
| 7. 1. Competencias Fundamentales de las Profesiones | 111 |
| 7. 2. Competencias Genéricas de las Profesiones | 113 |
| 7. 3. Competencias disciplinarias..... | 116 |
| 8. Conclusiones..... | 121 |

SEGUNDA PARTE

Matemática Social y Matemática en el Contexto de las Ciencias

Fase Curricular

CAPÍTULO 5

| | |
|--|-----|
| El Currículo de las Profesiones | 125 |
| 1. Introducción..... | 125 |
| 2. Currículo tradicional de las profesiones | 126 |
| 2. 1. Ejemplo de un currículo tradicional | 126 |
| 3. Experiencia de un currículo tipo modular..... | 128 |
| 4. El currículo por competencias | 129 |
| 4. 1. El docente y el currículo por competencias de la profesión | 131 |
| 5. Modelos curriculares en transición hacia las competencias..... | 131 |
| 6. Conclusiones..... | 132 |

CAPÍTULO 6

| | |
|---|-----|
| La Metodología DIPCING de la Matemática Social | 133 |
| 1. Introducción..... | 133 |
| 2. Origen de DIPCING..... | 135 |
| 3. Diseño y elaboración de DIPCING..... | 136 |
| 3. 1. Diseño de DIPCING..... | 136 |
| 3. 2. Elaboración de DIPCING | 138 |
| 4. La metodología DIPCING | 139 |
| 4. 1. Etapa central de DIPCING (Camarena, 1984)..... | 140 |
| 4. 2. Etapa precedente de DIPCING (Camarena, 1988)..... | 141 |
| 4. 3. Etapa consecuente de DIPCING (Camarena, 1988) | 141 |
| 5. Características de la metodología DIPCING..... | 142 |
| 5. 1. Vinculación interna y externa de DIPCING (Camarena, 1988) | 143 |
| 5. 2. Constructos teóricos de DIPCING (Camarena, 1988, 2002a, 2004) | 144 |
| 6. DIPCING en el microcosmos de la matemática en una profesión..... | 146 |
| 7. Elementos que se generan de DIPCING (Camarena, 1984) | 148 |
| 7. 1. Implementación de los programas de estudio (Camarena, 1984)..... | 148 |
| 7. 2. Aspectos didácticos (Camarena, 1988)..... | 148 |
| 7. 3. Actualización de docentes (Camarena, 1984)..... | 149 |
| 8. Conclusiones..... | 149 |

Capítulo 7

| | |
|---|-----|
| Construcción de Competencias Matemáticas de la Profesión | 151 |
| 1. Introducción..... | 151 |
| 2. Insumos de las competencias matemáticas | 151 |
| 3. Construcción de competencia matemática..... | 152 |
| 3. 1. Ejemplos de construcción de competencia matemática de la profesión..... | 154 |
| 4. Elaboración de programas por competencias matemáticas de la profesión..... | 156 |
| 4. 1. Ejemplo de la aplicación de DIPCING (Camarena, 1988)..... | 156 |
| 4. 2. Logros adicionales de la aplicación de DIPCING..... | 160 |
| 4. 3. Elaboración de programas por competencias..... | 161 |
| 4. 4. Observaciones sobre el programa | 163 |
| 5. Conclusiones | 165 |

TERCERA PARTE

Matemática Social y Matemática en el Contexto de las Ciencias

Fase Didáctica

CAPÍTULO 8

| | |
|---|-----|
| Fase Didáctica de la Matemática en el Contexto de las Ciencias | 169 |
| 1. Introducción..... | 169 |
| 2. Marco teórico de la Fase Didáctica..... | 171 |
| 2. 1 La teoría Sociocultural de Lev Vigostky | 171 |
| 2. 2. La teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel..... | 174 |
| 3. Aprendizaje autónomo | 176 |
| 4. Conclusiones..... | 177 |

CAPÍTULO 9

| | |
|--|-----|
| Soporte Esencial de la Matemática en Contexto | 179 |
| 1. Introducción..... | 179 |

| | |
|--|-----|
| 2. Eventos contextualizados | 179 |
| 2. 1. Funciones de los eventos contextualizados | 182 |
| 2. 2. Historial de los eventos contextualizados | 183 |
| 2. 3. Etapas de resolución de los eventos contextualizados | 183 |
| 2. 4. Diseño de los eventos contextualizados..... | 183 |
| 3. Registros de representación de Duval..... | 186 |
| 4. Modelación matemática | 188 |
| 4. 1. Método de trabajo | 189 |
| 4. 2. Clasificación de los modelos matemáticos | 192 |
| 4. 3. Elementos cognitivos | 194 |
| 4. 4. Habilidades del pensamiento | 194 |
| 4. 5. Experiencias sobre modelación matemática | 195 |
| 5. Tecnología electrónica | 196 |
| 5. 1 Modelo para el Diseño de Material Computacional Interactivo | 197 |
| 5. 2. Uso de tecnología como mediadora en el aprendizaje..... | 206 |
| 6. Conclusiones..... | 212 |

CAPÍTULO 10

| | |
|---|------------|
| Didáctica de la Matemática en Contexto..... | 213 |
| 1. Introducción..... | 213 |
| 2. Didáctica de la matemática en contexto..... | 214 |
| 3. Características de la matemática en contexto | 216 |
| 3. 1. Contextualización..... | 216 |
| 3. 2. Descontextualización..... | 217 |
| 3. 3. Transferencia del conocimiento..... | 220 |
| 4. Implementación de la matemática en contexto..... | 221 |
| 5. Construcción del conocimiento y desarrollo de competencias..... | 224 |
| 5. 1. Aprendizaje en espiral..... | 224 |
| 5. 2. Sentidos..... | 225 |
| 5. 3. Tecnología..... | 226 |
| 5. 4. Elementos generales | 226 |
| 5. 5. Obstáculos en el aprendizaje..... | 227 |
| 5. 6. La evaluación de los aprendizajes y del desarrollo de competencias..... | 228 |
| 6. Conclusiones..... | 232 |

CAPÍTULO 11

| | |
|--|------------|
| Modelo Didáctico MoDiMaCo | 233 |
| 1. Introducción..... | 233 |
| 2. Bloque 1. Matemática en contexto..... | 234 |
| 2. 1. Resolución de los eventos contextualizados | 235 |
| 2. 2. Actividades de aprendizaje | 239 |
| 3. Bloque 2. Curso extracurricular..... | 242 |
| 3. 1. Heurísticas..... | 242 |
| 3. 2. Metacognición | 243 |
| 3. 3. Habilidades del pensamiento..... | 243 |
| 3. 4. Creencias | 244 |
| 4. Bloque 3. Taller integral..... | 245 |
| 5. Conclusiones..... | 245 |

| | |
|--------------------------|------------|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 247 |
|--------------------------|------------|

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo sobre la **Matemática Social y Matemática en el Contexto de las Ciencias**, que propiamente describe la teoría científica de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* (TMCC), se ha podido realizar gracias a las contribuciones de los miembros de la Red Internacional de Investigación MaCoCiencias, quienes a través de investigaciones, tesis de maestría y doctorado han colaborado a la consolidación del mismo.

En particular quiero mencionar a tres de mis colaboradores más cercanos, los investigadores que trabajan sobre la TMCC:

Gabriel Loureiro de Lima de La Pontificia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

Eloiza Gomes del Instituto Mauá de Tecnologia (IMT)

Barbara Lutaif Bianchini de La Pontificia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

Quienes a través de su dedicación incondicional, conocimiento y experiencia, han colaborado con su revisión crítica e incorporación de temas cuando era necesario.

Asimismo, quiero agradecer a mi familia, en particular a mi hija, nietos y hermanos, quienes han tenido la paciencia para permitirme el tiempo que requería la elaboración de este libro.

Patricia Camarena Gallardo

PRESENTACIÓN

Esta obra centrada en la educación matemática está orientada especialmente a carreras donde la matemática es un aporte necesario para el desarrollo de las ciencias que conforman la profesión. Aquí la enseñanza de la matemática se halla frente al gran reto de lograr que los estudiantes comprendan la importancia y la trascendencia de la misma en sus estudios.

Los profesores, a cargo de los espacios académicos específicos, más allá de poseer una sólida formación matemática, la cual es primordial, deben diferenciar la temática pertinente y el alcance en cuanto al desarrollo teórico y las aplicaciones apropiadas a las ciencias en estudio. Para ese fin quienes se dedican a la enseñanza deben involucrarse con el diseño curricular de la carrera y la inserción de la matemática en el mismo.

Estas son algunas premisas que permiten planificar la actividad pedagógica adecuada, teniendo en cuenta además, el ámbito donde se desarrolla la disciplina y cuáles son las características del estudiante a quien se dirige. En pocas palabras, esta es la línea de pensamiento que orienta la presente obra, con el sustento teórico desarrollado desde la praxis docente.

Patricia Camarena Gallardo como Físico-Matemática especializada en matemática pura, al comenzar su carrera docente se encuentra con preguntas de los alumnos tales como: *¿para qué nos va a servir esto que estamos estudiando?, ¿dónde lo vamos a usar?, ¿por qué lo tenemos que estudiar?* Cuestionamientos que le producen una gran inquietud dado que, en ese momento, considera que no tiene respuestas fundamentadas. La situación le vale como disparador para iniciar su carrera en ciencias de la educación mediante maestría y doctorado. Sin embargo, tal formación, no le permite por sí sola, satisfacer los interrogantes de sus estudiantes.

La investigación educativa en su ámbito de trabajo, el Instituto Politécnico de México y acompañada de equipos docentes, la lleva a indagar sobre las problemáticas que intervienen en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Así surge la llamada Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, a partir de un trabajo documentado con rigurosidad.

La teoría se desarrolla, en principio, para carreras de ingeniería que luego se traslada a otras profesiones y a otras disciplinas además de matemática. Su lema es: *la Teoría de la Matemática en el Contexto de la Ciencia se desarrolla en profesiones donde esta disciplina no es una meta por sí misma, no se van a formar matemáticos, y toma en cuenta que se pretende la formación integral del estudiante y en general el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión.*

La aspiración de esta docente investigadora es que el estudiante sea una persona competente en su profesión y en su vida. Desde sus propias palabras: *que le permita tener una vida que le satisfaga, que le haga feliz y que pueda transformar y contribuir a la sociedad.*

La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias contempla cinco fases que hacen presencia en el ambiente de aprendizaje e interactúan entre sí. Ellas son: Fase Didáctica, Fase Curricular, Fase Cognitiva, Fase Epistemológica y Fase Docente.

Numerosas publicaciones como informes, reportes de congresos y revistas especializadas, dan cuenta de estas investigaciones que trascienden las fronteras de su país de origen y se adaptan a distintos contextos.

Patricia Camarena Gallardo pretende publicar una colección de libros, dedicados a cada una de las cinco fases, al desarrollo de la línea de investigación de la Matemática Social que da origen a la Teoría de la Matemática en el Contexto de la Ciencia, y a los procesos de investigación. Lamentablemente la pasión por transmitir lo que centralizó su vida profesional no fue suficiente, ella no contó con el tiempo necesario para terminar de escribir, trabajando con el mismo entusiasmo de siempre, hasta sus últimos días de vida, logró dejarnos esta obra sumamente valiosa.

En acuerdo y compromiso previo a su sentida partida, hemos reunido aquí sus escritos, originalmente preparados para ser publicados como tres libros distintos, en un único libro dedicado a argumentar el origen de la Teoría desde la línea de investigación de la Matemática Social (Primera parte) y a desarrollar las dos fases centrales de la misma: la Fase Didáctica (Segunda parte) y la Fase Curricular (Tercera parte).

Los lectores encontrarán la fundamentación y coherencia necesarias para comprender la Teoría de la Matemática en el Contexto de la Ciencia desplegada por su autora de modo comprensivo y pragmático con intencionalidad formativa.

En estas líneas vaya nuestro homenaje a la gran Maestra Patricia con fortaleza incomparable, generosidad extraordinaria y convicción de su posicionamiento frente a la educación. Nos hacemos eco de su anhelo en pos de *una enseñanza de la matemática con carácter social, con sentido para el estudiante, que le permita su aplicación en la praxis social de la profesión, que le ayude a desarrollar competencias profesionales, laborales y para la vida.*

Marys Margarita Arlettaz
Nori Esther Cheeín

NOTAS DE LA AUTORA

Primera parte

Matemática Social y Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias

La línea de investigación de la *Matemática Social* y la teoría educativa de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* son vigentes a la fecha, aunque fueron desarrolladas desde 1982. En este siglo XXI han cobrado reconocimiento por presentar en forma efectiva el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión en los estudiantes universitarios.

Se pretende dar a conocer aquí de manera formal la teoría científica de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* (TMCC) que se genera a partir de la línea de investigación de la *Matemática Social*, donde se trabajan investigaciones científicas de tipo multi e interdisciplinarias. La Matemática Social se desarrolla en profesiones donde no se van a formar matemáticos y se trata de construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella.

En términos generales, la línea de investigación y la teoría educativa se centran en las problemáticas sobre el aprendizaje y la enseñanza de la matemática en profesiones en donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, en donde no se van a formar matemáticos. Para ello las abordan con una mirada especial, que permite una visión holística e integral, porque en estas problemáticas inciden muchos factores de diferente índole y en diversas disciplinas, constituyéndose como una línea de investigación multidisciplinaria, donde las investigaciones son científicas formales, con el rigor que se requiere para contribuir a la generación de conocimiento científico.

Lo que se pretende con las investigaciones y teoría es que los estudiantes construyan una matemática para la vida y que se puedan desenvolver crítica, analítica y creativamente en todos los ámbitos de la sociedad. En particular para el nivel superior, que es en donde se generan tanto la teoría como la línea de investigación, se pretende que los futuros profesionistas desarrollen competencias matemáticas de la profesión, es decir, competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella y se puedan desenvolver en su vida profesional y laboral.

Segunda parte

Fase Curricular

Esta Segunda Parte del libro trata la Fase Curricular de la teoría científica de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, su principal riqueza se encuentra en la denominada metodología DIPcing por su origen como *Diseño de Programas de Estudio de las Ciencias*

Básicas en Ingeniería, extendida luego a distintas profesiones; esta metodología permite identificar las competencias matemáticas de las profesiones y diseñar programas de estudio por competencias de asignaturas de las mismas. Fue diseñada en 1982 en el Instituto Politécnico Nacional de México, sin contar con otra metodología que le hiciera competencia, a nivel internacional, después de ser difundida a través de conferencias internacionales, se han encontrado algunos procesos que imitan algunas características de DIPCING, sin hacer referencia a ésta, lo cual es un orgullo saber que ha tenido éxito, de alguna forma; después de 40 años de existencia esta metodología es vigente a la fecha.

En esta segunda parte del libro se observa que un currículo tradicional de la profesión no favorece el trabajo por competencias de la TMCC y Matemática Social, es más, se convierte en un obstáculo para esta tarea, sin embargo, no se han identificado instituciones que realmente trabajen por competencias. Situación que lleva a pensar en currículos en transición hacia las competencias.

Se muestra el origen de DIPCING, así como su diseño y elaboración. La metodología consta de tres etapas que permiten identificar competencias profesionales de matemática en carreras en donde la matemática no es una meta por sí misma; es decir, donde se construyen competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella; asimismo, la metodología faculta para la elaboración de programas de estudio de matemática por competencias de la profesión.

DIPCING posee vinculación interna y externa, así como, cuatro constructos teóricos que permiten ver el potencial de la metodología que es única, y ha sido diseñada desde 1982 y expuesta a la luz en 1984. Otro elemento destacado, el cual permite entender las competencias matemáticas de la profesión en una carrera que no es por competencias, que es por asignaturas y objetivo, es el relativo al microcosmos de la matemática en una profesión. A través del microcosmos se puede ver el área de la matemática dentro del currículo de la profesión, como un espacio que puede ser usado por los docentes interesados en participar en un currículo por competencias matemáticas de la profesión.

A partir de la metodología DIPCING se obtienen competencias matemáticas de la profesión y se elaboran programas de estudio de matemática por competencias. En relación a las competencias matemáticas de la profesión, se han encontrado dificultades, ya que los profesionistas cuando se les pregunta sobre las competencias que son deseables en los egresados, ellos solamente dan componentes de las competencias, porque no poseen la misma concepción de éstas que la Matemática Social. Así que se tienen que construir las competencias, a partir de la información obtenida de las etapas de DIPCING, éste es un esfuerzo por construir competencias en el marco de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (TMCC) y la Matemática Social.

El proceso a considerar para la construcción de las competencias es siguiendo la definición de competencias y siendo congruentes con la TMCC y la Matemática Social, es decir, deben estar presentes los cuatro componentes y la integración de éstos: los conocimientos y habilidades quedan incluidos en los eventos contextualizados a través de la etapa central de DIPCING, mientras que las actitudes y valores deben incorporarse de forma congruente.

Respecto a la elaboración de programas de estudio de matemática por competencias de la profesión, primero se muestra una experiencia de aplicación de DIPCING, realizada en 1988, donde las tres etapas fueron aplicadas. Con ello se cuenta con información real sobre los componentes de las competencias y se puede mostrar e ilustrar la elaboración de programas de estudio por competencias matemáticas de la profesión.

Tercera Parte

Fase Didáctica

La Fase Didáctica permite desarrollar competencias matemáticas de las profesiones, a través de sus cuatro componentes: Conocimientos, Habilidades, Actitudes y Valores.

El marco teórico de la Fase Didáctica incluye elementos de las teorías de Vygotsky y Ausubel, de hecho, se consideran los elementos que son acordes en particular a la didáctica de la Matemática en Contexto, ya que las teorías han sido diseñadas para niños y la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias para universitarios. Entre estos elementos se tienen de la teoría de Vygotsky (1978) el trabajo en equipo colaborativo y las interacciones que se establecen en ellos. Mientras que con Ausubel, et al. (1990) se acuerda en cuanto al estudiante activo, que debe identificar diferencias y semejanzas y tiene que trabajar en diversos contextos.

Se describen elementos que forman parte del soporte de la Fase Didáctica, entre los que se encuentran los eventos contextualizados que son el eje de trabajo de la Fase. Se presentan las funciones de los eventos, pasando al historial de los mismos y las etapas de resolución, para llegar al diseño de eventos contextualizados, parte esencial en la didáctica de la Matemática en Contexto. Asimismo, se consideran los registros semióticos de Duval, los que permiten que el estudiante no perciba tan árida la matemática.

Luego se aborda la modelación matemática, donde se construyen los conceptos de modelo matemático y modelación matemática y se da una caracterización y clasificación de los modelos matemáticos en las profesiones. No menos importante se tiene el uso de la tecnología electrónica, como mediadora del aprendizaje para el trabajo con la didáctica de la Matemática en Contexto.

La didáctica de la Matemática en Contexto es uno de los elementos principales y centrales de la Fase Didáctica de la teoría científica de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* (TMCC), la cual se genera de la línea de investigación de la *Matemática Social*. Está centrada en el estudiante, se realiza trabajo colaborativo en equipo, el trabajo es interdisciplinario, se desarrollan competencias matemáticas de la profesión, se favorece la formación integral del alumno, se favorece el aprendizaje significativo, se induce al aprendizaje autónomo, entre otras más.

Al finalizar esta Tercera Parte se trata el modelo didáctico MoDiMaCo, que permite que el estudiante construya su conocimiento matemático, así, como que desarrolle competencias matemáticas de la profesión. El modelo incluye tres bloques, uno en el ambiente de aprendizaje y dos que son exteriores al aula, lo que permite la adaptación social del estudiante en su futura vida profesional.

El lector dispensará la cantidad de citas de quien escribe esta presentación, pero el propósito del libro es presentar las investigaciones que se han realizado durante casi 40 años de trabajo.

Patricia Camarena Gallardo

PRIMERA PARTE

MATEMÁTICA SOCIAL

Y

TEORÍA DE LA MATEMÁTICA

EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS

CAPÍTULO 1

MATEMÁTICA SOCIAL

1. Introducción

El presente capítulo trata de describir la *línea de investigación de la Matemática Social*, cuyos resultados han tenido impacto en varios países de Latino América, así como en Europa, en específico en Francia.

Esta línea de investigación de la *Matemática Social* se ha venido trabajando desde 1982, hace aproximadamente cuarenta años en el Instituto Politécnico Nacional de México. A lo largo de este tiempo se ha podido contar con las contribuciones de investigadores de otros países, entre los que se encuentran Brasil, Colombia, Perú, Argentina, Venezuela, quienes han apoyado la construcción de la línea de investigación y en particular de la teoría educativa que de ella emerge: *Matemática en el Contexto de las Ciencias*.

La línea de investigación aborda las problemáticas que se ubican en los ambientes de aprendizaje en relación a la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, en profesiones donde esta disciplina no es una meta por sí misma, no se van a formar matemáticos, y toma en cuenta que se pretende la formación integral del estudiante y en general el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión.

Es importante dejar en claro la conceptualización de la línea de investigación de la *Matemática Social*, ya que puede ser concebida de diversas formas por quien escuche el término. Los investigadores de la línea de investigación de la Matemática Social, poseen un concepto específico de esta línea, el cual se quiere dar a conocer para los lectores preocupados por la enseñanza y el aprendizaje de la matemática.

De esta forma, el objetivo del capítulo es:

Describir la línea de investigación de la Matemática Social, para enfrentar las problemáticas que intervienen en relación al aprendizaje y la enseñanza de la matemática en el nivel superior y establecer la concepción del constructo teórico de "Matemática Social".

Para la formalidad científica que requiere el escrito, se construye el marco conceptual sobre el cual se describen los apartados que dan cuenta de la conceptualización y descripción de la línea de investigación de la *Matemática Social*.

2. Marco Conceptual

Es importante mencionar que cuando se usan algunos términos, se conceptualizan de acuerdo al lenguaje natural o normal, no se precisan éstos, pero cuando se está hablando de una investigación formal, es necesario dejar muy en claro a qué se refieren exactamente esos términos, porque en el ámbito educativo tienen varias formas de interpretarse, lo cual puede confundir y hasta dañar a la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias y su línea de investigación de la Matemática Social.

El presente marco conceptual pretende establecer la concepción semántica de los términos que se requieren en las secciones que describen la línea de investigación; ejemplo de ello son los apartados sobre las características que posee la línea de investigación, el porqué es una línea de investigación científica y porqué la *Matemática Social* se considera un constructo teórico.

Cabe mencionar que la semántica se origina de la semiótica, esta última es una ciencia generada de la Filosofía, la cual trata de los sistemas de comunicación dentro de las sociedades humanas, estudiando las propiedades generales de los sistemas de signos, como base para la comprensión de toda actividad humana (Definición.DE, 2018). Según el Diccionario de Filosofía (2018), la semiótica se define como el estudio de los signos, la estructura de éstos y cómo se da la relación entre el significante y concepto significado.

La semiótica se divide en tres ramas (Diccionario de Filosofía, 1984): la semántica, la sintáctica y la pragmática. La semántica estudia los sistemas de signos como medio de expresión del sentido. La sintáctica estudia la estructura interna de los sistemas de signos independientemente de las funciones que desempeñan. La pragmática estudia la relación de los sistemas de signos con los que los utilizan.

Los seres humanos se comunican por medio del lenguaje oral, del lenguaje escrito, a través de movimientos, gestos o posturas, e incluso por medio de herramientas más complejas que involucran a los sentidos, etc. (Bobes, 1973). Luego, para una mejor comunicación con los lectores sobre la línea de investigación de la Matemática Social y su teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, lo que interesa en el presente documento es la concepción semántica de los términos que se emplean en la línea de investigación y teoría mencionadas. Según Alonso (1982), la semántica refleja el pensamiento humano a través del lenguaje, todo lo que se asimila por el conocimiento y se une con los juicios lógicos, todo el mundo interior de relaciones mentales queda estereotipado en la significación de los vocablos. De hecho, la semántica se asocia al concepto o idea que se relaciona a la forma sensible o perceptible del signo.

De acuerdo al Diccionario de la Lengua Española (2001), el término *semántica* proviene de un vocablo griego que puede traducirse como "significativo", además posee las siguientes dos acepciones:

Semántica: || 1. Perteneciente o relativo a la significación de las palabras. || 2. Estudio del significado de los signos lingüísticos y de sus combinaciones, desde un punto de vista sincrónico o diacrónico.

De manera semejante, según la página Web de sitio: Definición.DE (2018), el término *semántica* se refiere a los aspectos del significado, sentido o interpretación de signos lingüísticos como símbolos, palabras, expresiones o representaciones formales. En la misma página Web, Pérez y Gardey (2010) mencionan que la semántica sirve para comprender el

significado de una palabra que puede usarse de distintas maneras, ya que se ocupa de los significados y alcances de las distintas clases de palabras, lo que ayuda a comprender el vocablo a través del ámbito en donde se ubica, es decir, no se excluye de su contexto. Cabe mencionar que se están empleando como sinónimos las tres expresiones siguientes: término, palabra y vocablo (Diccionario de la Lengua Española, 2001); además, estas expresiones son un cierto tipo de representación cognitiva con la que convencionalmente se asocian los referentes aludidos.

Alonso (1982) menciona que el lenguaje está en evolución constante, lo que se manifiesta en el cambio de significaciones y también está expuesto por un lado a desgaste y dirigido por otro hacia su gradual perfeccionamiento, a través de alteraciones objetivas y conceptuales de las palabras, hasta llegar a cambiar el sentido de la semántica previamente establecida, independientemente del ámbito de ubicación.

Por otro lado, el término *concepto* según el Diccionario de la Lengua Española (2001) se define con las siguientes acepciones:

|| 1. Del latín *conceptus*. || 2. Idea que concibe o forma el entendimiento. || 3. Pensamiento expresado con palabras. || 4. Sentencia, agudeza, dicho ingenioso. || 5. Opinión, juicio. || 6. Crédito en que se tiene a alguien o algo. || 7. Aspecto, calidad, título.

De esta forma, si se observan las acepciones 4, 6 y 7, se refieren a características de una persona, mientras que las acepciones 2, 3 y 5, se centran en un pensamiento que es la idea que interesa para entender los términos y dar cuenta de su significado. Así, para este trabajo, un concepto es la idea, opinión o juicio que concibe un entendimiento que se expresa a través de palabras.

Es importante ver la diferencia entre concepto y definición; una definición es la descripción del término de manera general y precisa, mientras que el concepto en el léxico común es una opinión, no es preciso y es particular (Pérez y Merino, 2013). Para el ámbito científico un concepto es la expresión que representa al término, la cual es breve y concisa.

Luego, la semántica da cuenta del significado o concepto (idea, opinión, juicio, sentido o interpretación) del término aludido dentro del ámbito en donde se ubica.

Con la convicción de que el significado o concepto de las palabras queda expresado a través de la semántica, se da el significado o concepto del término expresado y su ámbito de desarrollo, para con ello dejar establecida la palabra o concepción semántica del vocablo. De esta forma, se emplea la semántica como herramienta metodológica, donde se observan dos identificadores del vocablo semántica, en el Cuadro 1.1.

Los identificadores de la semántica son dos, a saber: *significado o concepto y el ámbito donde se le emplea*.

Cuadro 1.1: Identificadores del término *semántica*.

Teniendo explicada la semántica de los términos, donde dependen del ámbito en donde se les utiliza, se pasa a abordar el cómo se concibe una investigación científica, para pasar a las investigaciones disciplinarias, interdisciplinarias, multidisciplinarias y transdisciplinarias. Posteriormente se incide en la concepción de línea de pensamiento para finalizar con el término de *constructo teórico*.

2. 1. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Cabe mencionar que cualquier persona, que no es del área científica, concibe al término investigación de diversas formas, como por ejemplo, denotar búsqueda: "voy a investigar en dónde está mi lápiz". En otro nivel del vocablo, se usa para saber sobre algo de forma empírica, como por ejemplo: "voy a investigar cómo hacer este guiso". En la investigación docente se llevan a cabo procesos para realizar una investigación, como por ejemplo: "voy a aplicar este software y ver (o investigar) si realmente les ayuda a los estudiantes a aprender mejor y tener calificaciones más altas".

Si se observan los dos primeros comentarios son de la cotidianidad, los cuales seguramente son familiares para el lector, mientras que en el tercero, el de investigación docente, se puede identificar que no hay, necesariamente, rigor metodológico ni fundamentación para realizar la actividad, estos elementos son los que distinguen a una investigación informal de una formal.

La investigación científica, como la concibe Sampieri et al. (2002), es formal y la clasifica en exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa (experimental), siguiendo un proceso científico para su desarrollo. Por su lado Tamayo (2001) menciona que en toda investigación científica se emplea el método científico como procedimiento objetivo que permite el proceso de investigación científica y que cada ciencia a partir de éste plantea y requiere de un método especial, según sea la naturaleza de los hechos que estudia, pero los pasos que se han de seguir están regulados por el método científico, el cual a grandes rasgos contempla cinco etapas: Percepción de un problema, Identificación y definición del problema, Propuesta de soluciones para el problema, Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas, finalmente, Verificación de las hipótesis planteadas mediante la acción.

Para Schmelkes (2002) una investigación científica expresa que todo lo que se diga debe estar evidenciado, es decir, deben existir evidencias de ello, no sólo justificación; además, debe responder a un formato que le da formalidad, esto es, describir la problemática que se va a abordar, incluir los antecedentes de investigación que se hayan realizado en torno al problema a tratar, tener definido el objetivo de investigación, incorporar el marco de fundamentos, tener el método de trabajo coherente con el marco de fundamentos; luego de tener en claro cómo se va a proceder, deben entrar apartados sobre la experimentación, el análisis de la información, cotejo con el objetivo de investigación, conclusiones y recomendaciones.

En relación al marco de fundamentos Schmelkes (2002) explica que hay diferentes tipos de marcos, todos responden a distintas necesidades y están constituidos por diferentes características como se menciona a continuación; entre los más usados están los siguientes: Marco conceptual, en donde se describen conceptualmente los términos a usar. Marco teórico, en el cual se incluyen la o las teorías que se usarán para fundamentar el proceder de la investigación. Marco referencial, en el que se incluyen los artículos o capítulos de libros que ayudan a sustentar los procesos, este tipo de marco se incorpora cuando los trabajos NO constituyen una teoría en sí, sólo son investigaciones aisladas o sin una estructura que las conjunte. Marco histórico, cuando es necesaria la información histórica de los conceptos de estudio para fundamentar lo que se hará. Marco institucional, si la investigación está centrada en una institución, este marco permitirá marcar límites de trabajo, al mismo tiempo que lo fundamenta. De lo anterior se puede concluir la concepción semántica de la expresión *investigación científica*, como se muestra en el Cuadro 1.2.

La concepción semántica de la expresión *investigación científica* es aquella que expresa su concepto a través de poseer un fundamento verificable y un proceso metodológico para su acción, aparte de requerir de un esquema de descripción que la distingue de las demás investigaciones no científicas, donde su ámbito de trabajo es el marco de fundamentos que la sostiene.

Cuadro 1.2: Semántica de la expresión *investigación científica*.

2. 2. INVESTIGACIONES DISCIPLINARIAS, INTER-MULTI-TRANS-DISCIPLINARIAS

2. 2. 1 La investigación científica y sus áreas de conocimiento

Las áreas del conocimiento de la investigación, en general, también conocidas como campos de conocimiento, son complicadas de clasificar, ya que en cada país, su área de gobierno dedicada a la investigación científica, tiene diferentes clasificaciones, como se puede ver en la Tabla 1.1, donde se muestra el caso de algunos países.

A través del tiempo se han propuesto y utilizado distintas clasificaciones de las ciencias, algunas incluyen jerarquías entre ciencias lo que da lugar a una estructura de árbol, de ahí el término de *ramas* de la ciencia, otras responden a las prioridades de los países.

Como interesa ubicar las disciplinas que se han empleado en las investigaciones de la *Matemática Social*, a saber estas son (Camarena, 2013a): Ciencias de la Educación, Psicología, Sociología, Filosofía, Antropología y la Matemática misma, se ubicarán de acuerdo a la clasificación que ofrecen los países de la Tabla 1.1. Por la característica y ubicación sin duda de la Matemática, la cual se inserta en las Ciencias Naturales, se excluye de esta búsqueda de inclusión en una clasificación.

Es importante mencionar que, de acuerdo a las páginas Web mencionadas en la tercera columna de la Tabla 1.1, la clasificación dada por España incluye subáreas, por ejemplo en el área k) Antropología, se incluye Características del individuo, en q) Pedagogía, se tienen las ramas de Currículo, Didáctica y Preparación de profesores. En el área s) Psicología, se incluyen tres ramas de interés, la Psicopedagogía, la cual a su vez se subdivide incluyendo Procesos cognitivos y Métodos educativos; la segunda rama es Psicología social, que se subdivide incluyendo Liderazgo y actitudes, así como Teoría de roles; la tercera rama es Psicología experimental, la cual contempla la Motivación. En el área u) Sociología, se contempla la rama de Sociología de la educación, la cual incluye el desempeño profesional. Finalmente en el área v) Ética, se tienen las ramas de Código de valores y Código de conducta.

| PAÍS | CLASIFICACIÓN DE ÁREAS | FUENTE |
|---|---|--|
| ARGENTINA | a) Ciencias de la ingeniería, b) Ciencias exactas, c) Ciencias biológicas d) Ciencias sociales, e) Ciencias humanas | https://www.conicet.gov.ar - CONICET es una institución estatal, dependiente de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, que financia recursos humanos para la investigación científica. |
| BRASIL | a) Ciências Exatas e da Terra, b) Ciências Biológicas, c) Engenharias, d) Ciências da Saúde, e) Ciências Agrárias, f) Ciências Sociais Aplicadas, g) Ciências Humanas, h) Lingüística, Letras e Artes, i) Outros. | http://cnpq.br/documents/10157/186158/TabeladeAreasdoConhecimento.pdf |
| COLOMBIA | a) Agronomía, veterinaria y afines, b) Bellas artes, c) Ciencias de la educación, d) Ciencias de la Salud, e) Ciencias sociales y humanas, f) Economía, administración, contaduría y afines, g) Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines, y h) Matemáticas y ciencia naturales. | www.cna.gob.co |
| ESPAÑA Ministerio de Ciencia e Innovación de España. | a) Aplicaciones de la lógica, b) matemáticas, c) Astronomía y astrofísica, d) Física, e) Química, f) Ciencias de la vida, g) Ciencias de la tierra y el espacio, h) Ciencias agrarias, i) Ciencias Médicas, j) Ciencias tecnológicas, k) Antropología, l) Demografía, m) Ciencias económicas, n) Geografía, ñ) Historia, o) Ciencias jurídicas y derecho, p) Lingüística, q) Pedagogía, r) Ciencia política, s) Psicología, t) Ciencias de las artes y las letras, u) Sociología, v) Ética, w) Filosofía. | ciencias.gob.es |
| MÉXICO | a) Física, matemáticas y Ciencias de la tierra, b) Biología y química, c) Medicina y salud, d) Humanidades y de la conducta, e) Sociales y económicas, f) Biotecnología y agropecuarias, g) Ingeniería e industria | conacyt.gob.mx |

| | | |
|--|--|---|
| <p>PERÚ El CONCYTEC usa como áreas del conocimiento el estándar internacional de Áreas de Ciencia y Tecnología de la OCDE.</p> | <p>a) Ciencias agrícolas, b) Ciencias médicas y de salud, c) Ciencias naturales, d) Ciencias sociales, e) Humanidades, f) Ingeniería y tecnología</p> | <p>https://sites.google.com/a/concytec.gob.pe/manual-uso-di-na-test/secciones/lineas-de-investigacion/areas-ocde</p> |
| <p>USA Es una clasificación que no tiene fecha de emisión.</p> | <p>a) Ciencias físicas y matemáticas, b) Geo- ciencias, c) Ciencias biológicas, d) Ciencias económicas y sociales y del comportamiento, e) Ciencias de la computación e información y la ingeniería, f) Ingenierías.</p> | <p>http://publicaciones.anuies.mx/acervo/rev-sup/res109/txt9.htm</p> |
| <p>VENEZUELA Se menciona que es una clasificación que depende del gobierno actual.</p> | <p>a) Hábitat y desarrollo, b) Salud pública, c) Calidad de la educación, d) Soberanía y seguridad alimentaria, e) Tecnologías de la información y la comunicación, f) Petróleo, gas y energía, g) Innovación para la gerencia pública, h) Visibilidad y apropiación social del conocimiento, i) Estudios estratégicos e históricos para América Latina y el Caribe.</p> | <p>El Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), es un organismo autónomo adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología (MppEUCT) de la República Bolivariana de Venezuela.</p> |

Tabla 1.1: Clasificación de áreas del conocimiento en diferentes países.

En Brasil la clasificación de las áreas del conocimiento se realiza por medio de una jerarquía con cuatro niveles, que contemplan de los aspectos más generales a los más específicos. Nivel 1: Una gran área que abarca un conglomerado de diversas áreas del conocimiento en virtud de la afinidad de sus objetos, métodos cognitivos y recursos instrumentales. Haciendo referencia a contextos sociopolíticos específicos. Nivel 2: Un área que incluye el conjunto de conocimientos interrelacionados, contruidos colectivamente y reunidos según la naturaleza de su objeto de investigación con finalidades de enseñanza, investigación y aplicaciones prácticas. Nivel 3: Una subárea que segmenta el área de conocimiento establecida en función de su objeto de estudio y de procedimientos metodológicos reconocidos y ampliamente utilizados. Nivel 4: Especialidades que caracterizan la temática de investigación y enseñanza; una misma especialidad puede ser encuadrada en diferentes áreas y subáreas. La Educación, la Psicología, la Sociología, la Filosofía y las Antropología son cinco grandes áreas que se incluyen en las Ciencias Humanas, indicada con la letra g) en la Tabla 1.1.

La clasificación del Perú, es prácticamente la única que en un momento dado, menciona que en el inciso d) Ciencias sociales, se incluyen las ramas de la Educación, la Psicología, y la Sociología. Por otro lado, en México, en el inciso d) Humanidades y de la Conducta, se incluyen las ramas de Pedagogía, Psicología, Ética, Antropología y Filosofía, mientras que en el inciso e) Sociales y Económica, se incluyen la Sociología y Lingüística.

Observando estas clasificaciones, se podría concluir que las disciplinas que se quieren ubicar tienen cabida de la siguiente forma, para Argentina, en las áreas d) Ciencias sociales, e) Ciencias humanas; para Brasil, las cinco disciplinas están incluidas en la gran área g) de las Ciencias Humanas; mientras que en Colombia se insertan en las áreas c) Ciencias de la Educación, e) Ciencias sociales y humanas; en España, se tiene una gran diseminación del conocimiento, ubicando las disciplinas en k) Antropología, p) Lingüística, q) Pedagogía, s) Psicología, u) Sociología, w) Filosofía; en México, d) Humanidades y de la conducta, e) Sociales y económicas; en Perú, d) Ciencias sociales, e) Humanidades; en USA, tienen cabida en los incisos: d) Ciencias económicas y sociales y del comportamiento; mientras que en Venezuela se contemplan en c) Calidad de la educación, h) Visibilidad y apropiación social del conocimiento; ver Tabla 1.2.

Tomando en cuenta que las Ciencias de la Educación constituyen una rama de las Humanidades, se observa de la Tabla 1.2. que las disciplinas que interesan para la línea de investigación de la Matemática Social, se ubican en las áreas del conocimiento de las Ciencias Sociales y Humanísticas y, la Matemática en las Ciencias Naturales.

Así, de las dos áreas determinadas, se considera pertinente trabajar sólo con las ramas de interés para las investigaciones, las cuales se denominarán categorías del conocimiento, a saber: Educación, Psicología, Sociología, Antropología, Filosofía y Matemática.

| PAÍS | ÁREAS | DISCIPLINAS DE INTERÉS DE LAS ÁREAS |
|-----------|---|--|
| ARGENTINA | d) Ciencias sociales, e) Ciencias humanas | d) Sociología; e) Psicología, Educación. |
| BRASIL | g) Ciencias Humanas | g) Educação, Psicologia, Sociologia, Filosofia e Antropologia. |
| COLOMBIA | c) Ciencias de la Educación, e) Ciencias Sociales y Humanas | c) Educación; e) Sociología, Psicología. |
| ESPAÑA | k) Antropología, p) Lingüística, q) Pedagogía, s) Psicología, u) Sociología, v) Ética, w) Filosofía | k) Antropología; p) Lingüística; q) Educación; s) Psicología; u) Sociología; w) Filosofía. |
| MÉXICO | d) Humanidades y de la Conducta, e) Sociales y Económicas | d) Pedagogía, Psicología, Ética, Antropología, Filosofía; e) Sociología y Lingüística. |
| PERÚ | d) Ciencias sociales, e) Humanidades, | d) Educación, Psicología, Sociología. |
| USA | d) Ciencias económicas y sociales y del comportamiento | d) Sociología, Psicología, Educación. |
| VENEZUELA | c) Calidad de la educación, h) Visibilidad y apropiación social del conocimiento | c) Educación; h) Sociología. |

Tabla 1.2: Clasificación de las disciplinas de interés.

Asimismo, se describen brevemente en qué consisten estas categorías del conocimiento para ubicar las ramas que incluyen cada una de las categorías, las cuales se reflejan en los procesos educativos, luego, se buscan los aspectos educativos de las categorías del conocimiento.

Las dos ramas que describen a las Ciencias de la Educación son la Pedagogía y la Didáctica, sin embargo, cabe mencionar que se incluyen estudios de la Sociología de la Educación, Economía de la Educación, Antropología de la Educación, Historia de la Educación, Psicología de la Educación, Educación Comparada, Filosofía de la Educación y Política Educativa. Para la línea de investigación de la Matemática Social, por simplicidad, las Ciencias de la Educación se denominan sólo Educación. Tomando en cuenta que de forma natural la Educación incluye a la Pedagogía, las ramas de la Pedagogía se insertan en la categoría de la Educación como ramas.

Por su lado, la Psicología se dedica al estudio de la conducta de los individuos, entre otros, investiga e interviene en los procesos psicológicos que ocurren en el ámbito educativo; como el contar con diferentes modelos psicológicos del aprendizaje, incluyendo el estudio de procesos cognitivos, el desarrollo humano que, entre otros, contempla la motivación, las actitudes, el liderazgo y los roles que juegan en el ambiente de aprendizaje (Lindgren, 1972), mencionado en Gómez (2014); las cuales forman parte de las ramas de la Psicología.

La Sociología, entre otras tareas, se dedica al estudio de las sociedades, esto es, al estudio de los hombres en interdependencia con la sociedad y su transmisión a través de la lingüística, apoyando la conducta del hombre como ser social, fortaleciendo la adaptación social de la persona y a su vez mejorando en su conjunto a la sociedad (Timasheff, 1997), mencionado en Gómez (2014). De ahí que una rama de interés sea el Desempeño Profesional de los profesionistas, ya que los profesionistas son quienes tienen fuerte influencia en el desarrollo económico y el crecimiento sostenido de un país, apoyando el bienestar de la sociedad (Ocampo et al., 2011). De esta forma, el Desempeño Profesional se incluye como rama de la Sociología.

La Antropología, entre otras actividades, se dedica al estudio del ser humano en sus diversos aspectos, y tiende a centrarse en analizar la evolución de las sociedades a lo largo de la historia. Asimismo, se enfoca en cómo se da la transmisión de la cultura a través de la lingüística, el sentido que las personas dan a su existencia, lo cotidiano del humano; de hecho estudia al hombre como ser humano y ser individual, analizando sus características, etc. (Berdichewsky, 2002), mencionado en Gómez (2014). Luego, una rama de la Antropología que interesa para la Matemática Social, son las características del ser humano.

En relación a la Filosofía, es menester mencionar que tuvo su origen en la Antigua Grecia y significa "amor por el conocimiento"; esto hacía que los griegos consideraran que el término filosofía aludía a la búsqueda constante del conocimiento en sí mismo. Actualmente, el objeto de estudio de la filosofía son los problemas fundamentales relacionados con los valores, la razón, el conocimiento y la existencia del ser (Ibáñez y Stanley, 1991). Las ramas de la filosofía son cuatro: la lógica, la epistemología, la metafísica y la axiología. En particular la Epistemología es el estudio del conocimiento en sí mismo, esta rama de la filosofía se hace preguntas que permiten establecer hasta qué punto lo que se sabe es un conocimiento profundo y verdadero de un tema. La Axiología incluye la Estética, la Filosofía Social, la Filosofía Política, la Lingüística y, de forma más prominente, la Ética; de estos elementos el que más interesa a la Matemática Social es la Ética, en particular los valores, que se considera como rama, al igual que la Epistemología.

Las categorías del conocimiento: Educación, Psicología, Sociología, Antropología, Filosofía y Matemática, se encuentran en la Tabla 1.3 incluyendo en cada una de estas categorías, las ramas que se han mencionado.

| CATEGORÍAS DEL CONOCIMIENTO | RAMAS QUE INCLUYEN |
|-----------------------------|--|
| Educación | Principalmente Currículo, Didáctica, Formación docente. |
| Psicología | Procesos cognitivos; Liderazgo, Actitudes y Roles; Motivación. |
| Sociología | Desempeño profesional |
| Antropología | Características del estudiante, Lingüística. |
| Filosofía | Epistemología, Ética, Valores. |
| Matemática | Todas. |

Tabla 1.3: Categorías del conocimiento y sus ramas.

2. 2. 2 Investigaciones disciplinarias, inter-multi-trans-disciplinarias

Como se había comentado, una investigación científica es aquella que para abordar un problema, posee un fundamento verificable y un proceso metodológico para su acción, entre otros elementos, característica de las investigaciones que se realizan en la línea de investigación de la Matemática Social.

Un ejemplo de problema de investigación de la Matemática Social es el siguiente:

Identificar, las competencias matemáticas de las ingenierías e implementar la didáctica de la Matemática en Contexto para el desarrollo de las mismas.

Para el ejemplo mostrado, es preponderante notar que la problemática planteada no se ubica únicamente dentro de la matemática, de acuerdo a la Tabla 1.2. y Tabla 1.3., se identifica la rama de Currículo de la categoría del conocimiento de la Educación. Asimismo, al hablar de competencias se están incluyendo actitudes, valores, habilidades y conocimientos, mostrando la incidencia de la problemática en la rama de Valores de la categoría del conocimiento de la Filosofía; cuando se habla de actitudes se incurre en la rama relacionada con las Características del estudiante, correspondiente a la categoría del conocimiento de la Antropología, pero también en la categoría de la Psicología; los conocimientos se insertan en la Matemática; de igual forma, las competencias al implicar procesos sociales integrales, inciden en la categoría del conocimiento de la Sociología. Al implementar la didáctica de la Matemática en Contexto, nuevamente se incide en la categoría de Educación, pero al mismo tiempo en la rama de Procesos cognitivos de la Psicología.

De esta forma, un problema de investigación de la Matemática Social se ubica no sólo en una categoría del conocimiento, sino en varias, esto hace que en ocasiones las categorías de estudio se traslapen, es decir, que no estén únicamente determinadas para la investigación, lo cual abre la puerta para entrar en la clasificación de la investigación científica según las áreas del conocimiento que intervienen.

Se denomina *investigación disciplinaria*, cuando se está trabajando en una sola área del conocimiento, que dicho sea de paso, no es el caso de la Matemática Social.

Una *investigación es interdisciplinaria* cuando intervienen dos áreas del conocimiento distintas, mientras que la *investigación multidisciplinaria*, es aquella en donde intervienen más de dos disciplinas. Pero no sólo eso, sino que en ambos casos se presenta una interacción de conocimientos, procesos y conceptos de las distintas áreas con perspectivas distintas para ampliar la comprensión y resolución del problema (Kravzow, 2000), mencionada por Angulo (2004). Esto es, se trata del estudio de un objeto a través de varias disciplinas a la vez, de tal manera que el objeto se enriquece y profundiza con la aportación de las otras disciplinas. Se trata de correlacionar y ligar los procesos de creación del conocimiento a partir del uso de teorías, métodos y conceptos de las diversas disciplinas; todo ello con el objetivo de encontrar marcos generales que permitan, a través de los avances científicos, una parcela mayor de la realidad (Angulo, 2004).

La *investigación transdisciplinaria* es el nivel superior de la inter y multidisciplinaria donde desaparecen los límites entre las diversas disciplinas y se constituye un sistema total que sobrepasa el plano de las relaciones e interrelaciones entre las disciplinas (Angulo, 2004), llegándose a constituir como una nueva disciplina. Ejemplo de ello se tiene en investigaciones en las carreras de Mecatrónica que une la mecánica con la electrónica y los sistemas computacionales; Telemática que enlaza la informática y la tecnología de las comunicaciones; Biotecnología que amalgama la biología con la química y la tecnología; etc.

2. 3. LÍNEA DE PENSAMIENTO

Primero se concibe el término "línea". Según el Diccionario de la Lengua Española (2001), para el vocablo "línea" se toman dos acepciones que se acercan más a lo que se quiere significar sobre línea de pensamiento en las ciencias.

El término línea se define como: || 6. Conducta o comportamiento en una determinada dirección. || 7. Dirección, tendencia, orientación o estilo de un arte o de un saber cualquiera.

Por su lado, el término pensamiento, según las primeras 5 acepciones que están en torno a una línea de pensamiento en las ciencias, del Diccionario de la Lengua Española (2001) son:

El término pensamiento se define como: || 1. Potencia o facultad de pensar. || 2. Acción o efecto de pensar. || 3. Idea inicial o capital de una obra cualquiera. || 4. Cada una de las ideas o sentencias notables de un escrito. || 5. Conjunto de ideas propias de una persona o colectividad

Bunge (1973) habla de tendencia ideológica como línea de pensamiento. Conjuntando los dos términos se construye el concepto de *línea de pensamiento* como la conducta o comportamiento debido a idea(s) propia(s) de una persona o colectividad. De esta forma, la concepción semántica de la expresión *línea de pensamiento* se muestra en el Cuadro 1.3.

La concepción semántica de la expresión *línea de pensamiento* se concibe como una tendencia ideológica a través de la conducta o comportamiento debido a idea(s) propia(s) del ámbito de trabajo de los miembros de una comunidad.

Cuadro 1.3. Semántica de la expresión *línea de pensamiento*.

2. 4. CONSTRUCTO TEÓRICO

2. 4. 1 Constructo

El término constructo posee varias formas de concebirse, de hecho, depende del área del conocimiento que lo incluye. De forma general, el College Dictionary (2002) define constructo como "una idea o percepción resultado de una síntesis de impresiones sensoriales".

De forma particular, en Epistemología un "constructo" es un objeto conceptual o ideal que representa la clase de equivalencia de procesos cerebrales (Definición.DE, 2018).

Bunge (1973) en las ciencias lo define como un concepto no observacional en contraposición con los conceptos empíricos, ya que no se pueden demostrar. Un constructo es un fenómeno no tangible que a través de un determinado proceso de categorización se convierte en una variable que puede ser medible y estudiada.

En Psicología un constructo es cualquier entidad hipotética de difícil definición dentro de una teoría científica. Un constructo es algo que se sabe que existe, pero cuya definición es difícil y controvertida. Por ejemplo son constructos en psicología: la inteligencia, la personalidad, la creatividad, etc. (Definición.DE, 2018)

En las Ciencias Sociales un constructo social es un artefacto en un sistema social inventado o construido por participantes en una cultura o sociedad particular, que existe porque la gente accede a comportarse como si existiera (Berger y Luckmann, 1979).

Dentro de la Lógica Matemática se estudian los constructos y sus propiedades conceptuales como si fueran autónomos, aún cuando no tengan existencia real (Definición.DE, 2018).

De las versiones mencionadas un constructo es un término no definido. Sin embargo, en la actualidad un constructo se asocia a una teoría, por tal razón se busca lo que se entiende por constructo teórico.

2. 4. 2 Constructo Teórico

Por tratarse de una línea de investigación científica, para aclarar, definir y fundamentar un constructo teórico, se trabaja el concepto desde la Epistemología no dentro de los postulados de la Lógica Matemática.

La definición de *constructo teórico* se aborda desde la Epistemología, la cual es una rama de la Filosofía, que estudia la naturaleza, el origen y la validez del conocimiento. La palabra *epistemología* está compuesta por las palabras griegas *ἐπιστήμη* (epistémē), que significa "conocimiento", y *λόγος* (lógos), que se traduce como «estudio o ciencia».

Para un *constructo teórico* es necesario tomar en cuenta la realidad que lo envuelve, es decir la *episteme* del constructo. Para Platón, la *episteme* es el verdadero conocimiento, que sólo puede serlo de lo inmutable, de la verdadera realidad, en contraposición a la *doxa*, que es a la opinión personal que se genera del conocimiento de la realidad sensible (de los sentimientos de la persona). Además, Aristóteles precisa el término mencionando

que la *episteme* es el conocimiento obtenido mediante la demostración (Diccionario de Filosofía, 2018).

Por otro lado, de la definición de constructo del College Dictionary (2002), se toman las acepciones que se relacionan con el término "teoría", dando por resultado las siguientes definiciones

Definición de término *constructo teórico*: || 1. Construir un objeto conectando sistemáticamente elementos. || 2. Concepto o teoría que integra de cierta forma los diversos datos o fenómenos que se analizan.

Las dos acepciones mencionadas, según el College Dictionary (2002) describen la construcción de un concepto o teoría en donde se conectan sistemáticamente elementos que permiten analizar datos o fenómenos. Este concepto está alejado del término aislado de "constructo", ya que ahora se trata de un constructo teórico, la doxa del término "constructo" solo, se elimina para ser visto con su *episteme*, lo que le otorga un estatus de cientificidad y lo conecta con teorías.

Por otro lado, para la Epistemología un *constructo teórico* es un objeto conceptual que implica la construcción de una clase de equivalencia de elementos conectados que permiten analizar datos o fenómenos. Con esta clase de equivalencia se trata de dar una solución social explicativa a las problemáticas sobre la vivencia del ser humano, siendo su significado el que es sugerido por preguntas de reflexión en la materia (Carvalho, 2003). Así, un constructo teórico está relacionado con teorías o significantes de las áreas de estudio, como lo menciona Carvalho (2003), por lo que es considerado como un elemento teórico que le da un estatus formal a las ciencias que lo emplean.

Es interesante tomar en cuenta el Diccionario de la Lengua Española (2019), documento más actual consultado, ya que en éste se menciona que "constructo es una construcción teórica para comprender un problema determinado"; sin referirse a un constructo teórico, sino solamente al vocablo "constructo".

De las versiones mencionadas en la sección anterior, un *constructo* es un término no definido a excepción de la versión más reciente del Diccionario de la Lengua Española (2019). Este fenómeno se inserta en el comentario vertido por Alonso (1982) en la sección 2., correspondiente a la introducción al Marco Conceptual, donde menciona que el lenguaje está en evolución constante, esto a través de alteraciones objetivas y conceptuales de las palabras hasta llegar a cambiar el sentido de la semántica previamente establecida. A través de la exploración realizada hasta aquí, se puede observar la transformación del término constructo a lo largo del tiempo, pasando por ser un concepto no definido hasta llegar a ser considerado como un constructo teórico, el cual está relacionado con teorías y claramente no puede estar indefinido.

Así, entonces, el concepto de *constructo* o *constructo teórico*, toma en cuenta la *episteme* del término, es decir, la realidad que lo envuelve, lo que permite que pueda estar relacionado con teorías, mirándose como una construcción teórica. Luego, la concepción semántica del término *constructo*, misma que la construcción semántica de la expresión *constructo teórico*, por ser sinónimos en la actualidad como fue mostrado, se describe en el Cuadro 1.4.

La concepción semántica del vocablo *constructo* o *constructo teórico* se concibe como un término relacionado con teorías (o construcción teórica) que permite analizar fenómenos de la materia en cuestión, dentro del ámbito de la o las teorías con las que se relaciona.

Cuadro 1.4: Semántica de la expresión *constructo teórico*.

Habiendo presentado en esta sección las concepciones semánticas de los términos que se utilizarán para describir la línea de investigación de la Matemática Social, entonces, se pasa a realizar la misma.

3. Descripción de la Matemática Social

Es fundamental mencionar que para el caso que se está trabajando “la línea de investigación de la Matemática Social”, la concepción semántica da cuenta del significado o concepto (idea, opinión, juicio, sentido o interpretación) del término aludido dentro del ámbito de la línea de investigación de la Matemática Social y Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

Para cumplir con el primer propósito del objetivo del presente capítulo, se da la descripción de la línea de investigación, la cual se realiza a través de explicar qué problemáticas aborda, cuáles son sus propósitos, cómo nace, qué características posee y qué caracteriza a sus investigadores. En la última sesión de este capítulo se establece el segundo propósito del capítulo que es establecer la concepción del constructo teórico de *Matemática Social*.

3. 1. LAS PROBLEMÁTICAS QUE ABORDA LA MATEMÁTICA SOCIAL

Un problema que se ha detectado y que se considera es el de más peso en las problemáticas que aquejan a todos los diferentes niveles educativos, es la aridez de la matemática que perciben los alumnos, ya que no le ven sentido a lo que están estudiando, está desvinculado de la vida estudiantil y en general de la vida cotidiana, al mismo tiempo que está aislada de la futura actividad laboral y profesional (Bianchini et al., 2017; Bianchini et al., 2019; Camarena, 1999, 2013a; Muro, 2000; Trejo et al., 2011).

En general se han encontrado dos causas globales principales por las cuales la mayoría de los estudiantes, de casi cualquier parte del mundo, aborrecen a la matemática, las cuales se establecen en los puntos 1 y 2. El tercer punto, de manera global, da cuenta de un problema que se ha identificado sobre los egresados, quienes no poseen las competencias matemáticas de la profesión y que la Matemática Social toma como reto para enfrentar.

1. La matemática es abstracta, a diferencia de la química, en donde el estudiante huele las sustancias con las que trabaja, o la física donde pueden ver el movimiento de un objeto, o la biología donde es fácil ver y tocar a los animales, en la matemática los números no se

ven, no se tocan ni se huelen, están en la imaginación, situación que origina su dificultad en el aprendizaje. Para entenderlas requieren de registros de representación (Duval, 1999; Camarena, 2002a), como lo son el registro numérico, registro algebraico, registro analítico, registro geométrico, registro icónico, registro contextual y registro verbal.

2. Los estudiantes no le ven sentido a los contenidos matemáticos en su praxis diaria. Se ha identificado que la enseñanza tradicional genera conocimientos aislados y sin significado para el estudiante ya que carecen de sentido las materias de matemática que estudian. Es decir, para el caso de la matemática, se observa el divorcio que existe entre la matemática y sus aplicaciones o su uso en la ciencia que sustenta, categorizándose como una de las grandes causas de la irregularidad escolar en esta área y el bajo nivel académico del egresado, ya que la realidad del profesionalista en ejercicio se presenta como el enlace entre la matemática y la profesión en cuestión, se quiere que el futuro profesionalista sea eficiente y competitivo en todos los ámbitos sociales: en el laboral, profesional y vida cotidiana (Bianchini et al., 2017; Camarena, 1999, 2008; Lima et al., 2019). Entre otras problemáticas que se presentan en este rubro, se tiene que los conocimientos en matemática previos a un curso de matemática muchas veces son deficientes lo que dificulta los amarres a las estructuras cognitivas entre el conocimiento nuevo y el anterior, impidiendo aprendizajes significativos en el sentido de Ausubel (1970).

Por otro lado, en relación a los egresados de las instituciones de educación superior, cabe resaltar el hecho mencionado por diferentes medios y de diversas maneras sobre la preocupación que existe acerca de los egresados, a quienes les es muy difícil establecer la vinculación entre la matemática y la profesión, dicho de otra forma, desarrollar la modelación matemática y todo lo que conlleva la matemática en la profesión, ya que es un tema que, aunque está establecido en la mayoría de los objetivos de los currículos de profesiones del área de las ciencias físico matemáticas, queda en tierra de nadie, porque prácticamente ningún programa de estudio de matemática o de otras asignaturas de estas profesiones lo incorporan de forma explícita, es decir, la modelación matemática es un tema que forma parte del currículo oculto (Camarena, 2006).

3. Entre los factores que determinan la problemática de los egresados se identifica, a través de encuestas a los reclutadores de aspirantes a ingresar a una industria, la deficiencia en actitudes y comportamientos que son deseables para pertenecer a una industria competitiva a nivel mundial. Dicho de otra forma, se buscan egresados competitivos en el ámbito social (profesional, laboral y vida diaria), siendo este término el que da origen a que una persona posea competencias en el mundo globalizado que se vive actualmente (Camarena, 2004; Lima et al., 2019); en el capítulo sobre competencias se define este concepto, ya que tienen muchas formas de concebirse, además, es el eje central de desarrollo de la Matemática Social.

3. 2. LOS PROPÓSITOS DE LA MATEMÁTICA SOCIAL

Es un hecho que las teorías educativas que versan sobre los procesos de aprendizaje y de enseñanza nacen en el nivel escolar básico, entre las que se localizan la teoría de Piaget (1991) con su enfoque epistemológico genético y la de Vygotsky (1978) centrada en la interacción sociocultural. Existen marcos conceptuales para otros niveles educativos, incluyendo el básico, sin embargo, no son considerados como teorías estructuradas pero, de alguna forma, se vinculan con estas dos teorías (Camarena, 2013a).

Por lo antes expuesto es que la línea de investigación de la *Matemática Social*, tiene como propósito principal cimentar las bases para las acciones educativas fundamentadas que deberán llevarse a cabo a fin de enfrentar las problemáticas planteadas de forma objetiva, desarrollando una teoría educativa que aborde las problemáticas expuestas sobre el nivel universitario en el área de la matemática.

Con la línea de investigación de la Matemática Social también se pretende dar solución integral a las problemáticas sobre la vivencia de los estudiantes en relación al conocimiento de la matemática, a través de desarrollar una teoría educativa propia del nivel superior.

Esto es, se quiere construir una matemática con sentido para el estudiante, que le permita su aplicación en la praxis social de la profesión, que le ayude a construir el conocimiento, que le desarrolle una formación integral y habilidades del pensamiento.

Asimismo, se busca que el estudiante desarrolle competencias matemáticas de la profesión y en general, que construya una matemática para la vida y que se pueda mover de forma crítica, creativa y analítica en todos los ámbitos sociales, como el laboral, profesional y el de la vida cotidiana, estableciéndose un vínculo entre sociedad y educación (Camarena, 1999, 2018). En el marco conceptual de la TMCC, que se localiza en el Capítulo 2 de este libro, se dan las concepciones semánticas de los términos mencionados.

3. 3. EL CÓMO NACE LA MATEMÁTICA SOCIAL

Es claro que una línea de investigación o teoría educativa surgen por la necesidad a resolver ciertos problemas que se presentan en el sistema educativo, tal es el caso de las problemáticas que se viven con la enseñanza y aprendizaje de la matemática en todos los niveles educativos. El caso principal que atañe a la línea de investigación que aquí se describe es el nivel superior, también denominado nivel universitario.

Así, la línea de investigación nace como respuesta a la necesidad de abordar la incompreensión que tienen los estudiantes ante la matemática; por las inquietudes que no han sido clarificadas en el sistema educativo para ciencias específicas del conocimiento en el nivel superior, como las ciencias básicas, en particular esta línea se enfoca en la matemática; y también nace para abordar el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión (Camarena, 1999).

La línea de investigación de la Matemática Social y la teoría educativa de la Matemática en el Contexto de las Ciencias nacen en 1982 en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, éstas se enfocan en carreras universitarias en donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, donde no se van a formar matemáticos.

La Matemática Social, así como la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias reflexionan acerca de la vinculación de la matemática con otras ciencias, con situaciones profesionales, así como laborales y con actividades de la vida cotidiana, de tal forma que se construya en el estudiante una matemática para la vida, como fue mencionado en la sección anterior.

3. 4. LAS CARACTERÍSTICAS QUE POSEE LA MATEMÁTICA SOCIAL

3. 4. 1 Línea de investigación científica

Tomando en cuenta la concepción semántica de la expresión *investigación científica* vertida en el Cuadro 1.2, la cual menciona que una investigación científica posee un fundamento verificable y un proceso metodológico, donde su ámbito de trabajo es el marco de fundamentos que la sostiene, se explica a continuación el porqué la Matemática Social cumple con esta concepción.

De hecho, a través de las investigaciones publicadas en la Web sobre la línea de investigación de la Matemática Social y los reportes de los proyectos de investigación sobre la Matemática Social y la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, ubicados en la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional de México, se puede verificar que se cumplen los parámetros de investigación científica establecidos por Schmelkes (2002), por lo que se satisface el concepto y el ámbito de trabajo es la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias que se ha venido mencionando y que será descrita en capítulos posteriores; con lo anterior se cumple la concepción semántica sobre investigación científica.

3. 4. 2 Tipo de investigaciones de la Matemática Social

De la clasificación realizada en la sección 2. 2. 2, sobre investigaciones disciplinarias, interdisciplinarias, multidisciplinarias y transdisciplinarias, por el ejemplo sobre un problema de investigación de la Matemática Social que se incluye en la misma sección, se puede observar que la Matemática Social es una línea de investigación que no es disciplinaria, se trata de investigaciones multidisciplinarias.

Se argumenta que son investigaciones multidisciplinarias por la coexistencia de las categorías del conocimiento, tales como la Educación, Psicología, Sociología, Antropología, Filosofía y Matemática para abordar un problema, dotando a la línea de investigación de la Matemática Social de un carácter multidisciplinario, donde lo primero que se busca es un lenguaje común entre los participantes de las diversas categorías del conocimiento para la fluidez de la comunicación (Camarena, 2013a). Además, se continúa trabajando para identificar los visos y que la Matemática Social se consolide como una línea de investigación científica transdisciplina.

3. 4. 3 Línea de pensamiento de la Matemática Social

Dada la concepción semántica de la expresión "línea de pensamiento" que se ubica en el Cuadro 1.3, la cual se describe como: una tendencia ideológica a través de la conducta o comportamiento, debido a idea(s) propia(s) del ámbito de trabajo de los miembros de una comunidad; para el caso de la Matemática Social se describen la tendencia ideológica, la conducta o comportamiento, las ideas propias de la comunidad de trabajo investigativo de la Matemática Social y su ámbito de trabajo.

Dado que la línea de investigación de la Matemática Social aborda las problemáticas sobre la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en el ambiente de aprendizaje, *la tendencia ideológica, comportamiento e ideas propias* de los investigadores de la Matemática Social se determina a través de sus sesiones de trabajo donde desarrollan diálogos reflexivos, formulan y se cuestionan opiniones, lo que permite que se produzca una conciencia en cada uno de sus miembros para lograr una conducta y comportamiento

de los investigadores cuyo hilo conductor queda establecido a través de las interrogantes del Cuadro 1.5 (Camarena, 1999, 2013a). Además, trabajar en la línea de investigación de la Matemática Social involucra adoptar el punto de vista y conducta de los investigadores de la Matemática Social, dicho de otra forma, es formar equipos multidisciplinarios con marcos conceptuales y metodológicos compartidos para realizar un trabajo de conjunto, no áreas aisladas.

Con los cuestionamientos del Cuadro 1.5, se identifica una tendencia ideológica hacia la clarificación profunda de las problemáticas en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, la formación integral y por competencias del futuro egresado; pero también para el desarrollo de un pensamiento hacia la formación de conocimientos integrados tanto para los estudiantes, los docentes, los investigadores de la disciplina, como para los investigadores de la Matemática Social, incidiendo en la inter y multidisciplinariedad, sobre la formación docente y del investigador.

| | |
|---|---|
| <p>¿Matemática para qué? ¿Qué aporta la matemática al individuo? ¿Cómo preparar a los estudiantes? ¿Cuándo dar matemática? ¿Qué se persigue con los cursos? ¿Qué tipo de matemática se debe impartir? ¿Qué tanto práctica, algorítmica o qué tanto matemática formal? ¿En qué enfatizar? ¿Cómo dar matemática? ¿Qué habilidades desarrollar? ¿Cómo motivar al estudiante? ¿Qué factores emocionales intervienen? ¿Cómo vincular la matemática con la futura profesión del alumno?</p> | <p>¿Cómo preparar a los egresados para un mundo globalizado? ¿De qué forma se contribuye a la formación integral del estudiante? ¿De qué forma se apoya el desarrollo de competencias para la vida? ¿De qué forma se apoya el desarrollo de competencias laborales? ¿De qué forma se apoya el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión? ¿Quién debe dar matemática? ¿Cómo preparar docentes en competencias? ¿Cómo preparar docentes para desarrollar competencias en alumnos? ¿Cómo preparar a docentes para que sean congruentes con la didáctica de la Matemática en Contexto?</p> |
|---|---|

Cuadro 1.5: Interrogantes de la línea de pensamiento de la Matemática Social

Asimismo, se pretenden incidir en docentes e investigadores de la matemática a través de la tendencia ideológica, lo que implica que un docente no solamente imparta clases de acuerdo al programa de estudios que le han proporcionado y un investigador no sólo realice investigaciones sobre las dificultades del aprendizaje de la matemática, sino que se cuestione el profesor sobre el para qué tiene que impartir esos contenidos curriculares, cómo impartir matemática para que tengan sentido en el estudiante y pueda realizar su aplicación en la praxis social de su profesión, que construya el conocimiento, que desarrolle habilidades del pensamiento, que desarrolle competencias matemáticas de la profesión y que su actuar sea en bien de la sociedad y de sí mismo (Camarena, 1999).

Por otro lado, a través de la línea de investigación de la Matemática Social, se pretenden que los investigadores independientes se den cuenta que hay muchos factores que intervienen en los procesos de enseñanza y aprendizaje que deben ser atendidos, es decir, la ideología e ideas propias de la comunidad investigativa de la Matemática Social están en realizar investigaciones en torno a las interrogantes, entre otras, del Cuadro 1.5 e incidir en que el docente así como el investigador sean reflexivos en relación a su actividad profesional matemática. Está demás mencionar que *el ámbito de trabajo* en donde se ubica y se emplea la línea de pensamiento es la investigación científica con la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, que abordan los investigadores que trabajan en la línea de la Matemática Social.

Para aclarar el ámbito de trabajo de la línea de pensamiento, cabe mencionar que se ha visto la necesidad de abrir subáreas de investigación como la tecnología electrónica y la modelación matemática; es claro que estas áreas no son nuevas en la investigación educativa, la diferencia estriba en el enfoque que otorga la línea del pensamiento de la Matemática Social.

Con lo descrito, se observa que se satisfacen los dos identificadores de la concepción semántica para dejar establecida la línea de pensamiento de la Matemática Social.

3. 5. LO QUE CARACTERIZA A LOS INVESTIGADORES DE LA MATEMÁTICA SOCIAL

De la sección anterior se evidencia que una de las características de los investigadores de la Matemática Social es el interés genuino por las problemáticas que se viven en el ambiente educativo en relación a la enseñanza y al aprendizaje de la matemática. Otra característica es que trabajan para que los profesores de matemática con su práctica docente contribuyan a la formación integral y desarrollo de competencias del futuro profesionista.

Una característica específica de los investigadores de la Matemática Social, es que se constituyen en una Red internacional de investigación denominada MaCoCiencias, como nombre alusivo a la teoría educativa que se desarrolla en la Matemática Social: La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

Los miembros de la Red MaCoCiencias se pueden clasificar en dos grupos, los que a través de sus investigaciones han contribuido a fortalecer o ampliar la teoría y línea de investigación de la Matemática Social y los que son usuarios de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias para sus trabajos de tesis de posgrado o para su práctica docente (Camarena, 2013a).

La gestión del conocimiento en la Matemática Social se lleva a cabo a través de proyectos de investigación, en los que participan como directores de proyecto los líderes de alguna de las áreas del conocimiento que intervienen en la investigación. Los investigadores se agrupan en torno a un proyecto, ya sea por invitación del director de proyecto o por acuerdo entre investigadores, aunque según sea el tema del proyecto pueden participar docentes.

Para incursionar en las investigaciones cuya producción es la construcción de conocimiento, es necesario que los participantes en la investigación sean personas inmersas en la línea de pensamiento de la Matemática Social, entre otros, pensar de forma interdisciplinaria en la construcción del conocimiento; además, es necesario tener pericia en investigación educativa científica y saber trabajar en equipos interdisciplinarios.

Es importante mencionar que dependiendo del tema en donde se ubique el proyecto de investigación es el tipo de investigadores y docentes que participan; es decir, ambos con una formación específica. Por ejemplo, para trabajar una investigación sobre la mo-

tivación del docente se requiere de la intervención de un investigador que sea psicólogo. Para trabajar eventos contextualizados en la química, se requiere de un docente que sea químico, ya que se deben poder secuenciar los contenidos de forma congruente y gradual para el nivel cognitivo de que se trate, lo cual solamente lo puede hacer quien es experto en la disciplina. Para el desarrollo de algún material computacional interactivo que se usará como mediador del aprendizaje en alguna investigación, se impera la participación de un investigador en ingeniería computacional. Para un proyecto sobre ética se requiere de un investigador que sea filósofo, etc.

Esta situación lleva a que la Red MaCoCiencias es una red multidisciplinaria de investigadores y docentes, constituida por investigadores de las diversas categorías del conocimiento (Psicología, Sociología, Filosofía, Antropología, Educación y Matemática) y por docentes de diferentes disciplinas como física, química, bioquímica, ingeniería en varias ramas, arquitectura, economía, administración, biología, etc. (Camarena, 2013a).

La Red MaCoCiencias es una comunidad científica, Fourez (1994), citado por Hernández (1998) describe que estas comunidades son un grupo social relativamente bien definido y gozan de reconocimiento interno (por los propios miembros, unos a otros) y externo (la sociedad acepta que poseen saberes útiles); el reconocimiento externo que logran les asegura cierta posición social y al mismo tiempo les exige que cumplan la función social de expertos. Cabe mencionar que el trabajo realizado en la línea de investigación de la Matemática Social ha contado con el beneplácito del Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE) de México, siendo la Red MaCoCiencias considerada como parte de las Redes de investigadores que reconoce el COMIE (Camarena, 2013a).

Para tener una idea de las contribuciones de la comunidad de la Red MaCoCiencias, a continuación se da información sobre algunas investigaciones donde se ha trabajado de forma interdisciplinaria con la didáctica de la Matemática en Contexto, incidiendo en la Fase Didáctica, sin embargo hay otras temáticas de otras Fases. Análisis de Fourier en el contexto del análisis de señales eléctricas (Camarena, 1993), La transformada de Laplace en el contexto de la ingeniería (Suarez et al., 2000), Las series en el contexto de la ingeniería (García, 2000), La serie de Fourier en el contexto del proceso de transferencia de masa (Muro et al., 2002), La transferencia del conocimiento: ecuaciones diferenciales parciales hacia una cuerda que vibra (Camarena 2003), Ecuaciones Diferenciales en el Contexto de las Reacciones Químicas de primer Orden (Trejo, 2005), Análisis matemático en el contexto de la ingeniería de control (Sauza, 2006), Ecuaciones algebraicas de primer grado en contexto (Vite, 2007), Análisis del significado de la solución de las ecuaciones diferenciales lineales en la volatilización de compuestos orgánicos (Alvarado, 2008), Aplicación de los campos de Galois en el contexto de la corrección y detección de errores en comunicaciones basadas en los códigos BCH (Rojas, 2008), Propuesta didáctica para las funciones sinusoidales en el contexto de los circuitos eléctricos (Accostupa, 2009), Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer y segundo orden en el contexto del movimiento uniforme (Hernández, 2009), Matemáticas contextualizadas en el área administrativa (Neira, 2012), La interdisciplinariedad en el nivel superior (Camarena et al., 2012), Competências matemáticas: perspectivas da SEFI e da MC (Bianchini et al., 2017), Competências a serem desenvolvidas pelos professores de matemática dos cursos de Engenharia: primeiras reflexões (Gomes et al., 2017) Linear algebra in engineering: an analysis of Latin American studies (Bianchini et al., 2019), Conhecimentos docentes e o Modelo Didático da Matemática em Contexto: reflexões iniciais (Lima et al., 2018), O Modelo Didático da Matemática em Contexto como possibilidade para um ensino de Matemática consonante às novas Diretrizes Curriculares Nacionais (Lima et al., 2019).

4. Concepción de la Matemática Social

En concordancia con el cumplimiento del segundo objetivo del capítulo, ahora se presenta la concepción del constructo teórico de la *Matemática Social*. Para este propósito se tienen dos secciones, la que concluye qué es la Matemática Social a partir de la sección anterior sobre la descripción de la Matemática Social y la otra que presenta la concepción del constructo teórico de la Matemática Social.

4. 1. CONCLUYENDO: ¿QUÉ ES LA MATEMÁTICA SOCIAL?

Es importante precisar la concepción de *Matemática Social* ya que si se busca en la Internet este término, se observa que se refiere a la matemática que se emplea en las Ciencias Sociales, algo que no es lo que se pretende con este término, sin que ello sea ajeno, como se verá más adelante.

La Matemática Social es una línea de investigación que aborda las problemáticas acerca del aprendizaje y enseñanza de la matemática, de manera diferente, con una lupa especial que permite una visión holística e integral, porque en esta problemática confluyen muchos factores de diferente índole que inciden en diversas disciplinas, constituyéndose como una línea de investigación multidisciplinaria, donde las investigaciones son científicas formales, con el rigor que se requiere para contribuir a la generación de conocimiento científico.

Lo que se pretende en la línea de investigación de la Matemática Social es que se creen las condiciones para que el estudiante construya una matemática para la vida y que se pueda mover en la sociedad y en todos sus ámbitos, de forma crítica, creativa y analítica y que desarrolle competencias matemáticas de la profesión.

Las grandes áreas del conocimiento que intervienen en las investigaciones de la Matemática Social son: Ciencias Sociales y Humanísticas, así como Ciencias Naturales, como ha sido mencionado en la sección 2. 2. 1, sin embargo, para fines prácticos de las investigaciones se consideran las siguientes categorías del conocimiento: Educación, Psicología, Sociología, Antropología, Filosofía y Matemática.

Por otro lado, el hecho de que las Ciencias Sociales y Humanísticas incluyan a las categorías del conocimiento que intervienen en las investigaciones de la Matemática Social y de las Ciencias Naturales, lo que principalmente interesa es la categoría del conocimiento de la Matemática, conduciendo a que la línea de investigación se *denomine Matemática Social*, adoptando la categoría "Matemática" de las Ciencias Naturales y el nombre de "Social" del área de Ciencias Sociales y Humanísticas (Camarena, 2013b).

Es imprescindible observar que la denominación de Matemática Social, no es solamente por sus investigaciones en las Ciencias Sociales y Humanísticas, sino también por los propósitos que persigue en relación a formar egresados que puedan moverse en la sociedad de forma crítica, creativa y analítica en todos los ámbitos sociales, como el laboral, profesional y el de la vida cotidiana; y que a través de las competencias matemáticas de la profesión que desarrolle pueda funcionar eficientemente en la praxis social de la profesión (Camarena, 2013b).

Los miembros de la línea de investigación se caracterizan por el compromiso social y profesional para formar egresados de calidad en su vida profesional y laboral. Otra característica que distingue a estos investigadores son los cuestionamientos que se hacen acerca del fenómeno educativo en relación a la matemática, y la forma científica de abordarlos sin menosprecio para ingresar a otras áreas del conocimiento, aunque su formación profesio-

nal sea ajena a éstas. Estos interrogantes que se formulan han originado una línea de pensamiento de esta comunidad científica, con lo cual se caracteriza la línea de investigación de la Matemática Social.

4.2. DEFINICIÓN DEL CONSTRUCTO TEÓRICO: MATEMÁTICA SOCIAL

Es necesario comentar que dentro del marco conceptual que apoya la concepción de la línea de investigación de la *Matemática Social* y su teoría asociada de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, se cuenta con términos que representan constructos teóricos, los cuales son de dos tipos: los que construyen la línea y teoría, y los que surgen de éstas. En este caso, se trata de un constructo teórico que construye la línea de investigación.

De acuerdo al Cuadro 1.4, un constructo o constructo teórico, toma en cuenta la *episteme*, es decir, la realidad que lo envuelve. Por otro lado, los identificadores de la concepción semántica de un constructo teórico son: un término relacionado con teorías (o construcción teórica) que permite analizar fenómenos de la materia en cuestión, dentro del ámbito de la o las teorías con las que se relaciona.

La Matemática Social es una línea de investigación que ha desarrollado una teoría educativa, a saber, la Matemática en el Contexto de las Ciencias, lo que permite su *relación con teorías*, ya que al menos ésta está íntimamente relacionada con la Matemática Social, sin tomar en cuenta que para las investigaciones en donde intervienen elementos de otras categorías del conocimiento, también estarán presentes otras teorías.

La intención de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias y demás teorías que hagan presencia en las investigaciones, es analizar los fenómenos a investigar sobre las *problemáticas reales* del aprendizaje y la enseñanza de la matemática y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión, con lo cual se satisface el concepto del constructo de la Matemática Social. Estas investigaciones de la Matemática Social *se ubican en el ámbito* de su entrañable teoría educativa de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, lo que permite dar cuenta de los dos identificadores de la concepción semántica de un constructo teórico; con lo cual se determina el constructo teórico de la Matemática Social.

5. Conclusiones

En este capítulo se describe la línea de investigación de la Matemática Social, mostrando las problemáticas que aborda y los propósitos a cumplir. Con ello se muestra que se trata de una línea de investigación científica, donde sus investigaciones son multidisciplinarias e interdisciplinarias.

Además, posee una línea de pensamiento que hace reflexionar a sus investigadores, para las investigaciones que realizan, sobre situaciones como las siguientes: ¿Matemática para qué?, ¿Qué aporta la matemática al individuo?, ¿Qué tipo de matemática se debe impartir?, ¿Cómo dar matemática?, ¿Cómo vincular la matemática con la futura profesión del alumno?, ¿Cómo preparar a egresados para un mundo globalizado?, ¿De qué forma se apoya el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión?, ¿Cómo preparar a docentes para que sean congruentes con la didáctica de la Matemática en Contexto?

Se menciona qué es lo que caracteriza a los investigadores de la Matemática Social y se finaliza mostrando que ésta satisface las condiciones de concepción semántica de un constructo teórico.

A manera de cierre y en términos de Bachelard (1971), la Matemática Social puede caracterizarse epistemológicamente como campo del pensamiento que rompe claramente con el conocimiento usual en relación a la enseñanza y aprendizaje de la matemática y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión, en profesiones en donde la matemática no es una meta por sí misma.

CAPÍTULO 2

TEORÍA DE LA MATEMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS

Marcos de fundamentos y problemáticas

1. Introducción

En este capítulo se describe la teoría educativa de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* (TMCC), la cual nace en el nivel universitario, específicamente en carreras de ingeniería donde la matemática no es una meta por sí misma; no se van a formar matemáticos, se desarrollan competencias matemáticas intrínsecas a la profesión. Para comprender el porqué en este nivel, se comenta que las teorías educativas, en general, nacen y se enfocan en el nivel básico, con trabajos para niños, aunque existen marcos conceptuales para otros niveles educativos, sin embargo, no son considerados como teorías estructuradas. La teoría de Piaget (1991) con su enfoque epistemológico genético y la de Vygotsky (1978) centrada en la interacción sociocultural, son las teorías más importantes y, la profundidad con que se establecen permite ver en alguna medida su aplicabilidad en jóvenes universitarios, como se muestra más adelante. Camarena (2013a) menciona que:

Debido a la ausencia de teorías educativas estructuradas para los niveles educativos medio superior y nivel superior, las teorías del nivel básico son tomadas y adaptadas a estos niveles educativos según el sentir de cada autor. Asimismo, la falta de teorías específicas para el nivel superior hace que los investigadores tomen enfoques y teorías generales de otras áreas del conocimiento para ser aplicadas y adaptadas a este nivel educativo. Ejemplo de ello son la teoría del caos, enfoque de sistemas, teorías neo institucionales, teorías de la comunicación, enfoque de la complejidad, entre muchas otras.

De manera semejante a lo expresado, para abordar específicamente procesos de enseñanza y aprendizaje de una materia del nivel superior, se toman teorías, enfoques o perspectivas

generales que no son propias del nivel superior, ni propias de algún área del conocimiento, como por ejemplo teorías pedagógicas, etc. Camarena (2013a) señala que es importante centrarse en un nivel educativo porque en cada uno de ellos existen problemáticas propias y elementos que los caracterizan, provocando que las soluciones, procesos y medios no sean idénticos en cada nivel educativo y muchas veces ni siquiera del mismo estilo.

La idea del capítulo es dar una estructura formal de la TMCC, por lo que se dan los marcos que fundamentan a la teoría, según se van a ir necesitando. Esto es, primero el Marco Referencial que habla sobre el Enfoque de Sistemas para poder construir el concepto de Sistema Complejo en la Matemática Social. Luego el Marco Conceptual que puntualiza algunos términos que se usan, otorgando la concepción semántica de éstos, para ser usados en la descripción de la TMCC, como por ejemplo el término "teoría", las expresiones "paradigma educativo" y "premisa educativa".

Así, el objetivo del capítulo es:

Trabajar con los marcos Referencial y Conceptual para la descripción buscada de la TMCC, describir las problemáticas que aborda la TMCC, así como las categorías del conocimiento en donde se insertan.

2. Marco Referencial

A través de este marco referencial se describen los conceptos de sistemas y sistemas complejos tomados de autores del denominado Enfoque de Sistemas, con el propósito de entender al ambiente de aprendizaje como un sistema complejo y cómo la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias apoya a que funcione el sistema en bien de los estudiantes.

2.1. SISTEMAS

Para entender el concepto de sistemas, se hace referencia al concepto matemático de sistemas de ecuaciones algebraicas o de sistemas de ecuaciones diferenciales. La solución del sistema es aquella que satisface a cada una de las ecuaciones al mismo tiempo, es decir, es la interacción entre las ecuaciones.

Tomando en cuenta este referente, la idea de un sistema, dentro del enfoque de sistemas, es aquella que en una situación dada, donde intervienen varios factores que interactúan entre sí, la respuesta del sistema es aquella que emerge de los factores incidiendo al mismo tiempo en la situación que se representa a través del sistema, no de forma aislada.

Bertalanffy (1972) menciona que los sistemas permiten la observación del todo de los fenómenos, a la vez que se analiza cada una de sus partes sin descuidar la interrelación entre ellas y su impacto sobre el fenómeno general, entendiendo al fenómeno como el Sistema y a sus partes integrantes como Subsistemas. Un ejemplo de sistema es el ser humano, el cual consta de un número de órganos y solamente cuando estos funcionan de modo coordinado el hombre es funcional. Los subsistemas poseen las mismas propiedades que los sistemas y su delimitación es subjetiva, depende de la postura que posea el observador del sistema (Arnold y Osorio, 1998).

Por su lado, Moriello (2003) define a un sistema diciendo que es *un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el propósito de alcanzar un objetivo definido, de tal forma que cualquier variación entre sus elementos puede modificar las interacciones y en consecuencia el comportamiento de todo el sistema*. Su comportamiento no dependerá de cuáles sean las partes sino de cómo se conecten, permitiendo hacer predicciones de su comportamiento. Además, en esta forma de comportarse del sistema algunas partes ejercen un mayor grado de control, es decir, suelen ser más importantes ya que cuanto más alto es el nivel de control de la parte en que se efectúa algún cambio, más se extienden y ramifican sus efectos. Si algo falla no debe buscarse la porción dañada, sino más bien hay que revisar el sistema completo ya que se trata de una unidad indisoluble (Ritter y Pérez, 2010).

De esta forma, para que se pueda describir un sistema es necesario conocer los elementos que lo conforman y las interacción que se establecen entre cada uno de ellos, así como saber de qué forma se encuentra cada elemento en un tiempo dado y cuáles son los posibles cambios dinámicos en cada uno de ellos. La nomenclatura establece que la estructura del sistema son los elementos e interacciones que se presentan, mientras que la función del sistema es lo que hace el sistema (Ritter y Pérez, 2010). El grado de conectividad que hay entre los elementos se establece a través del número de interacciones existentes entre los mismos.

Por otro lado, cuando un sistema se encuentra inmerso en un medio ambiente, este último afectará su funcionamiento, el concepto de permeabilidad entre los conceptos de sistemas, establece que cuando el medio ambiente afecta, es decir, cuando hay permeabilidad, entonces se denomina sistema abierto, mientras que cuando no es afectado por el medio ambiente se denomina sistema cerrado (Moriello, 2003).

2. 2. SISTEMAS COMPLEJOS

Morín (1984), en relación a los sistemas complejos, menciona que son aquellos en donde se establecen muchas interacciones entre sus elementos y éstas no son lineales. Además dice que en los sistemas complejos se trata de encontrar el rigor no la rigidez, pero dentro de una estrategia de permanente adaptación.

Los sistemas complejos pueden actuar de forma que no son predecibles. La mayoría de los sistemas complejos son inestables, se mantienen delicadamente equilibrados, cualquier variación en sus elementos puede modificar de forma impredecible las interacciones y en consecuencia el comportamiento del sistema.

Morín (1984), en relación a la educación, menciona que se debe pretender formar personas con criterios que puedan integrar los conocimientos sin la hiper-especialización que se presenta hoy en día.

2. 3. CONCEPCIÓN DE SISTEMA COMPLEJO EN LA MATEMÁTICA SOCIAL

Después de haber descrito el enfoque de sistemas, así como lo que significa un sistema complejo en la concepción de Edgar Morín (1984), se presenta la concepción que se genera de ello y que adopta la línea de investigación de la Matemática Social.

Un *sistema complejo* para la Matemática Social es aquel que primero cumple con las características de sistema, las cuales se mencionan en el siguiente párrafo, y además es aquel

cuyo grado de conectividad es "grande" y las interacciones no son lineales. Pueden actuar de forma impredecible, sin embargo se debe buscar la permanente adaptación; se trata de sistemas que son abiertos, es decir, que existe permeabilidad del medio ambiente circundante.

Las características de un sistema para la Matemática Social, establecen que para una situación dada intervienen varios subsistemas que interactúan entre sí, todos con todos al mismo tiempo, no de forma aislada, para establecer el comportamiento del sistema que conforman. Entonces si un subsistema tiene variaciones, el comportamiento del sistema se altera *aunque con diferentes niveles de comportamiento*; en este comportamiento algunos subsistemas ejercen mayor influencia que otros, no son igualmente importantes, dependiendo del tipo de respuesta esperada del sistema. Para tener determinado el sistema se deben definir los subsistemas, así como las interacciones entre ellos y el grado de conectividad. Para una respuesta esperada del sistema, es necesario conocer cómo se encuentran los subsistemas en ese momento, esta situación conduce a que un sistema se puede medir por instantes o intervalos de tiempo, no de forma general, asimismo, para analizar un sistema y ver cómo afectan los cambios en un subsistema se deberán dar las suposiciones o la forma de controlar las variables que intervienen en los demás subsistemas.

3. Marco Conceptual

Con el marco conceptual se construye la concepción semántica de algunos términos generales como *teoría* (teoría científica), *paradigma educativo* y *premisa educativa*, los cuales permiten ser usados por la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias; asimismo, se presenta la concepción semántica de términos particulares que requieren del significado que les otorga la Matemática Social y la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, para ser usados en la descripción de la TMCC.

3. 1. TEORÍA

Una teoría desde el inicio histórico del vocablo, fue concebida como las explicaciones que se dan acerca de la realidad, situación que permite que cualquier hipótesis que sustente una persona acerca de un hecho, le pueda llamar "mi teoría sobre esto es tal...". Sin embargo, al paso del tiempo y con la formalidad científica que se genera de las investigaciones, no es posible denominarle teoría a cualquier hipótesis que alguien sustente sólo a partir de su experiencia.

El College Dictionary (2002) define el término teoría a través de las siguientes acepciones.

Teoría se define como: || 1. Un punto de vista mental, una contemplación, una idea especulativa para ver cómo se hizo algo. || 2. Un argumento sistemático que envuelve principios. || 3. La formulación de relaciones o el entendimiento de principios en cierto fenómeno observado, el cual ha sido verificado en algún grado. || 4. Una rama del arte o la ciencia que consiste del conocimiento de sus principios y métodos que son de la práctica.

Al mismo tiempo termina dando una explicación del término: Una teoría implica considerable evidencia para formular principios generales que explican en comportamiento de cierto fenómeno.

Llama la atención el enfoque que se expresa en este diccionario, de hecho, la primera acepción se relaciona con el léxico común, situación que no interesa en este texto. Las siguientes acepciones de alguna forma quedan incluidas en la explicación que se da sobre el vocablo teoría, donde los principios generales (teoría) explican el comportamiento de un fenómeno.

Tamayo (2001) expresa tres conceptos del término teoría. 1. Concibe a *la teoría* compuesta por los principios o fórmulas de orden general que tienen como fin explicar algún tipo de fenómeno. 2. Explicación sistemática de determinados aspectos de la realidad. 3. Sistema de un saber generalizado. Definiciones que van en torno a un trabajo investigativo, al igual que la explicación de teoría que se vierte en el College Dictionary.

Hernández et al. (2002), precisan los conceptos sobre el término *teoría* de tres autores:

"Una teoría es un conjunto de proposiciones relacionadas sistemáticamente que especifican relaciones causales entre variables" Black y Champion (1976).

Además el concepto de Blalock (1985) donde se menciona que las teorías no sólo consisten en esquemas o tipologías conceptuales, sino que contienen proposiciones semejantes a leyes que interrelacionan dos o más conceptos o variables al mismo tiempo.

Y por último para Gibbs (1972) "una teoría es un conjunto de proposiciones interrelacionadas lógicamente en la forma de afirmaciones empíricas acerca de las propiedades de clases infinitas de eventos o cosas".

Los conceptos de estos tres autores, mencionan Hernández et al. (2002), quedan representados en el concepto de Kerlinger y Lee (2002), quien describe a la teoría como "un conjunto de conceptos y proposiciones relacionadas entre sí, que presentan una visión sistemática de fenómenos especificando relaciones entre variables, con el propósito de explicar y predecir los fenómenos". Cabe mencionar que este concepto es el que adoptan Hernández et al. (2002) para su libro sobre "Metodología de la Investigación", lo que implica la relación del mismo con la investigación. Asimismo, expresan que explicar significa decir por qué, cómo y cuándo ocurre un fenómeno; predecir es hacer inferencias a futuro de cómo se va a manifestar u ocurrir un fenómeno dadas ciertas condiciones, adhieren que una teoría sistematiza, da orden al conocimiento sobre un fenómeno o una realidad.

Para la investigación científica, una teoría es un conjunto de postulados que han sido verificados o evidenciados científicamente, los cuales permiten explicar hechos reales y decir el porqué se suceden en términos de leyes, además, puede predecir hechos nuevos. Asimismo, se considera una teoría científica si posee limitaciones y alcances, si no los tiene se trata de una teoría ajena a la ciencia.

Asimismo, en la página Web "Definición.DE" se menciona que una teoría científica está formada por un conjunto de conceptos y proposiciones que se encuentran relacionadas entre sí, que se usa para explicar hechos, fenómenos o leyes y para predecir nuevos hechos y fenómenos. En ciencia una teoría es lo más sólido como explicación por estar fuertemente contrastado con la realidad empírica. Así, una teoría permite explicar la realidad, es decir, el porqué sucede, cómo sucede, cuándo ocurre (Definición.DE, 2012).

Se puede observar que tanto la versión de Hernández et al. (2002) como la de Tamayo (2001), son concurrentes con la definición que se incluye en la página Web en mención, todas relacionadas con la investigación científica y con un concepto de teoría científica.

Hernández et al. (2002) describen las condiciones que debe cumplir una teoría en las ciencias en el siguiente cuadro.

- Una teoría describe y explica un fenómeno y predice qué puede suceder con un fenómeno que aún no ha acontecido.
- Una teoría tiene consistencia lógica, es decir, las proposiciones que la describen deben estar relacionadas y ser excluyentes, así como no caer en contradicciones o incoherencias.
- Una teoría explica varios fenómenos, no sólo uno.

Cuadro 2.1: Condiciones de una teoría científica.

Tomando en cuenta que se busca una concepción semántica del vocablo teoría, que permita ser aplicada en investigaciones científicas, que son las que se llevan a cabo en la Matemática Social, se integran los conceptos vertidos por Hernández et al. (2002), Tamayo (2001) y los detectados de la página Web Definición.DE (2012) para construir la concepción del término *Teoría Científica* para la investigación científica.

De los tres conceptos mencionados, se observa cómo el segundo concepto de Tamayo y el concepto de la página Web Definición.DE, se encuentran incluidos en Hernández et al.(2002), además, hay que tomar en cuenta las condiciones de teoría científica que emiten estos autores, así como que debe poseer limitaciones y alcances que le dan el carácter de teoría científica.

Así, para las investigaciones científicas de la Matemática Social, el concepto de *Teoría*, (considerada como Teoría Científica) es un conjunto de conceptos y proposiciones (relacionadas entre sí y excluyentes), que presentan una visión sistemática, con el propósito de describir el fenómeno bajo la teoría, explicar la realidad (porqué suceden las cosas) y predecir bajo ciertas condiciones los fenómenos que aún no acontecen. Una teoría científica se presenta al realizar investigación científica, lo que forma parte del Marco Teórico de la investigación, constituyendo el ámbito de trabajo del concepto. Ver Cuadro 2.2.

De esta forma, la concepción semántica del término *teoría*, según lo mencionado en esta sección y los identificadores del Cuadro 2.1 sobre una concepción semántica es la siguiente:

La concepción semántica del término *teoría científica* es un conjunto de conceptos y proposiciones (relacionadas entre sí y excluyentes), que presentan una visión sistemática, con el propósito de describir, explicar y predecir fenómenos, donde su ámbito de trabajo es la investigación científica.

Cuadro 2.2: Semántica del término *teoría científica*.

3. 2. PARADIGMA Y PREMISA EDUCATIVOS

3. 2. 1 *Paradigma educativo*

De acuerdo al Diccionario de la Lengua Española (2001):

El término *paradigma* se define como: || 1. Ejemplo. || 2. Conjunto de elementos que pueden aparecer alternativamente en algún contexto específico.

Mientras que en el área educativa, se tiene que:

El término compuesto *paradigma educativo* se concibe como: || 1. Esquema conceptual que permite ser aplicado a diversos ámbitos, dando explicación, justificación o fundamentación al ámbito de aplicación. || 2. Postura filosófica o ideológica sobre aspectos del área educativa, que permite explicar, sustentar o fundamentar un fenómeno educativo.

La definición del Diccionario de la Lengua Española (2001) otorgada al término *paradigma* queda, de alguna forma, incluida en la definición del término *paradigma educativo*. Cabe mencionar lo siguiente: para que un esquema conceptual pueda ser aplicado a diversos ámbitos, se considera necesario que este *paradigma* haya sido identificado en la realidad educativa (episteme educativa). Tomando en cuenta las dos acepciones dadas para este último término, se tiene que, un *paradigma educativo* es una postura filosófica o ideológica sobre educación, con episteme educativa, el cual permite explicar, justificar o fundamentar un fenómeno de la educación.

Por otro lado, según Kunh (1975), citado por Martínez y Ríos (2006), un *paradigma* es una estructura conceptual, de creencias metodológicas y teorías entrelazadas que abre el campo de visión, de una comunidad científica específica, formando su concepción del mundo (manera de ver e interpretar el mundo: cosmovisión), a la vez que la construye como tal. Hernández (1998) menciona que Kunh hace hincapié en el hecho de que un *paradigma* es todo lo compartido por una comunidad de científicos; expresa que es una constelación de principios que unifican a un grupo de investigadores.

Con este concepto de Kunh y con el que se ha construido del Diccionario de la Lengua Española, se genera para el propósito de este trabajo, el concepto de *paradigma educativo* dando por origen el significado de *paradigma educativo* para la construcción teórica que se persigue.

Un *paradigma educativo* es un concepto que manifiesta una postura filosófica o ideológica en relación a un fenómeno educativo, que permite a una comunidad científica explicar, justificar o fundamentar un fenómeno educativo. Donde el ámbito de trabajo de este concepto es el de la comunidad científica que lo sustenta. Así, la concepción semántica se puede expresar como se muestra en el Cuadro 2.3.

Concepción semántica de la expresión *paradigma educativo*:
Postura filosófica o ideológica que permite a una comunidad científica explicar, justificar o fundamentar un fenómeno educativo, donde el ámbito de trabajo es el de la comunidad científica.

Cuadro 2.3: Semántica de la expresión *paradigma educativo*.

3. 2. 2 Premisa educativa

Para el término *premisa*, según el Cambridge Dictionary (2017), se tiene la siguiente definición:

El término *premisa* se define como: Una idea sobre la cual un argumento o acción son basados. Es decir, se trata de un supuesto que fundamenta un argumento o acción.

Para el caso de *premisa educativa*, se trata de un supuesto (hipótesis) que fundamenta un fenómeno educativo, es obvio que su ámbito de trabajo es el área educativa, ver Cuadro 2.4.

Se puede cuestionar acerca de la diferencia entre paradigma educativo y *premisa educativa* ya que ambos fundamentan un fenómeno educativo. Mientras que una *premisa* es sólo un supuesto o idea que permite fundamentar un fenómeno educativo, es decir, es un supuesto (hipótesis) que de ahí se parte para fundamentar un fenómeno educativo; el *paradigma educativo*, también legitima un fenómeno educativo, pero este último lo genera la comunidad científica como postura filosófica del grupo.

Luego, la concepción semántica de una *premisa educativa*, es la que su concepto establece como supuesto o hipótesis que permite fundamentar un fenómeno educativo, mientras que su ámbito de trabajo es el área educativa.

Concepción semántica de la expresión *premisa educativa*: es un supuesto o hipótesis que permite fundamentar un fenómeno educativo y su ámbito de trabajo es el área educativa.

Cuadro 2.4: Semántica de la expresión *premisa educativa*.

3. 3. CONCEPCIÓN SEMÁNTICA DE TÉRMINOS PARTICULARES

Como parte del marco conceptual de la TMCC, se incluyen conceptos particulares que se requieren esclarecer, es decir, dar su concepción semántica, para ser usados por la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, como por ejemplo las concepciones de "cultura matemática" y "pensamiento matemático" entre otros, de los cuales se da su concepción semántica.

3. 3. 1 Concepción semántica de cultura matemática

Para Pantseva (2014), cultura es el resultado de un proceso de almacenamiento, dominio y normas espirituales, valores, saberes, ideas, representaciones, símbolos y reglas que orientan a la sociedad moderna en la regulación de la diversidad de las actividades profesionales y científicas. Concepto que se observa muy completo, por lo que se toma como concepción de cultura. Así, *cultura es un conjunto de costumbre, ideas, prácticas, valores, saberes, representaciones, símbolos y normas de comportamiento que permiten a un individuo de una determinada comunidad ejercer sus actividades sociales, profesionales y científicas de manera crítica y reflexiva.*

Como destacan Pantseva (2014) y Kostrova (2020), no es única la definición de cultura matemática. Pantseva (2014) cita la definición de Ikramov (1981), para quien cultura matemática es un conjunto de conocimientos, habilidades y capacidades matemáticas que forman parte de la cultura general de cada individuo y que puede movilizar para sus

actividades cotidianas y profesionales. En esencia está relacionada al raciocinio matemático, una vez que un individuo que posee cultura matemática es capaz de realizar análisis, comparaciones e integración de hechos y fenómenos a partir de los conocimientos matemáticos construidos.

Concepción semántica de *cultura matemática*: es un conjunto de conocimientos, habilidades y capacidades matemáticas que son movilizados por un individuo, siendo su ámbito de trabajo las actividades cotidianas, sociales y profesionales.

Cuadro 2.5: Concepción semántica de *cultura matemática*.

Por la importancia de las profesiones para la Matemática Social y la TMCC, se presenta el concepto de cultura matemática en las profesiones, postulada a partir de cultura biomatemática de Kostrova (2020) y la visión de Pantseva (2014). Se concibe *cultura matemática de un profesionalista como un sistema integrado de conocimientos matemáticos que lo tornan competente para interpretar, analizar y solucionar problemas de su área*.

3. 3. 2 Concepción semántica de pensamiento matemático

Según el sitio Definición.DE (2020), los pensamientos son productos elaborados por la mente, que pueden aparecer por procesos racionales del intelecto o bien por abstracciones de la imaginación. Son un conjunto de operaciones razonadas que abarcan el análisis, la síntesis, la comparación, la generalización y la abstracción. Hay diferentes tipos de pensamiento: deductivo, inductivo, analítico, creativo, sistémico, crítico e interrogativo. Se puede considerar que *el pensamiento es el resultado de procesos racionales del intelecto o de abstracciones de la imaginación*.

Según Sternberg (1996) no hay consenso sobre el pensamiento matemático y la forma de entenderlo es por medio de algunas características típicas; el procesamiento eficiente de información, establecer y aplicar relaciones, razonamiento intuitivo y secuencial, emplear de manera hábil diferentes lenguas como la materna, matemática y simbólica, memorizar información relevante, percepciones visuales y espaciales. Incluye dos tipos de razonamiento, el cualitativo y el cuantitativo, también se considera el pensamiento por analogía, donde las estrategias ya empleadas son avaladas con la posibilidad de ser usadas o adaptadas a una nueva situación. Asimismo, la generalización y la creatividad son elementos del pensamiento matemático. Por ser altamente dependiente del contexto incluye aspectos cognitivos, actitudes y relaciones sociales.

Concepción semántica de *pensamiento matemático*: es la capacidad de observar y reflexionar científicamente sobre un fenómeno, procesando, sistematizando y memorizando de manera eficiente información relevante, estableciendo y aplicando relaciones, razonando de forma inductiva, deductiva, secuencial, o por analogía, pensando de manera creativa, objetiva, lógica, analítica y crítica, siendo su ámbito de trabajo las actividades cotidianas, sociales y profesionales.

Cuadro 2.6: Concepción semántica de *pensamiento matemático*.

Es importante señalar que para Pantseva (2014) el pensamiento matemático forma parte del pensamiento profesional. Para la Matemática Social y la TMCC es de interés el *pensamiento matemático de un profesionalista, el cual incorpora elementos de la cultura matemática de un profesionalista, así como la movilización de conceptos matemáticos en situaciones específicas de la profesión.*

3.3.3 Concepción semántica de persona crítica, creativa y analítica

Para el término persona crítica es necesario dar el significado de pensamiento crítico, ya que ambos están muy relacionados. Del Diccionario de la Lengua Española (2001), el Cambridge Dictionary (2020) y el Michaelis Dicionário (2020) se percibe que estos términos están relacionados con la idea de analizar algo de manera detallada y racional, sin la interferencia de opiniones o sentimientos. Según el sitio Definición.DE (2020) un pensador crítico tiene la actitud de reconocer y evitar los prejuicios, identificar y caracterizar argumentos, evaluar las fuentes de información y finalmente, evaluar los argumentos.

Concepción semántica de *persona crítica*: es aquella que pone su capacidad de pensar cuidadosamente sobre asuntos, ideas o datos de diversa naturaleza, analizándolos y evaluándolos utilizando el conocimiento y la inteligencia, sin interferencia de opiniones o sentimientos, siendo su ámbito de trabajo la vida cotidiana, social y profesional.

Cuadro 2.7: Concepción semántica de *persona crítica*.

De acuerdo al sitio Definición.DE (2020), se entiende por creatividad a la facultad que alguien tiene para crear y a la capacidad creativa de un individuo. Consiste en encontrar procedimientos o elementos para desarrollar labores de manera distinta a la tradicional, con la intención de satisfacer un determinado propósito. Está relacionada a la predisposición para inventar algo, es decir, aprovechar y hacer uso del ingenio, la habilidad para hallar caminos originales y la voluntad de transformar el entorno. Un individuo creativo posee confianza en sí mismo, de percepción, capacidad intuitiva, imaginación, curiosidad intelectual, rechaza alternativas obvias hasta encontrar algo mejor y más eficaz. Las características del pensamiento creativo son la originalidad y la flexibilidad.

Concepción semántica de *persona creativa*: es aquella que a través de la imaginación es capaz de realizar procedimientos, a través de combinaciones originales y flexibles de ideas nuevas o ya existentes, para solucionar problemas por medio de propuestas innovadoras, siendo su ámbito de trabajo la vida cotidiana, social y profesional.

Cuadro 2.8: Concepción semántica de *persona creativa*.

Según el sitio Definición.DE (2020), ser analítico es lo contrario de actuar de forma impulsiva, consiste en pensar de forma minuciosa en cada potencial consecuencia de nuestros actos antes de proceder, o bien en todas las características posibles de una situación o persona.

Concepción semántica de *persona analítica*: es aquella que al solucionar un problema desempeña las tareas de manera cuidadosa, minuciosa, no impulsiva y no superficial, tomando en cuenta todos los factores presentes y evaluando las consecuencias de sus actos antes de tomar una decisión, siendo su ámbito de trabajo la vida cotidiana, social y profesional.

Cuadro 2.9: Concepción semántica de *persona analítica*.

4. Las problemáticas a abordar por la TMCC

A partir de las problemáticas globales que se manifestaron en el primer capítulo, de la línea de investigación de la Matemática Social, se muestran las problemáticas particulares que se han identificado sobre la matemática en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma y para las cuales nace la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias; asimismo, la teoría satisface los propósitos perseguidos por la línea de investigación de la Matemática Social.

4. 1. LA MATEMÁTICA ES ABSTRACTA

La investigación científica persigue el conocimiento objetivo, fundamentado en elementos reales, sin embargo, se tiene el caso de la matemática cuyos elementos que la constituyen son totalmente abstractos e ideales, no son de la realidad. La matemática según Bunge (1975), "*está formada por áreas racionales, sistemáticas y verificables, pero no son objetivas porque no dan información acerca de la realidad, simplemente no se ocupan de los hechos. La matemática trata de entes ideales, estos entes tanto los abstractos como los interpretados, sólo existen en la mente humana; a los matemáticos no se les da objetos de estudio, ellos construyen sus propios objetos.*"

La matemática es abstracta, lo cual se relaciona con la necesidad de buscar una didáctica específica, además, como se había apuntado en el primer capítulo, son necesarios los registros de representación para enfrentar este conflicto, registro numérico, registro algebraico, registro analítico, registro geométrico (Duval, 1999), además, también está el registro icónico, registro contextual y registro verbal (Camarena, 2002a).

Esta situación al mismo tiempo genera que los estudiantes detesten la matemática, luego, también se busca una matemática con sentido para el estudiante. Las problemáticas particulares que se identifican son: *la necesidad de registros de representación de la matemática y una matemática con sentido para el alumno.*

4. 2. CONOCIMIENTO MATEMÁTICO SIN SENTIDO PARA EL ALUMNO

La enseñanza tradicional genera conocimientos aislados y sin significado para el estudiante ya que carecen de sentido las materias de matemática que estudian. Es decir, los estudiantes observan una gran aridez en la matemática. Sin embargo, es un hecho que la matemática está presente en todas las actividades de la vida, ya sean profesionales, laborales o cotidianas, en donde se usan para contar, medir, estimar pronósticos, realizar cálculos

de medidas en una, dos o tres dimensiones, comprender los histogramas del periódico, entender las asignaturas de química o física de la secundaria, etc., dicho de otra forma, se quiera o no en algún momento se usa la matemática.

Una de las dificultades con las que se enfrenta la sociedad al emplear la matemática en su vida, ya sea como gremio de estudiantes, de trabajadores o futuros profesionistas, es la desconexión entre lo que han aprendido de matemática en la escuela y los problemas reales que deben solucionar (Bianchini et al., 2017; Camarena, 1999). En particular, al egresado de las áreas físico matemática, le es muy difícil establecer la vinculación entre la matemática y la profesión, dicho de otra forma, desarrollar la modelación matemática, luego, esto repercute en el bajo nivel académico del egresado, ya que la realidad del profesionista en ejercicio se presenta como el enlace entre la matemática y la profesión en cuestión, se quiere que el futuro profesionista sea eficiente y competitivo (Camarena, 1987, 1995a, 2006, 2007a; Lima et al., 2019).

Además, la matemática es una materia con un alto índice de reprobación, problema que no es privativo de ninguna institución educativa, ni país en particular, éste es un problema mundial. Pero esto es solamente un síntoma no es el problema en sí, porque si ése fuera el caso, los profesores de matemática se ponen de acuerdo y deciden no asignar calificaciones reprobatorias y el problema se acabaría.

En esta problemática real educativa intervienen varios factores, que son de tipo curricular, ya que los programas de estudio son escuetos y generales, no mencionan cómo vincular la matemática con las actividades diarias, ni con las demás asignaturas, problema que tienen los docentes y en consecuencia los alumnos (Camarena, 1987; Lima et al., 2016a). Problemas que inciden en el aprendizaje y en la enseñanza, ya que no se logra que el estudiante construya su conocimiento, en el sentido de Ausubel (1990), ni lo vincule con la realidad, es decir, la matemática no tiene sentido para ellos, falta una didáctica específica en donde pueda ver, sentir y percibir que puede usar la matemática para resolver algún problema de su escuela, su vida y su futura actividad profesional y laboral. Inherentes a la formación de los docentes del nivel superior, ellos no reciben una formación para contar con una enseñanza que vincule la matemática con las actividades futuras del egresado (Bianchini et al., 2019; Gomes et al., 2017, Lima et al., 2019). Inferidos al propio tema de estudio, falta realizar análisis que muestren la vinculación de la matemática con la profesión. Por causas de la infraestructura cognoscitiva de los alumnos, pues sus conocimientos previos son deficientes, debidos a factores de tipo cultural, político, emocional, económico, etc.

La desvinculación de la matemática con los problemas reales, la identifican y la viven los alumnos desde niveles básicos. De hecho, los estudiantes cuando tienen más conciencia de lo que están estudiando, como el caso del nivel medio básico, conocido como nivel de secundaria (niños entre doce y quince años de edad), se cuestionan para qué estudiar matemática, respuesta que generalmente otorga el docente, mostrando ejemplos simples como los que ellos ya conocen: pagar en la tienda cuando compran algo y saber cuánto les darán de cambio, poder contar cuántos objetos tienen de algo que sea de su interés o poder medir algo que necesiten, pero el álgebra, la trigonometría que cursan, o los sistemas de ecuaciones que tienen que aprender a resolver no tienen significado para ellos.

La misma situación sucede con los alumnos del nivel medio superior (o bachillerato) en relación a la trigonometría, la geometría analítica, el cálculo diferencial e integral, o los estudiantes del nivel superior (o nivel universitario), con el cálculo vectorial, las ecuaciones diferenciales, la variable compleja, las transformadas integrales, matemática discreta, la probabilidad o la estadística que tienen que aprender, ya que no ven de manera inmediata su aplicación, ni el porqué tienen que cursarlas, no tienen sentido para ellos y en el salón de clases se escuchan preguntas como las siguientes: ¿para qué estudiar matemática?, ¿por qué tenemos que cursar estas asignaturas?, ¿para qué nos va a servir esto que estamos

estudiando?, ¿en dónde lo vamos a usar?, entre otras, a lo cual el profesor comenta que en su vida profesional las usarán, que son importantes, pero estas respuestas no satisfacen las inquietudes de los estudiantes y los ejemplos que ofrece el docente son artificiales; además la matemática que estudian es cada vez más difícil de identificar en la vida diaria y algunos casos en la vida laboral, por lo que sus cursos de matemática les resultan cada vez más abstractos, sin sentido ni significado; ellos se encuentran desmotivados y con aversión hacia el aprendizaje de esta ciencia. Como se ha mencionado en conferencias impartidas sobre la TMCC (Camarena, 1995), "los estudiantes viven a la matemática como la pastilla amarga que tienen que tragar" y otros investigadores mencionan que los alumnos tienen "mate fobia".

De esta problemática global se observan las siguientes problemáticas particulares: *el estudiante recibe conocimientos aislados y sin significado, una matemática árida. El alumno observa desconexión entre lo que ha aprendido de matemática en la escuela y los problemas que debe solucionar, la matemática la vive sin sentido ni significado, el futuro profesionista no establece la vinculación entre la matemática y la profesión, necesita saber modelación matemática. Por otro lado, hay problemas particulares en el currículo, se requiere un currículo interdisciplinario de matemática; en los procesos de enseñanza y aprendizaje, el estudiante no construye su conocimiento, se necesita una didáctica específica, en la formación docente, no cuentan con una didáctica que aborde las problemáticas descritas; en la desvinculación de la matemática y la profesión; en la cognición del alumno.*

4. 3. COMPETENCIAS EN EL ESTUDIANTE

Como fue mencionado, los egresados muestran deficiencia en actitudes y comportamientos que son deseables para pertenecer a una profesión competitiva a nivel mundial, lo que genera el término competencias, que ha sido mencionado en el siglo XXI, como algo deseable para la formación de los estudiantes en todos los niveles educativos.

Dicho de otra forma, se buscan egresados competitivos en el ámbito social (profesional, laboral y vida diaria), de acuerdo con los reclutadores de aspirantes a ingresar a una empresa, así como con los profesionistas que desarrollan desempeños profesionales independientes, se quiere formar a una persona que posea competencias en el mundo globalizado que se vive actualmente (Bianchini et al., 2017; Lima et al., 2019). Por ejemplo que sea una persona con valores, con actitudes de colaboración, honestidad, ética, saber trabajar en equipo, personas comprometidas y que los conocimientos que recibió en la escuela los aplique eficientemente y con habilidades, asimismo, estos referentes comentaron que no es suficiente tener solamente el conocimiento de la escuela, se necesita más, se requiere que actúen de forma espontánea con valores, actitudes y conocimientos, a lo cual se preguntó si se referían a una formación integral de esos componentes, respondiendo que era una forma correcta de verlo (Camarena, 2004), ellos se referían a que el estudiante hubiera desarrollado competencias. Cabe mencionar que las competencias que solamente están en función de lo que solicitan los reclutadores son competencias laborales, los autores también buscan el desarrollo de competencias profesionales, para lo cual es necesario las encuestas a los gremios de profesionistas y al campo profesional y social.

Bar (1999) en relación a las competencias menciona que: "*... la nueva concepción profesional propone el trabajo interdisciplinario, el trabajo en equipo, la responsabilidad compartida y el dominio de la especialización para enfrentar el volumen de conocimientos propios de fin de siglo,...*"

Según el Consejo de Normalización y Certificación de Competencias Laborales de México: "Competencia laboral es la capacidad productiva de un individuo, que se define y se

mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral, y no solamente como conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes; éstas son necesarias pero no suficientes por sí mismas para un desempeño efectivo" (CONOCER, 2008).

En el Capítulo 4 que trata sobre competencias se define de forma precisa el concepto de competencia, el cual se refiere a manejar de forma integral conocimientos, habilidades, actitudes y valores, no el conocimiento científico aislado. De hecho, una persona es competente cuando lleva a cabo una actividad profesional o laboral usando y manejando de forma integral su saber, en todas sus dimensiones, no el saber aislado.

De esta problemática global se identifican las problemáticas particulares del desarrollo de competencias, las cuales llevan a que el alumno maneje de forma integral sus saberes. Dicho de otra forma, las problemáticas particulares son: *la formación en actitudes y valores y, el desarrollo de competencias donde maneje de forma integral todos los saberes.*

4. 4. PROPÓSITOS DE LA MATEMÁTICA SOCIAL

Se ha señalado el propósito de construir una matemática con sentido para el estudiante, que le permita su aplicación en la praxis social en todos los ámbitos de su vida (el laboral, profesional y de la vida diaria), que le ayude a construir el conocimiento y que le desarrolle habilidades del pensamiento. La construcción del conocimiento matemático por parte del alumno es lo más relevante de este objetivo, ya que una matemática con sentido siembra el terreno para que el estudiante pueda construir su conocimiento y desarrollar habilidades del pensamiento, la aplicación de la matemática para resolver problemas lo puede lograr con lo anterior y sabiendo de modelación matemática (Camarena, 2006).

También en esta problemática global, se mencionó el propósito de que el estudiante desarrolle competencias y en general, que construya una matemática para la vida y que se pueda mover de forma crítica, creativa y analítica en todos los ámbitos sociales. Esta problemática posee de forma explícita problemáticas particulares a excepción de las competencias, las cuales involucran una formación integral con todos sus saberes y la formación en valores y actitudes.

Así, de esta problemática global, se rescatan las siguientes problemáticas particulares: *la construcción de una matemática con sentido, que pueda aplicar la matemática en todos sus ámbitos sociales, que construya el conocimiento matemático, que desarrolle habilidades del pensamiento, que sepa modelación matemática, que desarrolle competencias, que posea una formación integral, que se forme en valores y actitudes, que construya una matemática para la vida, que sea crítico, creativo y analítico.*

4. 5. ANÁLISIS DE LAS PROBLEMÁTICAS PARTICULARES

A partir de las secciones anteriores se construye una Tabla 2.1 para ver claramente cuáles son las problemáticas a abordar con la TMCC.

Se realiza un análisis de las problemáticas particulares en donde se han eliminado las repeticiones, para saber cómo ubicarlas en las ramas más notorias de las categorías del conocimiento de la Matemática Social, según se ha descrito en la Tabla 2.3.

Es claro que los registros de representación al usarse para presentar la matemática a los estudiantes, se insertan en la didáctica que se quiere construir, así, se tiene la rama de la didáctica de la categoría del conocimiento de la *Educación* (DIDÁCTICA).

| PROBLEMÁTICAS GLOBALES | PROBLEMÁTICAS PARTICULARES | PROBLEMÁTICAS PARTICULARES: SIN REPETICIONES |
|--|---|--|
| La matemática es abstracta | Necesidad de registros de representación y una matemática con sentido. | Necesidad de registros de representación. |
| Conocimiento matemático sin sentido | Los estudiantes reciben conocimientos aislados y sin significado, están desmotivados, hay desconexión entre lo que han aprendido de matemática y los problemas que deben solucionar, matemática sin sentido, no construyen su conocimiento, se requiere modelación matemática y conocer la vinculación entre matemática y la profesión. Problemas curriculares en programas de matemática, en los procesos de enseñanza y aprendizaje (didáctica), en la formación docente, en la desvinculación de la matemática con la profesión; en la cognición del alumno. | Requerimiento de una matemática con sentido, de motivación, de construcción del conocimiento, que el alumno pueda aplicar la matemática en problemas de su ámbito social, modelación matemática. Problemas curriculares en programas de matemática, de didáctica, con docentes, con la cognición y desvinculación entre matemática y la profesión. |
| Competencias matemáticas de la profesión | Requiere la formación en actitudes y valores y, el desarrollo de competencias donde el estudiante maneje de forma integral todos los saberes. | Se precisa de formación en actitudes y valores, el manejo integral de saberes, desarrollo de competencias. |
| Propósitos de la Matemática Social | Necesidad de una matemática con sentido, que construya el conocimiento matemático, que desarrolle habilidades del pensamiento, que sepa modelación matemática, que desarrolle competencias matemáticas de la profesión, que posea una formación integral, que se forme en valores y actitudes, que construya una matemática para la vida, que sea crítico, creativo y analítico. | Necesidad del desarrollo de habilidades del pensamiento, una matemática para la vida, y que sea creativo, crítico y analítico. |

Tabla 2.1: Problemáticas globales y particulares para abordar por la TMCC.

Una matemática con sentido y la construcción del conocimiento, son elementos inherentes a la didáctica, así como la modelación matemática y que el alumno aprenda a aplicar la matemática en problemas de su ámbito social, por lo que estas problemáticas se ubican en la rama de la didáctica de la categoría del conocimiento de la *Educación* (DIDÁCTICA). Sin embargo, para estos casos no son las únicas ramas en las que inciden, ya que la construcción del conocimiento tiene que ver con los conocimientos previos del alumno, lo que se relaciona con los procesos cognitivos de la categoría de la *Psicología*; la modelación matemática se logra con un currículo de matemática adecuado (PROCESOS COGNITIVOS, CURRÍCULO). Además, los estudiantes están desmotivados, incidiendo en la rama de motivación de la categoría del conocimiento de la *Psicología* (MOTIVACIÓN).

Los problemas de tipo curricular de manera natural se ubican en la rama del currículo (CURRÍCULO), mientras que las problemáticas relacionadas con los docentes, se relacionan con la formación de los mismos, localizados en la rama de formación docente (FORMACIÓN DOCENTE); ambas ramas forman parte de la categoría de la *Educación*.

Los problemas de desvinculación de la matemática con la profesión, conducen al estudio del conocimiento y generación de conocimiento, lo que se relaciona con la epistemología, rama de la categoría del conocimiento de la *Filosofía* (EPISTEMOLOGÍA), asimismo, se vincula con la rama de Currículo (CURRÍCULO). Los problemas sobre la cognición del estudiante, se insertan en la rama de los procesos cognitivos de la categoría del conocimiento de la *Psicología* (PROCESOS COGNITIVOS).

El desarrollo de competencias, manejo integral de los saberes se insertan en varias ramas como la didáctica de la categoría de la *Educación* (DIDÁCTICA), la rama de desempeño profesional de la categoría de la *Sociología* (DESEMPEÑO PROFESIONAL). La formación en actitudes y valores se vincula con las ramas de valores y ética de la categoría del conocimiento de la *Filosofía* (ÉTICA, VALORES), así como con la rama de Actitudes de la *Psicología* (ACTITUDES).

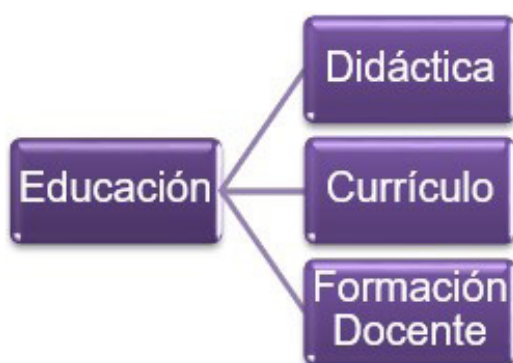
El desarrollo de habilidades del pensamiento del estudiante es una actividad que promueve el docente en el aula con la didáctica que esté empleando. Para una matemática para la vida, es necesaria la construcción del conocimiento matemático por parte del alumno, situación que también queda reflejada en la didáctica que designe el profesor, luego, la rama de la didáctica nuevamente hace presencia, al igual que la categoría del conocimiento de la *Educación* (DIDÁCTICA), pero no sólo eso, sino que se incide en la rama de procesos cognitivos de la *Psicología*, así como, en Actitudes (PROCESOS COGNITIVOS, ACTITUDES). Que el estudiante sea creativo, crítico y analítico se puede lograr con una didáctica particular, como la que se está buscando (DIDÁCTICA), pero también es necesario conocer bien al estudiante. Luego otra rama necesaria es la de características del estudiante de la categoría del conocimiento de la *Antropología* y *Psicología* (CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIANTE).

Como fue mencionado la revisión se ha enfocado en las ramas más notorias para ubicar las problemáticas, además, mostrar el entramado complejo que se presenta en las problemáticas, misma situación que se genera para las investigaciones que las abordan, ver Tabla 2.2. También se puede observar cómo se han establecido las seis categorías del conocimiento de la Tabla 2.3, éstas son: Educación, Psicología, Sociología, Antropología, Filosofía y Matemática; aunque la categoría de la Matemática no se encuentra explícita, pero todo gira alrededor de ésta, por lo que en este momento no es necesario hacerla explícita.

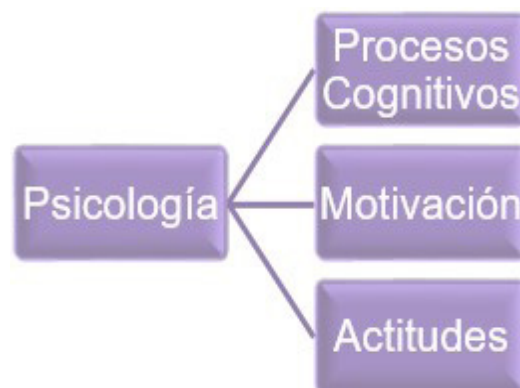
| PROBLEMÁTICAS GLOBALES | PROBLEMÁTICAS PARTICULARES: SIN REPETICIONES | RAMAS EN QUE INCIDEN |
|--|--|--|
| La matemática es abstracta | Necesidad de registros de representación. | Didáctica |
| Conocimiento matemático sin sentido | Requerimiento de una matemática con sentido, de motivación, de construcción del conocimiento, que el alumno pueda aplicar la matemática en problemas de su ámbito social, modelación matemática. Problemas curriculares en programas de matemática, de didáctica, con docentes, con la cognición y desvinculación entre matemática y la profesión. | Didáctica, Procesos Cognitivos, Currículo con programas de matemática, Motivación, Formación Docente, Epistemología. |
| Competencias matemáticas de la profesión | Se precisa de formación en actitudes y valores, el manejo integral de sus saberes, desarrollo de competencias. | Didáctica, Desempeño Profesional, Ética, Valores, Actitudes. |
| Propósitos de la Matemática Social | Necesidad del desarrollo de habilidades del pensamiento, una matemática para la vida, y que sea creativo, crítico y analítico. | Didáctica, Procesos Cognitivos, Actitudes, Características del estudiante |

Tabla 2.2: Problemáticas particulares sin repetición y ramas en que inciden.

Las ramas abordadas de estas categorías, y que hasta el momento se mostraron, son: Didáctica, Currículo, Formación Docente, ver el Esquema 2.1 Procesos Cognitivos, Motivación y Actitudes, presentes en el Esquema 2.2 Características del estudiante en el Esquema 2.3. Desempeño Profesional en el Esquema 2.4 Epistemología, Valores y Ética, se observan en el Esquema 2.5.



Esquema 2.1: Educación y sus ramas.



Esquema 2.2: Psicología y sus ramas.



Esquema 2.3: Antropología y su rama.



Esquema 2.4: Sociología y su rama.



Esquema 2.5: Filosofía y sus ramas.

Cabe mencionar que las categorías del conocimiento: Educación, Psicología, Antropología, Sociología, Filosofía, Matemática y las áreas del conocimiento de la profesión de que se trate, permiten darle el nombre de Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, ya que el contexto son esta diversidad de ciencias mostradas.

Se puede tomar en cuenta una de las llamadas ternas doradas de la educación: Alumno, Docente y Contenido Curricular, donde se considera que esta terna constituye el mínimo de elementos que están presentes en el ambiente de aprendizaje, mientras que Perkins (1992) describe de forma implícita que los tres elementos deben considerarse para una escuela inteligente (nombre de su famoso libro "La Escuela Inteligente").

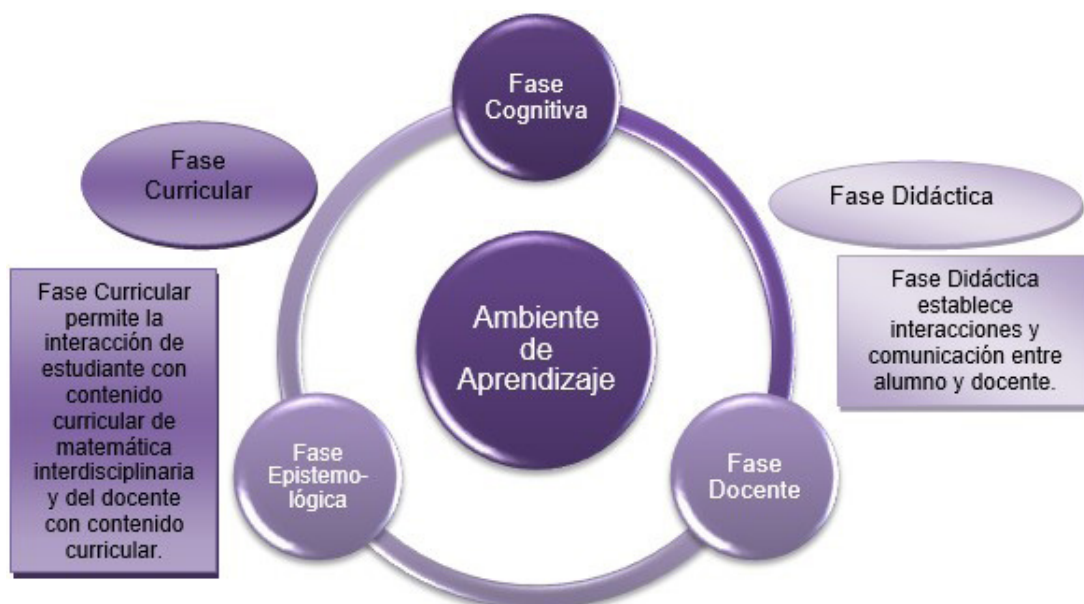
Si se pone atención a esa terna dorada de la educación, se pueden retomar las ramas incluidas y realizar una asociación entre ambas. La rama de Formación Docente está directamente relacionada con los Docentes. Mientras que las ramas de la Psicología: Procesos Cognitivos, Motivación y Actitudes, así como Características del Estudiante de la categoría de la Antropología, Desempeño Profesional de la Sociología y, Ética y valores de la Filosofía, se vinculan directamente con los estudiantes y todo ello repercute en la cognición del alumno.

Esto no significa que solamente se relacionen de esa forma, sólo se está tratando de establecer una visión del proceso educativo. De hecho, al parecer se han establecido límites entre categorías del conocimiento, sin embargo, la realidad no es así, los límites entre disciplinas prácticamente desaparecen, la ruptura de fronteras establece investigaciones multidisciplinares, como fue mencionado en el primer capítulo, sobre la línea de investigación de la Matemática Social. Es más, existen pocos límites en el objeto de estudio, las disciplinas están íntimamente entrelazadas, lo que no permite su clara diferenciación (Gómez, 2014).

Por otro lado, el contenido curricular como se está manejando, esto es que pueda ser una matemática vinculada con la profesión para darle el peso que se merece, se necesita localizarlo en la Epistemología; no se trata de un contenido curricular tradicional. Con la rama de Currículo, se establecen interacciones entre los actores educativos: alumno con

contenido curricular y docente con contenido curricular. Las interacciones más claras entre los estudiantes y docente son por medio de la Didáctica, las cuales se caracterizan por la comunicación.

Con estas ubicaciones se cuenta con cinco bloques que configuran el horizonte del proceso educativo, desde la visión de la Matemática Social, estos son: Docente, Epistemología y Cognición para referirse a las ramas que se relacionan directamente con el estudiante; por otro lado están la Didáctica y el Currículo, ver Esquema 2.6. Es importante observar la frecuencia con que aparece el bloque de la didáctica, lo que implica una construcción detallada de ésta para que pueda satisfacer todos los objetivos perseguidos.



Esquema 2.6: Terna Dorada en el ambiente de aprendizaje y las cinco Fases de TMCC.

Las problemáticas a abordar por la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias y los bloques de problemáticas determinados, deducen que en el ambiente de aprendizaje están presentes los cinco bloques, aunque no siempre sean explícitos. Con ello se construye una mirada, donde la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias aborda estas problemáticas y para cada bloque, se establecen los procesos, metodologías y constructos que construye la TMCC al tratarlas; se les denominan Fases en vez de bloques, ver Esquema 2.6. Cabe mencionar que la expresión ambiente de aprendizaje se refiere al salón de clases, a un espacio virtual en la Web en donde se imparten cursos en línea o a cualquier espacio en donde haga presencia la terna dorada que se ha mencionado.

5. Conclusiones

En este capítulo se describe la concepción de sistema complejo en el marco de la Matemática Social, así como, los conceptos de paradigma y premisa educativos. Las problemáticas que serán abordadas por la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias son

descriptas y analizadas, mostrando su incidencia en las categorías del conocimiento de la Matemática Social: Educación, Psicología, Antropología, Sociología, Filosofía y evidentemente Matemática, incluyéndose las ramas más notorias de cada categoría.

Además, se realiza una asociación entre estas ramas y una de las ternas doradas de la educación: Alumno, Docente y Contenido a aprender y a enseñar, concluyendo que hay cinco bloques en el ambiente de aprendizaje, con la mirada de la Matemática Social, para los cuales la TMCC establece los procesos, metodologías y constructos que enfrentan las problemáticas y al mismo tiempo construye la TMCC, denominándolas las Fases de la TMCC: Fase Cognitiva, Fase Docente, Fase Epistemológica, Fase Didáctica y Fase Curricular.

Cabe mencionar que las problemáticas mostradas no son todas, es imposible hacerlo, ya que en el camino van saliendo nuevas problemáticas; sin embargo se tiene que iniciar con algo. La TMCC comienza enfocada en los problemas descritos y que se asocian a las Fases.

Con las problemáticas detectadas e insertas en las Fases, así como los conceptos definidos a usarse, se puede pasar al siguiente capítulo para la descripción de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

CAPÍTULO 3

TEORÍA DE LA MATEMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS

Descripción

1. Introducción

En este capítulo se describe la teoría educativa de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias (TMCC)*, la cual se guía por los marcos que la fundamentan, Marco Referencial y Marco Conceptual mencionados en el capítulo anterior.

La TMCC se genera con investigaciones de la línea de investigación de la Matemática Social, la cual se ha trabajado desde 1982, prácticamente 40 años de investigaciones que giran alrededor de la línea de pensamiento descrita en la sección 3. 4. 3 del Capítulo 1, la cual hace reflexionar al docente e investigador en interrogantes como las del Cuadro 1.5 del mismo entre las que se encuentran: ¿Qué se persigue con los cursos?, ¿Cómo motivar al estudiante?, ¿Cómo vincular la matemática con la futura profesión del alumno?, ¿De qué forma se contribuye a la formación integral del estudiante?, ¿De qué forma se apoya el desarrollo de competencias profesionales? (Camarena, 2013a).

La TMCC nace en el Instituto Politécnico Nacional de México, para profesiones en donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, en donde no se van a formar matemáticos, como las ingenierías, la administración, la arquitectura, la bioquímica, la química, la física, economía, psicología, etc.; de hecho, inicia en las profesiones de las ingenierías.

La TMCC al surgir en el seno de la Matemática Social tiene un carácter *social* ya que se aboca a analizar una matemática para la vida y que sea de utilidad a la sociedad científica, técnica y civil. Además, trata de desarrollar una cultura y un pensamiento matemático para moverse de forma científica en la vida laboral, profesional y cotidiana. Se quiere construir una matemática con sentido para el estudiante, que le permita su aplicación en la praxis social de la profesión, que le ayude a desarrollar competencias profesionales, laborales y para la vida.

Por otro lado, es importante mencionar que la teoría educativa de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* inicia con investigaciones para determinar por qué es necesaria la matemática que incluyen los programas de estudio en las carreras de ingeniería, extendiéndose a otras profesiones, con lo cual se generan propuestas sobre el currículo de programas de matemática y la didáctica para el aprendizaje de la matemática (Camarena,

1984). Esta etapa lleva a la realización de numerosa experimentación educativa, observaciones regidas por el método científico y recolección de datos que apoyan a la didáctica y currículo, así como a las variantes que están presentes, de tal forma que después de un exhaustivo trabajo exploratorio, observaciones y datos recabados de forma sistematizada, se cuenta con información sustentada sobre el currículo, la didáctica y sus vínculos, con lo cual se continúan fortaleciendo las propuestas y construyendo nuevas metodologías en otras dimensiones que pasen por el mismo proceso de experimentación y recolección de datos para ir construyendo la teoría.

El objetivo del capítulo es:

Describir, desde la científicidad, la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias que emerge de la línea de investigación de la Matemática Social, para abordar las problemáticas educativas sobre el aprendizaje y la enseñanza de la matemática en el nivel superior, en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma.

La descripción de la TMCC se realiza siguiendo las siguientes temáticas: los propósitos que persigue la teoría, los paradigmas y premisas que la fundamentan, la teoría científica educativa de la misma, el ambiente de aprendizaje y la TMCC constituyendo un sistema complejo.

2. Los propósitos de la TMCC

Se han mencionado en el capítulo anterior las problemáticas que enfrenta la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, a continuación se vuelven a señalar para tener en claro a qué se enfrenta la TMCC.

Problemáticas a enfrentar: Requerimiento de una matemática con sentido y que motive al estudiante, que construya el conocimiento, que pueda aplicar la matemática en problemas de su ámbito social, que desarrolle modelación matemática. Se tienen problemas curriculares con los programas de matemática, de didáctica, con docentes, de cognición del alumno, con desvinculación entre la matemática y la profesión. Se precisa de formación en actitudes y valores, el manejo integral de saberes, desarrollo de competencias matemáticas de la profesión. Se necesita el desarrollo de habilidades del pensamiento y que el estudiante sea creativo, crítico y analítico.

Además, de acuerdo al carácter social de la TMCC, también se requiere una matemática para la vida, así como, una cultura y un pensamiento matemático para moverse de forma científica en la vida laboral, profesional y cotidiana. Una matemática con sentido que le ayude a desarrollar competencias matemáticas de la profesión, se quiere una persona que esté apta para enfrentar la vida profesional de forma exitosa y digna.

Luego, parte de los propósitos de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias son abordar las problemáticas planteadas, así como lograr el sentido social de esta teoría. Estos propósitos son los identificados hasta el momento, sin embargo, esto no es definitivo, además de que hay problemáticas que hace falta perfeccionar, como se verá sobre la marcha del desarrollo de las Fases de la teoría y, no hay que dejar a un lado el

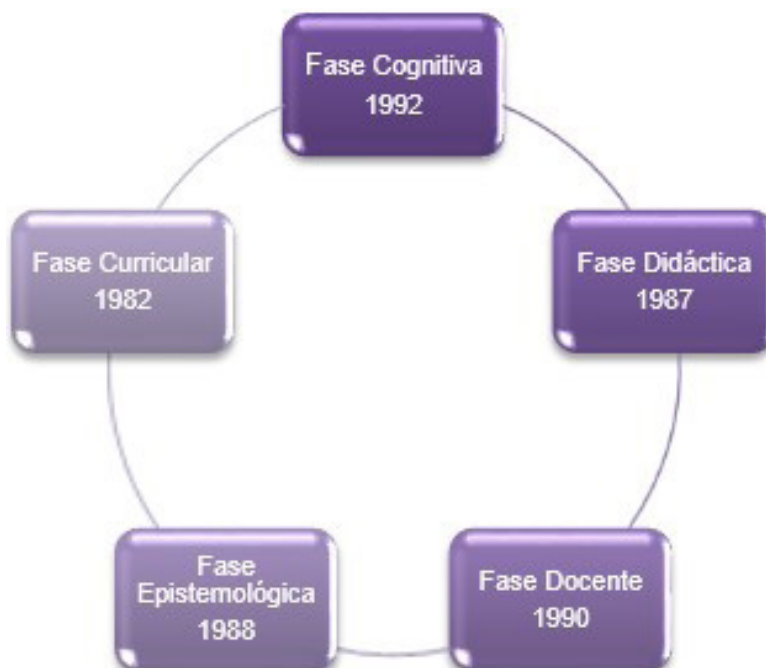
hecho de que seguramente se generarán otras problemáticas por la globalización que se vive actualmente.

Por otro lado, se han descrito cinco Fases de la teoría para abordar estos propósitos, a través del Esquema 2.6 del Capítulo 2 se menciona una de las ternas doradas de la educación en el ambiente de aprendizaje, lo que permite ubicar las Fases de la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

Las Fases de la teoría representan su potencial porque muestran cómo ir abordando las problemáticas desde cada ángulo de la misma. Cada Fase incluye metodologías con fundamentos teóricos, acordes a los paradigmas en los que se sustenta la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, donde se guían los pasos para el diseño curricular de programas de matemática, se describe la didáctica del contexto a seguir, se identifica el tipo de docente necesario, se explica el funcionamiento cognitivo de los alumnos y se proporcionan elementos epistemológicos acerca de los saberes matemáticos vinculados a las actividades de los profesionistas, entre otros. Es menester mencionar que lo que guía el abordaje de las cinco Fases es la Fase Didáctica, a través de la didáctica de la Matemática en Contexto, la que está presente de forma clara en el ambiente de aprendizaje para enfrentar las problemáticas descritas.

Cabe mencionar que la Fase Curricular para programas de matemática se desarrolla desde 1982; la Fase Didáctica se inicia en 1987; la Fase Epistemológica se aborda en 1988; la Fase Docente queda definida en 1990; y la Fase Cognitiva se investiga desde 1992. Ver Esquema 3.1. Aunque ya está trabajada cada Fase de la TMCC y para describir la misma, es importante mencionar que parte de los propósitos de la TMCC es considerar desde cada Fase y desde la interacción entre éstas el abordaje de las problemáticas de la TMCC.

Es importante mencionar que el supuesto filosófico educativo de la teoría es que el estudiante esté capacitado para hacer la transferencia del conocimiento de la matemática a las áreas que la requieren, para que con ello las competencias profesionales, laborales y para la vida se vean favorecidas (Camarena, 1999).



Esquema 3.1: Momentos de desarrollo de las Fases de la TMCC.

Luego, los propósitos de la TMCC son abordar las problemáticas planteadas, lograr el sentido social de la teoría y el supuesto filosófico de la misma, así como trabajar cada Fase y sus interacciones.

3. Paradigmas y premisas de la TMCC

3. 1. PREMISAS EDUCATIVAS

La concepción semántica de la expresión *premisa educativa* es un supuesto o hipótesis que permite fundamentar un fenómeno educativo y su ámbito de trabajo es el área educativa, mostrado en el Cuadro 2.4 del capítulo anterior. De esta forma, se exponen las premisas educativas que fundamentan la teoría educativa de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

Las problemáticas educativas son distintas para cada nivel, pues posee dificultades propias y elementos que los caracterizan, provocando que las soluciones, procesos y medios no sean los mismos y muchas veces ni siquiera del mismo tipo. Situación semejante sucede con la matemática que se imparte en profesiones en donde se formarán matemáticos y carreras en donde éste no es el caso. De esta forma, no es lo mismo una profesión que requiere de la matemática y otra en donde se formarán matemáticos.

Premisa 1

Se aborda la problemática educativa del aprendizaje y la enseñanza de la matemática para profesiones universitarias en donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, en donde no se formarán matemáticos.

Premisa 2

Las problemáticas educativas del aprendizaje y enseñanza de la matemática son enfrentadas para los jóvenes, es decir, para los niveles educativos: medio básico (secundarios), nivel medio superior (bachillerato) y nivel universitario, no se dirigen a niños de 6 a 12 años de edad de la educación básica.

3. 2. PARADIGMAS EDUCATIVOS

Los paradigmas educativos que fundamentan la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias se describen de acuerdo a la concepción semántica construida y del Cuadro 2.3 del capítulo anterior, que a la letra dice: Concepción semántica de la expresión *paradigma educativo*, es una postura filosófica o ideológica que permite a una comunidad científica explicar, justificar o fundamentar un fenómeno educativo, donde el ámbito de trabajo es el de la comunidad científica.

De esta forma, se expresan tres paradigmas educativos que han sido trabajados y definidos por los científicos de la Matemática Social y sustentados por otros autores, estos paradigmas educativos describen la postura filosófica de los investigadores de la Matemática Social, los cuales permiten explicar el porqué del proceder de la TMCC, lo que al mismo tiempo la fundamentan; el primer y tercer paradigmas poseen un punto de vista epistemológico, mientras que el segundo viene del sociológico (Camarena, 1995).

3. 2. 1 Paradigma educativo: La matemática es una herramienta y materia formativa

El primer paradigma establece que "La matemática es una herramienta y materia formativa" en profesiones en donde no se van a formar matemáticos, que es uno de los supuestos por lo cual nace la TMCC.

Al respecto, se toma en cuenta la postura de Bunge (1975), quien menciona que la matemática por ocuparse de inventar entes formales y relaciones entre ellos, se le denomina ciencia formal, porque sus objetos no son cosas ni procesos, sino formas en que se puede verter un surtido ilimitado de contenidos; esto es, se pueden establecer correspondencias entre esos objetos formales y cosas o procesos pertenecientes a cualquier nivel de la realidad. Así es como las demás disciplinas hacen uso de la matemática, empleándola como *herramienta* para realizar la más precisa reconstrucción de las complejas relaciones que se encuentran entre los hechos y los diversos aspectos de los hechos; dichas ciencias no buscan las formas ideales de los objetos reales, sino interpretarlos en términos de hechos y experiencias; de esta forma la matemática jamás entra en conflicto con las demás ciencias que la usan como herramienta.

Por otro lado, mediante una investigación efectuada sobre los proyectos que realizan los profesionistas, así como las tesis que generan, para observar el papel que dan a la matemática, se encuentra el carácter de herramienta, como se muestra en el Cuadro 3.1 (Camarena, 1988).

De acuerdo a Bunge (1975) lo que sucede con la matemática en la ingeniería, es completamente análogo a lo que pasa en las demás profesiones que la utilizan para desarrollarse. Así, en las ciencias, la matemática es un lenguaje porque los problemas de las ciencias pueden describirse a través de expresiones matemáticas, lo que es entendible para cualquier científico; la matemática proporciona un medio de comunicación de la información, conciso y sin ambigüedad, porque hacen un amplio uso de la notación simbólica, lo que permite que los alumnos conozcan y utilicen uno de los aspectos más importantes de los conocimientos matemáticos: su capacidad de comunicación.

- Determina un lenguaje en la profesión del área físico matemática, con estructura lógica y con ortografía del lenguaje científico.
- Permite optimizar diseños y recursos.
- Favorece el minimizar errores.
- Ayuda a realizar cálculos teóricos en vez de cálculos prácticos y con ello ahorrar tiempo y recursos.
- Otorga mayor precisión en el análisis de un problema.
- Pronostica comportamientos.

Cuadro 3.1: Elementos que determinan el carácter de herramienta.

Los cálculos teóricos se pueden realizar analíticamente y se sabe cuál será el comportamiento del aparato, mientras que en la práctica muchas veces se tiene que usar el método de ensayo error. La matemática pronostica comportamientos, como el caso del cometa Halley, donde el astrónomo Edmund Halley realizó una estimación de la órbita de este cometa, identificando que su comportamiento era casi elíptico, con lo cual determinó que el cometa debería volver a ver en el mismo lugar, aproximadamente, cada 76 años, situación que fue corroborada después de la muerte del astrónomo Halley (Camarena, 2016a).

La matemática en las ciencias prácticas permite realizar cálculos teóricos en vez de cálculos prácticos y con ello optimizar diseños y recursos; esta situación también contribuye a minimizar errores y otorgar mayor precisión en el análisis de un problema.

Mientras que el hecho de que la matemática sea *formativa*, se acuerda con Bachelard (1973) quien menciona que la ciencia toma varios matices y pasa por varias etapas para desarrollarse y que finalmente al recurrir a la matemática, no se trata de una matemática descriptiva sino de una matemática formativa; la ciencia de la realidad no se conforma con el cómo fenomenológico, ella busca el porqué matemático.

Por otro lado, una matemática formativa se identifica a partir de la experiencia de los investigadores, pero hay algo más que permite fundamentar el paradigma. Se realizaron encuestas a profesionistas, en particular fue más grande la muestra de ingenieros en ejercicio de la profesión, de varios países, en donde expresaron lo siguiente que se muestra en el Cuadro 3.2. Cabe mencionar que después de varios intentos, en donde se afinaron las preguntas y pudo entenderse qué buscaban los investigadores, la pregunta que quedó al final fue: ¿Qué le da a su profesión y en general a su vida, el trabajar con la matemática? (Camarena, 1995b).

- Se desarrolla un orden lógico mental para la profesión y vida cotidiana.
- Se consuma la adquisición de un espíritu crítico, analítico y creativo frente a la vida.
- Se logra un criterio científico.
- Se desarrollan habilidades del pensamiento.
- Se desarrolla la argumentación lógica y reflexiva.

Cuadro 3.2: Elementos que determinan una matemática formativa.

Cabe hacer mención que los profesionistas encuestados, son personas muy reconocidas en su ámbito y que la forma que tienen de trabajar la matemática no es sólo como herramienta, sino que siempre saben el porqué están usando tal o cual proceso matemático y entienden por qué sí les funciona la matemática. De hecho, se puede observar que estas personas poseen la cultura matemática de un profesionista, es decir, como un sistema integrado de conocimientos matemáticos que lo tornan competente para interpretar, analizar y solucionar problemas de su área. Para estos términos el lector se puede remitir a la sección 3.3 del capítulo anterior.

Esta situación conduce a que el desarrollo de una matemática formativa en el estudiante, sólo se puede lograr si el alumno sabe porqué funcionan los procesos matemáticos, es decir, si recibe una matemática que no sea puramente operativa, debe ser una matemática analítica, razonada, lógica, donde él debe saber el porqué de las cosas, que no hay magia, que siempre hay una explicación, el porqué pasar de un renglón a otro al resolver una ecuación, saber que siempre hay un porqué (Camarena, 1995). Con lo anterior se busca la construcción de un pensamiento matemático en el estudiante. De esta forma, los Cuadros 3.1 y 3.2 dan cuenta de las diversas funciones que tiene la matemática en la sociedad.

3. 2. 2 Paradigma educativo: La matemática tiene una función específica en cada nivel educativo

Es un hecho, que en todos los niveles educativos se incluyen cursos de matemática, esto es desde preescolar, niños de 4 a 6 años de edad. Si se observan los objetivos de la inclusión de la matemática en los niveles educativos se pueden resaltar algunos elementos generales. Por ejemplo, en el nivel preescolar los niños aprenden a contar y desarrollan la noción de número, iniciándose en el manejo de la matemática, aunque se pretende que inicien a desarrollar habilidades básicas del pensamiento.

En el nivel básico denominado primaria en varios países, los estudiantes (con edades entre 6 y 12 años) deben poder resolver problemas matemáticos simples (SEP, 2011). De hecho, los niños deben poder ir a la tienda y saber cuánto pagar y cuánto les darán de cambio, es decir, resolver problemas de la vida cotidiana. Asimismo, ellos deben desarrollar algunas habilidades del pensamiento, aunque no siempre se exprese de forma explícita en los objetivos educativos.

Para el nivel medio básico o secundaria, niños con edades entre 12 y 15 años, se tienen los mismos objetivos, ya que actualmente se denominan a los dos niveles educación básica en México. Con esta segunda vuelta de los mismos objetivos de la educación, se considera que los estudiantes los han logrado, con lo cual ellos pueden resolver problemas de la vida cotidiana, desarrollar habilidades del pensamiento y además abordar problemas simples que se les presenten de sus demás asignaturas.

Mientras que en el nivel de bachillerato, jóvenes entre 15 y 18 años de edad, se sigue manteniendo los mismos objetivos educativos en relación a la matemática, de tal forma que con la tercera vuelta, los objetivos deben cumplirse en su totalidad (Documento Bachillerato, 2019). Cabe aclarar que en cada nivel que le precede al bachillerato los contenidos matemáticos van gradualmente subiendo de nivel; mientras que en la primaria se incide en la aritmética, en secundaria en el álgebra y en bachillerato en el inicio del cálculo diferencial e integral. Así, en este nivel educativo la matemática está puesta ahí para que resuelvan problemas de la vida cotidiana, que desarrollen habilidades del pensamiento y puedan resolver problemas de sus demás asignaturas, como de física, química, biología, economía, geología o dibujo técnico, ya sea para modelar, calcular, interpretar o traducir, entre otras más. Dado que este nivel educativo tiene una función bivalente, es decir, como carrera técnica o como propedéutica para ingresar a la universidad, a los alumnos se les prepara para la vida laboral, el estudiante debe poder resolver no sólo problemas de la vida cotidiana, sino también problemas de la vida laboral, aunque difícilmente se cumple este objetivo.

En el nivel superior o nivel universitario la matemática se inserta para continuar con los objetivos anteriores: resolver problemas de la vida cotidiana, desarrollar habilidades del pensamiento, y resolver problemas de las demás asignaturas que se cursa; la diferencia con los niveles anteriores es que ahora es una matemática específica para cada profesión, no como en los niveles anteriores, en donde la matemática es la misma para todos por nivel educativo.

Además, en el nivel universitario la matemática otorga un carácter de científicidad a la profesión. Para explicar este punto es necesario mencionar que desde finales del siglo XIX, existe un paradigma científico que establece que la profesión que utiliza a la matemática para explicarla, sustentarla y trabajarla, se cataloga como una profesión con carácter científico, como el caso del área físico matemática. Aquellas profesiones que no requieren de la matemática para sustentarse o trabajarse, son ciencias pero no profesiones científicas. De esta forma, se puede ver en el Esquema 3.2. la función específica de la matemática para cada nivel educativo (Camarena, 1999).



Esquema 3.2: Función específica de la matemática por nivel educativo.

3. 2. 3 Paradigma educativo: Los conocimientos nacen integrados

Para presentar este paradigma la Antropología menciona que hay que observar que al inicio del surgimiento de la vida en la tierra, había comunidades nómadas y comunidades sedentarias. Las primeras son las que cambiaban constantemente de lugar donde se establecían, mientras que las comunidades sedentarias son aquellas que, al contrario, se quedaban establecidos en un terreno y ahí se desarrollaban (Aciero, 2016).

Las comunidades sedentarias se podían quedar en un sitio porque era un espacio donde había agua, ya sea ríos, lagos, norias, etc. de donde podían tomar agua para beber, había vegetación que podían cosechar y alimentarse y se encontraban cerca de animales de quienes podían tener acceso a sus pieles para cubrirse de las inclemencias del tiempo.

Esta situación de las comunidades sedentarias es importante porque cuando una persona o comunidad tiene satisfechas las necesidades básicas de todo ser humano, la Psicología Clínica menciona que pueden darse la oportunidad de cuestionarse sobre los fenómenos y situaciones que se encuentran a su alrededor, como por ejemplo preguntarse porqué caen los objetos, porqué algunas veces hay luz y otras no, porqué cambian de tamaño las personas, el porqué de todo son las preguntas que emergen en las comunidades sedentarias.

De esta forma nacen los primeros incipientes científicos de la humanidad, aquellas personas que se cuestionan sobre lo que los rodea y proponen alternativas de respuestas. Conforme sigue avanzando el tiempo los científicos tienden a abordar todo tipo de conocimientos, por ejemplo, si se busca en la enciclopedia el nombre de Isaac Newton (1642-

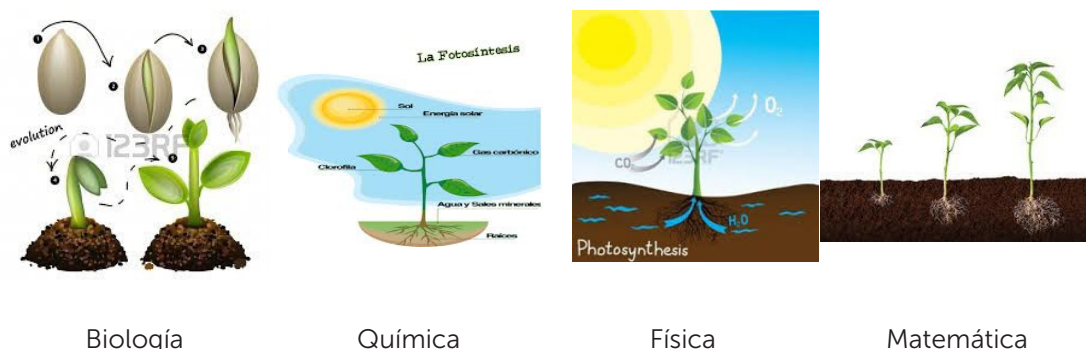
1727), se encuentra que era físico, matemático, astrónomo, químico, alquimista y teólogo, seis profesiones donde era experto en cada una de ellas; en la actualidad es prácticamente imposible que una persona sustente ese perfil con experticia en cada área.

Así es como los científicos al estructurar el conocimiento se dan cuenta que es imposible que una persona pueda saber de todo y deciden artificialmente disgregar el conocimiento, de tal forma que hasta los días de la actualidad en todas las escuelas se encuentra el conocimiento separado, hay cursos de química, física, matemática, biología, economía y demás áreas del conocimiento que no son vinculados de forma explícita dentro del ambiente de aprendizaje; aunque es cierto que por ejemplo la física y la química hacen uso de la matemática, pero esta situación es inherente a esas disciplinas, no porque el vincular dos áreas sea un propósito educativo.

Este fenómeno epistemológico de disgregación del conocimiento es artificial, origina que se presenten conocimientos aislados y artificialmente contruidos, de forma tal que son ajenos a la función que les depara la vida cotidiana y las actividades profesionales a los universitarios. Es decir, se presenta un conocimiento acabado, en donde el estudiante no entiende de dónde salió, cómo fue que se construyó tal o cual definición; contribuyendo a que los jóvenes vivan a las ciencias como magia, como algo que no siempre es entendible y esto mismo produce que la enseñanza sea vertical. Además, los egresados durante su vida profesional tendrán que enfrentarse a problemas reales en donde deberán manejar los conocimientos de las ciencias básicas y de las asignaturas propias de su carrera de forma integrada (Camarena, 1988).

El usar el conocimiento de forma que no es la natural, es decir, conocimientos aislados, no conocimientos integrados, conduce a que cuando se habla de interdisciplinariedad o multidisciplinariedad se tenga que justificar este hecho, cuando lo que se debería justificar es porqué trabajar de forma aisladas las disciplinas, que es lo antinatural.

Para ver más claramente este fenómeno, se muestra un simple ejemplo donde se puede verificar que *el conocimiento está integrado*. Si se observa el fenómeno de crecimiento de una planta, ver Esquema 3.3, el fenómeno en sí se relaciona con la biología, la planta para crecer requiere de nutrientes entre los que se encuentra la fotosíntesis que tiene que ver con la química, la fotosíntesis requiere de la luz que incurre en la física y la planta al crecer cambia de dimensiones, lo que se vincula con la matemática. Este es un ejemplo muy simple, sin embargo, puede mostrar lo que son los fenómenos y problemas de la realidad, donde se observa que el conocimiento está integrado (Camarena, 1988).



Esquema 3.3: Fenómeno de crecimiento de una planta.

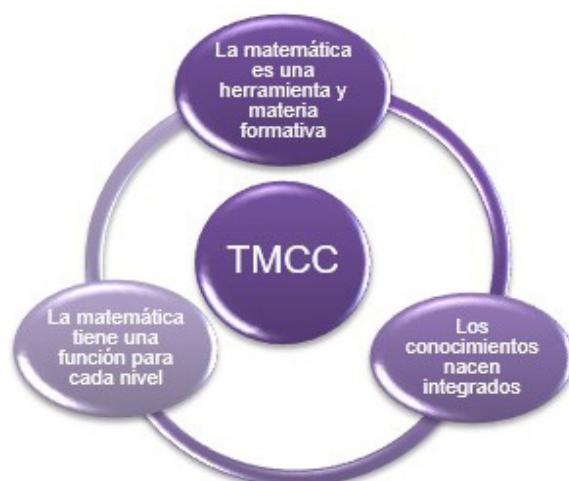
Cabe hacer mención que existen corrientes de enseñanza que expresan que el conocimiento debe darse como surgió en la historia, es decir, como conocimientos no aislados. Dentro de estas corrientes se encuentran las escuelas activas como la escuela Montessori, Decroly, Summer Hill, etc., en donde se les pregunta a los niños si tienen alguna inquietud acerca de algo que quieran saber, si no es así se les induce para que pregunten algo y de ahí comienza el estudio de fenómenos o situaciones; no se estudia la física por un lado, la matemática por otro, etc. como en la escuela tradicional. Para ilustrar la enseñanza de conocimientos no aislados se muestra el ejemplo de la zanja, el cual sucedió en la realidad en una escuela Decroly.

En un grupo de primero de primaria, en una mañana llegó un niño y comentó que le había llamado mucho la atención una zanja que estaban abriendo frente a su casa. Al comentárselo a todo el grupo, los demás niños y niñas también tuvieron la curiosidad de ver cómo era, qué forma tenía, qué tenía adentro, etc., la maestra llevó a todo el grupo para que miraran la zanja. Al llegar a la casa del niño, analizaron la forma de la zanja que era como un prisma rectangular, a lo cual la maestra aprovechó para hablar de figuras geométricas. Luego, les inquietó saber qué volumen tenía el agujero y realizaron el cálculo para un segmento de la zanja, después alguien preguntó por qué se ve de diferentes colores la tierra, para lo cual la maestra les habló de las capas de la tierra y que de esa forma se puede ver la edad del lugar, que el color lo dan los componentes químicos, etc. Cada pregunta de los niños da pie a tratar un tema diferente ya sea, biología, geología, matemática, etc.

Las escuelas con el paradigma educativo de conocimientos no aislados se establecen en el nivel de primaria, en los demás niveles, al parecer, no hay una situación análoga a estas corrientes.

3. 2. 4 Concluyendo sobre los paradigmas educativos de la TMCC

Los tres paradigmas educativos de la TMCC, ver Esquema 3.4, la fundamentan. El primer paradigma educativo permite justificar la forma de trabajo con la matemática en el nivel superior, donde la matemática no es una meta por sí misma y los conocimientos están entrelazados: matemática y profesión. Situación que permite que el estudiante pueda aplicar el conocimiento de forma interdisciplinaria en su futura actividad laboral y profesional.



Esquema 3.4: Paradigmas que fundamentan a la TMCC

El segundo paradigma educativo facilita el mirar que los procesos educacionales no son los mismos para los diferentes niveles educativos, lo que permite dar luz hacia donde encaminar los esfuerzos de la enseñanza de la matemática en el nivel superior y lograr los propósitos perseguidos por la TMCC. De hecho, la matemática en una carrera profesional le da soporte para describir, a través de la modelación matemática, situaciones de las ciencias que la conforman y pronosticar fenómenos de forma teórica, y con ello apoyar la generación de conocimientos.

El tercer paradigma educativo permite fundamentar los procesos didácticos que favorecen el abordaje de las problemáticas planteadas, donde la integración matemática profesión es fundamental. De hecho, la TMCC para ello reflexiona acerca de la vinculación de la matemática con otras ciencias, sobre la articulación matemática con las actividades profesionales y laborales, así como en la relación matemática con las situaciones de la vida cotidiana; porque se quiere una matemática para la vida y para que el futuro egresado se desarrolle en la sociedad. De esta forma, la TMCC presenta el conocimiento en contexto cuando se imparten cursos de matemática en las universidades, es decir, se trabaja con conocimientos integrados incidiendo en la interdisciplinariedad (Camarena, 2002a; Camarena y Flores, 2012; Gomes et al. 2019). Además, se ha demostrado, a través de investigaciones, cómo esta situación favorece su desempeño académico en los demás cursos de sus estudios profesionales (Camarena, 2004). Es importante mencionar que este fundamento: "Los conocimientos nacen integrados" es el *punto central en la teoría*, ya que es el eje de desarrollo de las Fases de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*.

Con estas conclusiones es importante mencionar que la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias también posee una línea de pensamiento. Primero se recuerda que: "La concepción semántica de la expresión *línea de pensamiento* se concibe como una tendencia ideológica a través de la conducta o comportamiento debido a idea(s) propia(s) del ámbito de trabajo de los miembros de una comunidad.

Por otro lado, la línea de pensamiento de la Matemática Social, que es una línea de investigación, permite realizar investigaciones sobre las interrogantes, que la definen, Cuadro 3.5, esta línea de pensamiento se transforma en la línea de pensamiento de la Teoría TMCC, así, con las conclusiones de los paradigmas educativos se genera una tendencia ideológica a través del comportamiento de los investigadores del ámbito de trabajo de la TMCC, así, se tiene que:

Línea de pensamiento de la TMCC: *establecer una matemática contextualizada en la realidad del alumno, para la formación integral y el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión y que con ello pueda dar respuesta a las demandas de la sociedad, en sus ámbitos, profesional, laboral y de la vida diaria.*

4. La teoría educativa de la TMCC

A través de esta sección se da cuenta del porqué se trata de una teoría científica educativa, para lo cual se toma en cuenta la concepción semántica vertida en el Cuadro 2.2 del capítulo anterior, que a la letra dice: La concepción semántica del término *teoría* es un conjunto de conceptos y proposiciones (relacionadas entre sí y excluyentes), que presentan una visión sistemática, con el propósito de describir, explicar y predecir fenómenos, donde su ámbito de trabajo es la investigación científica.

Es importante aclarar que los términos describir, explicar y predecir, se refieren exactamente a: describir el fenómeno bajo la teoría, explicar la realidad, mencionando el porqué del fenómeno bajo la teoría y predecir bajo ciertas condiciones los fenómenos semejantes que aún no acontecen. Luego, para confirmar que se trata de una teoría científica se mencionan: 1. Los conceptos principales de la TMCC; 2. Las proposiciones que se relacionan entre sí, que son excluyentes y presentan una visión sistemática del fenómeno; 3. La descripción del fenómeno bajo la teoría; 4. Se explica la realidad, es decir, explicar el porqué del fenómeno bajo la TMCC; 5. Se predice bajo ciertas condiciones los fenómenos semejantes que aún no se presentan.

4. 1. LOS CONCEPTOS DE LA TMCC

Los conceptos de mayor relevancia porque son específicos de la TMCC y la caracterizan, son los que se describen a continuación.

4. 1. 1 *El carácter social de la TMCC*

Que la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias posea un "carácter social" es porque con ella se construye una matemática para la vida del estudiante y el egresado puede accionar con ésta ante la sociedad científica, técnica y civil, dando respuesta a las demandas de la sociedad y cuando él lo necesite (Camarena, 1988). Asimismo, desarrolla una cultura y un pensamiento matemático en el alumno para que pueda actuar de forma científica en la vida laboral, profesional y cotidiana. Es decir, favorece en el estudiante, luego egresado, el desarrollo de competencias profesionales, laborales y para la vida, lo que le permite ser eficiente y competente en todos los ámbitos sociales de su desempeño.

4. 1. 2 *Matemática para la vida*

La expresión "una matemática para la vida", significa que la persona está capacitada para responder a las demandas de la sociedad, en sus ámbitos profesional, laboral y en la vida cotidiana.

Para ello requiere haber desarrollado al menos una cultura matemática, pero se pretende que esté en desarrollo un pensamiento matemático (Camarena, 1999). Los términos sobre cultura y pensamiento matemáticos se describen en la sección 3, del Marco Conceptual de la TMCC que se localiza en el Capítulo 2.

4. 1. 3 Formación integral

Para la Matemática Social, la formación integral se establece en dos niveles (Camarena, 1991), un primer nivel que permite desarrollar armónica y coherentemente todas y cada una de las dimensiones del ser humano: intelectual, humana, social y profesional; propiciando una mayor autonomía en ellos y contribuyendo a su integración en la sociedad como personas creativas, analíticas y críticas; porque el ser humano es uno y a la vez pluri-dimensional, plenamente integrado y articulado en una unidad (Ortiz et al., 2006).

Un segundo nivel se refiere a la integración de sus conocimientos académicos, donde el estudiante trabaja con ciencias vinculadas unas con otras, de forma tal que se favorece la transferencia del conocimiento en su vida laboral y profesional y se construyen conocimientos interdisciplinarios, como los tendrá que enfrentar en su vida profesional y laboral (Camarena, 1991).

En cualquiera de los dos niveles la formación integral del estudiante es una tarea compleja, la cual se vincula íntimamente con el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión como se puede ver en el siguiente capítulo y esto se puede lograr a través de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

4. 1. 4 Transferencia del conocimiento

La transferencia del conocimiento, se refiere a cuando el conocimiento construido por la persona los puede utilizar para resolver eventos contextualizados con diversidad de contextos en donde ese conocimiento hace presencia.

Ausubel et al. (1990) mencionan que para que se presente la transferencia del conocimiento es necesario que ese conocimiento sea un conocimiento significativo en el estudiante.

4. 1. 5 Fases de la TMCC

Las Fases de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias son áreas del conocimiento en donde inciden las problemáticas que aborda la TMCC, junto con las metodologías, procesos y constructos que construye la misma para abordar las problemáticas. De esta forma, la TMCC está constituida por las cinco Fases descritas en el Esquema 2.6 del capítulo anterior, las cuales hacen presencia en el ambiente de aprendizaje y son áreas de investigación de esta teoría.

Así, la Fase Cognitiva, se relaciona con las características y deficiencias académicas del estudiante. La Fase Docente, que representa las características y formación de los docentes. La Fase Epistemológica es donde se investiga y diseñan materiales sobre la articulación de la matemática con la profesión, entre otros. En la Fase Didáctica se establece la interacción y comunicación entre docente y estudiante a través de la didáctica que permite abordar las problemáticas planteadas. La Fase Curricular se dedica a resolver problemas diseñando un currículo de matemática por competencias y al mismo tiempo se establece la interacción entre estudiante y contenido curricular, así como entre docente y contenido curricular.

4. 1. 6 Matemática en Contexto

Para entender este término en toda su magnitud, es necesario ver las diferencias que se establecen con otros términos que algún lector podrá pensar que es lo mismo. Para iniciar, la Matemática en Contexto es el nombre de la didáctica de la teoría TMCC, hay otras estrategias didácticas o métodos de enseñanza que pueden tener algunas coincidencias, pero en esencia son didácticas distintas a la Matemática en Contexto.

Estos términos que aluden a tales estrategias son: a) la enseñanza situada, b) matemática aplicada, c) resolución de problemas y d) aprendizaje basado en proyectos. Se inicia mostrando las ventajas de cada método de enseñanza mencionado y las desventajas que se han identificado de cada método de enseñanza para poder ser usados como la didáctica que se busca.

a) La Enseñanza Situada de Vygotsky

La enseñanza situada de Vygotsky se desarrolla para el aprendizaje en niños. Vygotsky (1978) señala que el conocimiento que construirá debe estar situado en un ambiente social, porque para él, el proceso de aprendizaje tiene lugar *en y a través* de la interacción con las personas. La enseñanza situada hace referencia al ámbito sociocultural como elemento clave para la adquisición de habilidades, además, se desarrolla con trabajo en equipo y cooperativo. Con la enseñanza situada, Vygotsky hace referencia a que el conocimiento debe estar situado en aspectos de la realidad para el niño.

Lave y Wenger (1991) señalan que el aprendizaje situado, haciendo referencia a la enseñanza situada de Vygotsky, se presenta con la participación del niño en una comunidad de práctica, esto es, en un ambiente cultural, social, de relaciones, del cual obtiene los saberes necesarios para transformar la comunidad y transformarse a sí mismo.

Del texto descrito, sobresalen como ventajas, el trabajo en equipo y colaborativo que se presenta en el ambiente sociocultural, que de hecho, esto es la esencia del trabajo de Vygotsky y el conocimiento vinculado a la realidad del niño. Como desventajas para el desarrollo de la didáctica de la TMCC, para el nivel universitario, se pueden comentar que este trabajo no fue pensado para universitarios, sino para niños. Por otro lado, de las investigaciones del equipo de trabajo de la Matemática Social, los estudiantes del nivel superior, efectivamente requieren del trabajo en equipo colaborativo, sin embargo, también necesitan su propio espacio para procesar los conceptos y desarrollar habilidades de forma individual, no todo el conocimiento se construye de forma social.

b) Matemática aplicada

La estrategia de enseñanza de matemática aplicada, solamente se refiere a dar las clases de forma tradicional y cuando el docente lo considera pertinente, entonces, presenta un ejemplo de cómo se aplicó la matemática para resolver algún problema, el papel de los alumnos es de espectadores.

Este método tiene como ventaja que se les muestra que sí se puede emplear la matemática que estudian. Sin embargo, está muy lejos de lo que se persigue con la didáctica de la TMCC, ya que no desarrolla habilidades del pensamiento, menos una matemática para la vida, ni competencias matemáticas.

c) Resolución de Problemas

La resolución de problemas tuvo su auge en los años noventa, cuando en muchas instituciones la tomaron como método didáctico. Sin embargo, hubo dos modalidades para su implantación. La primera era incorporar problemas en vez de ejercicios. Mientras que la segunda era implementar problemas para todas las temáticas que estaban presentes en los programas de estudio, como única alternativa de enseñanza; situación que generaba huecos en el conocimiento de los estudiantes, ya que no todo el conocimiento se puede establecer a través de problemas. La resolución de problemas toma cualquier tipo de problema, sea o no del interés del alumno, ya sea de la propia matemática o de la vida cotidiana; se puede trabajar en equipo o de forma individual, además, los problemas no siempre son implícitos (Camarena, 2003). Un señalamiento importante que mencionan Schoenfeld (1985) y Santos (1997) son los elementos que son necesarios en la resolución de problemas, estos son: las heurísticas, la metacognición y las creencias, las cuales debe tomar en cuenta el docente.

Las ventajas de esta propuesta que son relevantes al caso, se refieren a los elementos descritos por Santos (1997) y Schoenfeld (1985), esto es, la necesidad de que el estudiante desarrolle estrategias heurísticas y metacognitivas, asimismo que el docente conozca las creencias de los alumnos en relación a la resolución de problemas. Como desventajas para el desarrollo de la didáctica de la TMCC, se tiene que la resolución de problemas considera cualquier tipo de problema y no siempre son implícitos, con la didáctica buscada se impera incidir en la realidad del estudiante y que los eventos sean implícitos. Con la didáctica de la TMCC se pretende que no existan huecos en el conocimiento del estudiante.

d) Aprendizaje Basado en Proyectos

El aprendizaje basado en proyectos toma especial relevancia en el nivel superior. Un proyecto se distingue de un problema porque el proyecto involucra varios problemas y no sólo eso, sino que el proyecto en sí no necesariamente es un problema. Por ejemplo, cuando se quería que el hombre fuera a la luna era un proyecto mas no un problema. Un problema requiere de una solución y un proyecto no necesariamente, puede tener una solución pero también puede tener una propuesta de realización mas no de solución. En un problema se involucran varias áreas del conocimiento, mientras que en un proyecto es más grande el número de áreas del conocimiento que se relacionan. Además, en un problema generalmente son áreas afines, mientras que en un proyecto son áreas afines pero también existen áreas complementarias, como por ejemplo el abordar el proyecto de contaminación en una fábrica, se involucra a la administración de la zona federativa de que se trate, tal vez intervengan los derechos humanos, etc.

El aprendizaje basado en proyectos se ha implementado en las instituciones de forma semejante a la resolución de problemas, es decir, hay asignaturas que para finalizar el curso, los estudiantes por equipos deberán presentar un proyecto en la temática que ha proporcionado el profesor. La otra opción de implementación es que todo el tiempo, desde el inicio de la carrera, los estudiantes tienen que trabajar con proyectos; esta alternativa conduce a que algunas habilidades como las operativas, no las desarrollen los estudiantes, además, hay otros conceptos que no están presentes en los proyectos, generando huecos en el conocimiento del alumno. Sin embargo, este método tiene relevancia en el nivel superior cuando es aplicado de forma completa, es decir, cuando el alumno tiene que plantear desde un inicio la propuesta, incluyendo el presupuesto requerido, las personas involucradas, los tiempos de duración, así como un cronograma de actividades para llevarlo a la práctica y reportar los resultados.

Las ventajas que se identifican sobre el aprendizaje basado en proyectos es la preparación que brinda al estudiante mirar y enfrentar el conocimiento de forma global. Las desventajas que se observan para la didáctica de la TMCC es que en los primeros semestres, los estudiantes, aún no tienen todos los conocimientos para abordar un proyecto que demanda de varias áreas que él debe conocer.

Matemática en Contexto

Primeramente se interpreta que la *Matemática en Contexto* es una didáctica que tiene fundamento teórico, no es una propuesta experimental. Con ella se pretende contextualizar socialmente el aprendizaje y la enseñanza de la matemática, a través de la cual se promueve el trabajo colaborativo en equipos y los puntos de partida de este proceso son las competencias y nociones previas del estudiante (Camarena, 1987, 1988, 1993). Es decir, con la Matemática en Contexto se implica que lo teórico tiene una aplicación en una práctica social que se inserta en espacios multiculturales y que es producto de la incorporación del estudiante, física, psicológica y emocionalmente, para que construya su conocimiento, ya que de esta manera él verá la utilidad del conocimiento dándole especial relevancia en su vida personal y profesional.

Con la Matemática en Contexto se enfocan los procesos de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva sistémica, se plantea el logro del aprendizaje a través de la realización de estrategias de enseñanza basadas en eventos contextualizados sobre el campo de conocimiento en cuestión, con la intención de que el estudiante visualice el porqué y el para qué debe aprender acerca de tal o cual tema o concepto matemático, con lo cual se le prepara para las demandas de la sociedad, se trata de una matemática para la sociedad (Camarena, 1987, 1993).

En relación a las desventajas observadas en las propuestas didácticas analizadas, se muestra a continuación la contraparte, que son las ventajas que ofrece la Matemática en Contexto.

- La Matemática en Contexto contempla espacios de trabajo en equipo y trabajo individual, como es necesario en un estudiante universitario.
- Con la Matemática en Contexto se desarrollan habilidades del pensamiento, una matemática para la vida, una matemática contextualizada y competencias matemáticas de las profesiones, entre otras más, abarcando las problemáticas que enfrenta la TMCC.
- Con la Matemática en Contexto se abordan las problemáticas de la TMCC desde diferentes ángulos y la interacción entre éstos, lo que da una perspectiva integral al abordaje de estas problemáticas.
- La Matemática en Contexto trabaja con eventos contextualizados de la realidad del alumno, los cuales pueden ser problemas, proyectos o estudios de caso, siempre contextualizados en la realidad, que se representa con tres fuentes de contextualización: a) las demás asignaturas que cursa el alumno, dando por resultado eventos contextualizados escolares, los cuales son de la realidad de alumno, b) las actividades profesionales y laborales, que son su futuro inmediato de realidad, c) las situaciones de la vida cotidiana, que representan su realidad presente.
- Los eventos contextualizados son implícitos, es decir, a los estudiantes no se les dice qué hacer, ellos deben entender el evento para saber qué buscar y cómo proceder. Con los eventos contextualizados se trabaja con la interdisciplinariedad.

- La implementación de los eventos contextualizados es gradual, se inician los primeros semestres con problemas en el contexto de las asignaturas de la profesión, se continúa en los siguientes semestres con proyectos y en los últimos semestres, según sea la profesión se finaliza con estudios de caso; asimismo, para las ingenierías en los últimos semestres se incorporan proyectos contextualizados que se obtienen de las industrias del área de trabajo de los futuros egresados.

Con lo expuesto, el lector, se puede dar cuenta de las diferencias entre los métodos didácticos mostrados y la Matemática en Contexto. Se insiste a continuación en estas diferencias para cada propuesta.

NO es Enseñanza Situada, la diferencia es que la Matemática en Contexto es para jóvenes, no niños. Además, los jóvenes requieren de un aprendizaje en equipos colaborativos, pero también de un espacio individual.

NO son Matemática Aplicada, las diferencias con la Matemática en Contexto se considera que quedan claras de acuerdo a lo expuesto.

NO es Resolución de Problemas, las diferencias están en que los eventos contextualizados de la Matemática en Contexto se presentan en escenarios de la realidad del estudiante, no problemas matemáticos, que resultan ser abstractos para los alumnos, además, los eventos contextualizados son implícitos, porque los alumnos tienen que leer el evento para saber qué se quiere y en consecuencia qué tienen que hacer. También, en la Matemática en Contexto los eventos contextualizados forman parte de la didáctica, no son adicionales a la didáctica, además, no se aplican todo el tiempo porque existen temas que no son contextualizables, de ahí que la Matemática en Contexto contemple dos ejes rectores que son la contextualización y la descontextualización, de esta forma se pretende que no existan huecos en el conocimiento del alumno.

NO es Aprendizaje Basado en Proyectos, las diferencias principales se observan en la forma de aplicación en la educación superior, ya que la Matemática en Contexto al incluir problemas, proyectos y estudios de caso, puede graduar el trabajo de los estudiantes, incluyendo los eventos contextualizados, según sea la profesión y según sea el semestre que cursan los alumnos. Además los proyectos que incluyen los eventos contextualizados son proyectos reales de la industria.

Para finalizar con este concepto es de suma importancia mencionar que *La Matemática en Contexto ha incorporado dos elementos*, uno sobre la teoría de Vygotsky (1978) en relación al **trabajo en equipo** y el otro, de la propuesta de Resolución de Problemas que plantea Schoenfeld (1985) y Santos (1997) que son los puntos en relación a **las heurísticas, la metacognición y las creencias** que se requieren para la resolución de los eventos contextualizados.

4. 1. 7 Eventos contextualizados

Los eventos contextualizados se definen como problemas, proyectos o estudios de caso que se comportan como entes integradores de las disciplinas, donde hay tres fuentes de contextualización ya descritas: las demás asignaturas que cursa el estudiante, las actividades de la vida laboral y profesional y, las situaciones de la vida cotidiana.

Es importante dejar establecido que los eventos contextualizados no son ejercicios, no son problemas ni proyectos *rutinarios*. Sí son problemas o proyectos que deben causar un

conflicto cognitivo al leer el enunciado y también deben motivarlos e intrigarlos para querer continuar con la tarea. Los eventos contextualizados son implícitos, porque nadie le dice a los alumnos qué deben hacer, ellos lo deben identificar al entender el evento (Camarena, 1995). Ejemplos de eventos contextualizados pueden localizarse en las siguientes referencias: Accostupa (2009), Bianchini *et al.* (2017, 2019), Camarena (1987; 1993, 2003), Camarena *et al.* (2012), García (2000), Gomes *et al.* (2017, 2019), Hernández (2009), Lima *et al.* (2018, 2019a), Muro *et al.* (2002), Neira (2012), Sauza (2006), Suarez *et al.* (2000), Vite (2007).

Un ejercicio es una situación en donde la persona puede solucionarlo con solo repetir un proceso conocido o de manera inmediata saber cómo solucionarlo, es decir, no le causa un conflicto cognitivo. Esto deja ver que los problemas o proyectos, en algunos estudiantes les causará un conflicto cognitivo, pero en otros no lo será, siendo un ejercicio para ellos.

A través de los eventos contextualizados se establece la interdisciplinariedad, en la Matemática en Contexto, porque los conceptos no están aislados, están constituidos en forma de red y mantienen relaciones entre ellos, de ahí la complejidad de la interdisciplinariedad (Camarena, 2001). Además, parafraseando a Sánchez (1993), la división entre asignaturas provoca formas de autismo intelectual, porque impide ver la variedad de interacciones que se vinculan en la realidad. La interdisciplinariedad impide la ruptura de fronteras entre disciplinas, de esta forma, el aprendizaje se logra con la mediación de los eventos contextualizados.

4. 1. 8 Competencias matemáticas de la profesión

Al igual que una matemática contextualizada es uno de los conceptos centrales de la TMCC, las competencias matemáticas de la profesión también lo son. De esta forma, este concepto se ha dejado al final para explicar el porqué no se da su conceptualización en este espacio, ya que el término competencias es muy complejo y tiene una gran variedad de conceptualizaciones, se requiere un gran espacio para abordarlas, por lo mismo que se ha dejado para el Capítulo 4 de este libro.

4. 2. LAS PROPOSICIONES

4. 2. 1 Las proposiciones de la TMCC

Con la mente centrada en la línea de pensamiento de los investigadores de la Matemática Social y la línea de pensamiento de la TMCC se construyen las proposiciones de la TMCC.

Las proposiciones de la TMCC son las cinco Fases de la teoría que la determinan, son las mismas que se mencionaron en el Esquema 3.1, las cuales hacen presencia en el ambiente de aprendizaje.

La determinación de las Fases responde al estudio integral del objeto de estudio, proceso didáctico que representa un tema complejo que se conforma de elementos interrelacionados entre sí y que el análisis de las problemáticas se aborda desde diferentes aristas y desde la interacción de las Fases:

- Fase Cognitiva, dedicada a las problemáticas de los alumnos, como por ejemplo sus dificultades, sus creencias, como se establece su aprendizaje de una matemática en contexto, identificación de sus nociones previas, entre mucha más.
- Fase Docente abocada a los docentes, su preparación para trabajar con una matemática contextualizada, sus creencias, sus falsedades científicas, entre otros (Camarena, 2013b).

- Fase Didáctica la cual permite establecer la interacción de estudiante con estudiante y de docente con estudiantes, por la dinámica que se desarrolla con la didáctica de la Matemática en Contexto.
- La Fase Curricular donde se desarrolla el currículo de los programas de matemática de acuerdo a la profesión con la consistencia entre las demás Fases y al mismo tiempo se establece interacción entre el currículo de matemática y los estudiantes, así como entre el currículo de matemática y los docentes.
- La Fase Epistemológica que permite analizar el conocimiento que se pretende construya el alumno, para ofrecer una matemática contextualizada, es decir, se establecen las articulaciones entre matemática y profesión.

4. 2. 2 Relación entre las proposiciones

Las cinco Fases son *ajenas entre sí*, una dedicada al estudiante (Fase Cognitiva), otra a los docentes (Fase Docente), otra más centrada en la didáctica con una Matemática en Contexto (Fase Didáctica), otra enfocada al diseño curricular que permite diseñar programas de estudio con la articulación entre matemática y profesión (Fase Curricular), finalmente la fase donde se analiza y diseña contenido matemático contextualizado (Fase Epistemológica).

Se puede observar que las dimensiones de estudio de cada Fase son excluyentes unas a otras, sin que esto signifique que no puedan interactuar entre sí. De hecho, están relacionadas entre sí, como se puede ver a continuación, donde se muestra, aunque de forma trivial, pero esto da una idea de las relaciones entre Fases que *están relacionadas, aunque sean excluyentes*.

La Fase Cognitiva se relaciona con la Fase Didáctica para lograr la construcción del conocimiento del alumno, asimismo la Fase Docente se relaciona con la Cognitiva a través de la preparación del docente en una matemática contextualizada. Asimismo, impera un currículo que permita la vinculación entre asignaturas con la matemática, lo cual se logra a través de la Fase Curricular, la Fase Epistemológica es el área que establece y diseña la relación entre contenidos curriculares.

La Fase Didáctica interactúa con la Fase Docente, porque les ofrece la didáctica que van a emplear. Asimismo, la Fase Didáctica se relaciona con las Fases Curricular y Epistemológica, porque estas últimas desarrollan las herramientas que se pueden emplear en la didáctica.

La Fase Docente interactúa con las Fase Curricular y Epistemológica, igual que con la Didáctica porque permite que el docente pueda trabajar con un currículo que integra matemática con la profesión y pueda contar con materiales de apoyo de la Fase Epistemológica.

La relación entre las Fases Curricular y Epistemológica se establece con los contenidos curriculares, sin embargo, son excluyentes entre sí, ya que la curricular sólo se dedica al diseño del currículo de matemática en la profesión y la epistemológica al diseño de material de trabajo, donde se cuenta con contenidos matemáticos vinculados con la profesión y se identifican eventos contextualizados.

El hecho de que las Fases que están en el ambiente de aprendizaje interactúen entre sí, permite ver que se presenta una *visión sistemática* en el ambiente de aprendizaje, es decir, en todos los casos están las proposiciones relacionadas entre sí y excluyentes, las cuales intervienen para abordar las problemáticas de la enseñanza y aprendizaje de la matemática desde cada Fase y desde la interacción de las Fases, esto en una profesión donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, la matemática no es el objeto de estudio.

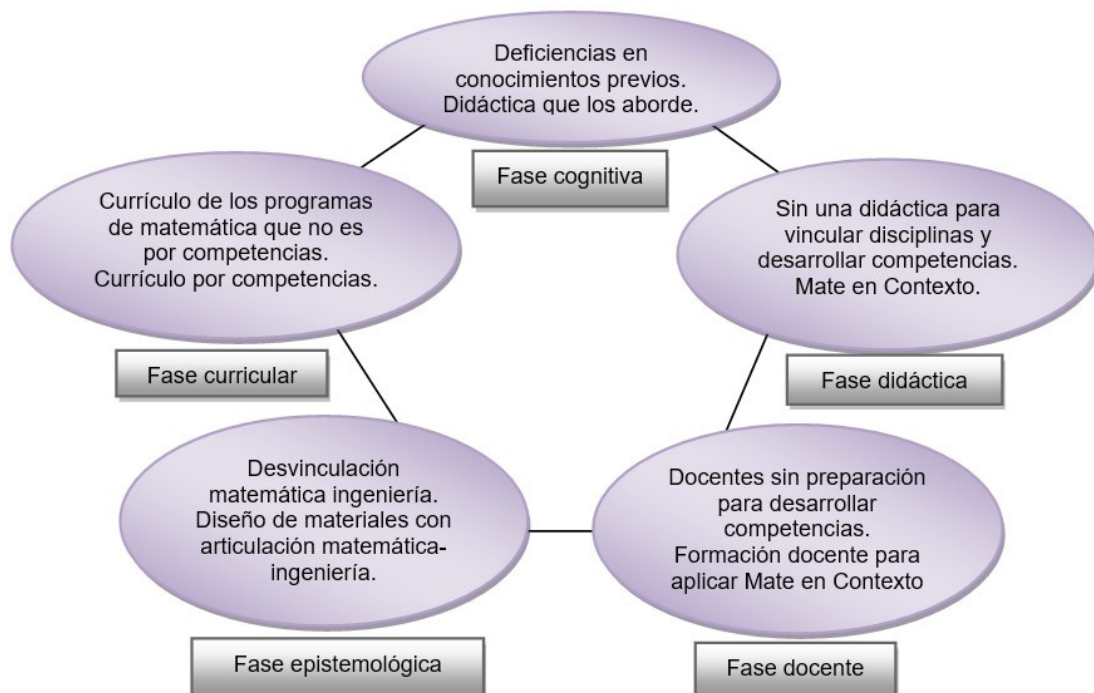
4. 3. DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO BAJO LA TMCC

El fenómeno que aborda la TMCC, son las problemáticas que subyacen en el ambiente de aprendizaje de la educación superior, donde la matemática no es el objeto de estudio. Cabe hacer mención que los procesos de enseñanza y aprendizaje están influenciados e inmersos en un ambiente no tangible de tipo social, cultural, económico, político y emocional, entre otros (Camarena, 2016a). Las problemáticas se abordan desde cada una de las cinco Fases y la interacción entre ellas.

Se entiende por Ambiente Social, cuando, al menos, hay interacción de cualquier tipo entre al menos dos personas. Ambiente cultural, siempre está presente, pero se hace evidente cuando la cultura de los participantes hace presencia en el ambiente de aprendizaje, para una mejor comunicación o para la obstaculización de la comunicación. Ambiente económico, siempre está presente, se detecta físicamente a través del tipo de instalaciones, equipos, etc. que se encuentran en la escuela, y se hace evidente cuando las condiciones económicas de los participantes, apoyan u obstruyen las actividades de aprendizaje que realizan, por ejemplo, por no tener acceso a cualquier tipo de bibliografía o no tener la posibilidad de tener computadora propia y conexión a Internet, entre otros. Ambiente político, cuando las políticas de la institución no favorecen a que se pueda trabajar de forma interdisciplinaria. Ambiente emocional, siempre está presente, pero se hace evidente cuando un participante expresa de alguna forma sus emociones, lo que puede apoyar, obstaculizar o ser ignorado para las actividades que realiza.

Así, la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias a través de las cinco Fases permite mirar la problemática en el ambiente de aprendizaje desde diferentes aristas, la TMCC enfrenta estas problemáticas desde cada Fase de la misma y desde la interacción de ellas, ver Esquema 3.5. A continuación se detallan las Fases para una mejor visión del fenómeno y su abordaje por la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Cabe mencionar que cada Fase posee un marco de fundamentos, metodologías y procesos que le permiten realizar investigaciones científicas. En relación al marco de fundamentos se tienen autores como los siguientes: Fase Didáctica, Ausubel, Vygotsky. Fase Cognitiva, Bruner. Fase Curricular, Díaz, Tyler.

La Fase Curricular incluye un proceso metodológico para el diseño de programas de estudio de matemática en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, donde no se formarán matemáticos; se denomina metodología DIPCING. Su fortaleza radica en contar con una matemática acorde a las necesidades de la profesión en donde se inserta (Camarena, 1984; Lima et al., 2016b).



Esquema 3.5: Ejemplificación de problemáticas que hacen presencia en cada Fase en el ambiente de aprendizaje y elementos de propuesta de la TMCC.

La Fase Epistemológica, permite construir materiales donde la matemática se articula con la profesión de los estudiantes. Incluye un proceso metodológico para el análisis de textos. Entre otros, contempla un constructo teórico que da continuidad a la transposición didáctica (Chevallard, 1991), se trata de la *transposición contextualizada* (Camarena, 2001), la cual muestra que el conocimiento matemático aprendido en el aula, no siempre es aplicado en la profesión tal como fue enseñado, sino que tiene que sufrir una transformación para que se pueda aplicar.

La Fase Didáctica posee un modelo didáctico denominado MoDiMaCo, a través del cual se desarrollan las competencias matemáticas de la profesión necesarias para que el futuro profesionista esté capacitado para enfrentar su actividad profesional y laboral en relación a la matemática y la vinculación de la matemática con su profesión (Camarena, 1999). El primer bloque de MoDiMaCo es el del accionar en el aula, donde se trabaja con la didáctica de la Matemática en Contexto y se cuenta con un proceso metodológico para su implementación en el ambiente de aprendizaje.

La Fase Docente, entre sus investigaciones, cuenta con el estudio y diseño de una especialidad en Docencia de la Ingeniería Matemática en Electrónica, que permite actualizar al profesor tanto en matemática como en la vinculación de esta con la ingeniería. Cuenta con cuatro categorías cognitivas: conocimiento sobre los estudios de la profesión donde se labora, conocimiento sobre la vinculación de matemática e ingeniería, conocimiento sobre el uso de tecnología electrónica como herramienta cognitiva en el aprendizaje del estudiante y, conocimiento acerca del proceso de enseñanza y de aprendizaje de la matemática (Camarena, 1990; Gomes et al., 2017; Lima et al., 2019, Bianchini et al., 2019).

La Fase Cognitiva, a través de procesos metodológicos, investiga sobre las estructuras cognitivas del estudiante, sus representaciones mentales cuando estudia una matemática contextualizada, determinando que el estudiante construye conocimientos estructurados e integrados y no fraccionados, logrando con ello estructuras mentales articuladas (Camarena, 1999). Además, con la didáctica de la Matemática en Contexto, se diagnostican los conocimientos previos y las competencias de los estudiantes para hacer las adecuaciones necesarias, y que el alumno pueda construir su nuevo conocimiento.

Concluyendo, el fenómeno se refiere a las problemáticas sobre el aprendizaje y la enseñanza de la matemática en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma. La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, las aborda desde cada Fase de la teoría y desde la interacción de estas, porque se trata de redes conceptualizadas de relaciones y, la TMCC tiene una visión sistémica.

4. 4. EXPLICAR EL PORQUÉ DEL FENÓMENO BAJO LA TMCC

Sánchez (1993) señala que los conflictos educativos no se encuentran uno al lado de otro, ni aislados entre sí, por el contrario, un conflicto existe en el ámbito educativo cuando es la consecuencia de otra situación que no ha sido resuelta.

Las problemáticas que se han presentado en el ambiente de aprendizaje están constituidas como un entramado de factores que intervienen en el ambiente de aprendizaje y muchas veces no son perceptibles al ojo del docente.

El fenómeno es complejo, se trabaja con la interdisciplinariedad, a través de los eventos contextualizados se establece esa interdisciplinariedad en la Matemática en Contexto. Un concepto matemático contextualizado adquiere sentido mediante las actividades propias de tal contexto, porque los conceptos no están aislados, están constituidos en forma de red y mantienen relaciones entre ellos, lo que permite ver la complejidad de la interdisciplinariedad (Camarena, 1993, 1987).

Además, la multidisciplinariedad que hace presencia en el ambiente de aprendizaje, hace aún más complejo el problema. Afortunadamente, la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, a través de sus cinco Fases, toma en cuenta todos estos factores complejos para la formación de los estudiantes, para dar respuesta a las demandas de la sociedad y actuar como agente de cambio en el ámbito profesional y laboral, mediante el abordaje de cada Fase y la interacción entre ellas.

4. 5. PREDICCIÓN DE UN FENÓMENO SEMEJANTE BAJO LA TMCC

Para predecir un fenómeno semejante que aún no se ha presentado, se hace necesario hablar de las limitaciones y alcances de la TMCC, lo cual fue mencionado en la sección 3. 1 del capítulo anterior, como un ingrediente que le da carácter científico a la teoría.

4. 5. 1 Limitaciones de la teoría

Es claro que las premisas de la teoría, se convierten en limitaciones, porque la TMCC no es aplicable a cualquier profesión ni a cualquier nivel educativo.

La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias se limita a trabajar en los niveles educativos medio básico (secundaria), medio superior (bachillerato) y nivel universitario; es decir, se excluye la educación básica (primaria). De igual forma, la TMCC se limita a tra-

bajar en profesiones en donde no se van a formar matemáticos, en general en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma.

La teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, en muchos países donde los currículos de los niveles medio básico (secundaria) y medio superior (bachillerato) son diseñados de forma única, se limita la aplicación de su Fase Curricular, porque los docentes no tienen la oportunidad de hacer modificaciones en los programas curriculares.

4. 5. 2 Alcances de la teoría

La teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias al estar vinculada con otras ciencias que se ofrecen en las carreras profesionales, permite al grupo interdisciplinario de investigación observar las semejanzas y diferencias entre las diversas Fases de la teoría y las ciencias con que se vincula, específicamente con las ciencias básicas de física, química, biología, etc. donde éstas son fundamento científico para las profesiones, no son una meta por sí mismas. Situación que lleva a ampliar la teoría para estas áreas del conocimiento estableciéndose la teoría de las Ciencias en Contexto; siendo parte de los alcances de la TMCC (Camarena, 2013a; 2016b). Además, en el modelo académico y la didáctica de la Educación en Línea del Instituto Politécnico Nacional de México, la didáctica de las Ciencias en Contexto ha quedado incluida como parte de los lineamientos a seguir para el diseño y aplicación de cursos en línea.

De esta forma la TMCC se extrapola a las Ciencias en Contexto, no sólo se trabaja con la matemática contextualizada, sino que los investigadores de esas asignaturas las trabajan estableciendo la vinculación de su asignatura con las demás ciencias. Luego, ellos trabajan física en contexto, química en contexto, biología en contexto, teoría electromagnética en contexto, teoría de circuitos eléctricos en contexto, economía en contexto, administración en contexto, etc.(Camarena, 2011).

La metodología DIPcing para diseño de programas de estudio de matemática se ha usado para diseñar programas de estudio de otras asignaturas y de otras profesiones. Como se ha comentado, la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias se genera en las ingenierías y se ha extendido a otras profesiones como la administración, la economía, la biología, la bioquímica, la física, la química, la arquitectura, la psicología, entre otras, siendo parte de los alcances de la TMCC (Camarena, 2013a). Asimismo, TMCC nace en el nivel universitario y se está llevando hacia los niveles educativos anteriores.

4. 5. 3 Predicción de un fenómeno semejante bajo la TMCC

Para un fenómeno semejante a los que aborda la TMCC, se puede predecir que la misma funciona siempre y cuando el fenómeno educativo no incluya algunas de las limitantes que se han mencionado.

Asimismo, al igual que para cualquier didáctica, se puede predecir que la didáctica de la Matemática en Contexto tendrá fallas si el docente no está preparado en esta didáctica o, los estudiantes tienen problemas en sus prerrequisitos previos y otro obstáculo es que el diseño de los materiales no esté de acuerdo a la didáctica usada, que para el caso de la Matemática en Contexto, se refiere a que los eventos contextualizados no cumplan con los requisitos que los determinan.

Las secciones desarrolladas permiten verificar que de acuerdo a la concepción semántica de teoría científica, la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias es una teoría científica.

5. Repercusiones de la TMCC en el ambiente de aprendizaje

La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias para implementarse en el ambiente de aprendizaje, requiere de la modificación de muchas concepciones; entre las más relevantes destacan el currículo, la didáctica, la práctica docente, el rol de estudiante y la evaluación de los aprendizajes.

El currículo debe manejar contenidos interdisciplinarios, no puede ser un currículo por asignaturas. La didáctica de la Matemática en Contexto, como se ha mencionado, requiere de trabajo interdisciplinario, con estudiantes activos que participan en equipos colaborativos y el profesor es un guía en su aprendizaje. La evaluación de los aprendizajes es constante para seguir los avances de los alumnos en todas sus áreas, además no se construyen conocimientos a través de un solo evento contextualizado.

Con lo anterior, la práctica docente no es la tradicional, el profesor debe incursionar en contenidos interdisciplinarios, principalmente para la construcción y aplicación de los eventos contextualizados, no se trata de que sólo conozca de su asignatura, sino de ésta y las asignaturas que se vinculan con ella. Esto demanda de una formación especial por parte del docente.

6. El ambiente de aprendizaje y la TMCC: un sistema complejo

De acuerdo a la definición obtenida sobre sistema complejo, para la Matemática Social un *sistema complejo* es aquel que primero cumple con las características de sistema y además, es aquel cuyo grado de conectividad es "grande" y que no son lineales estas interacciones, además, se trata de sistemas que son abiertos, es decir, que existe permeabilidad del medio ambiente circundante.

Así, primero se ve que el ambiente de aprendizaje y la TMCC son un sistema, para después pasar a que éste es un sistema complejo. Para el análisis se vuelve a la concepción de sistema en la Matemática Social, la misma que se localiza en la sección 2. 3 del capítulo anterior y a la letra dice:

"Las características de un sistema para la Matemática Social, establecen que para una situación dada intervienen varios subsistemas que interactúan entre sí, todos con todos al mismo tiempo, no de forma aislada, para establecer el comportamiento del sistema que conforman. Entonces si un subsistema tiene variaciones el comportamiento del sistema se altera, *aunque con diferentes niveles de comportamiento*; en este comportamiento algunos subsistemas ejercen mayor influencia que otros, no son igualmente importantes, dependiendo del tipo de respuesta esperada del sistema. Para tener determinado el sistema se deben definir los subsistemas, así como las interacciones entre ellos y el grado de conectividad. Para una respuesta esperada del sistema, es necesario conocer cómo se encuentran los subsistemas en ese momento, esta situación conduce a que un sistema se puede medir por instantes o intervalos de tiempo, no de forma general, asimismo, para analizar un sistema y ver cómo afectan los cambios en un subsistema se deberán dar las suposiciones o la forma de controlar las variables que intervienen en los demás subsistemas."

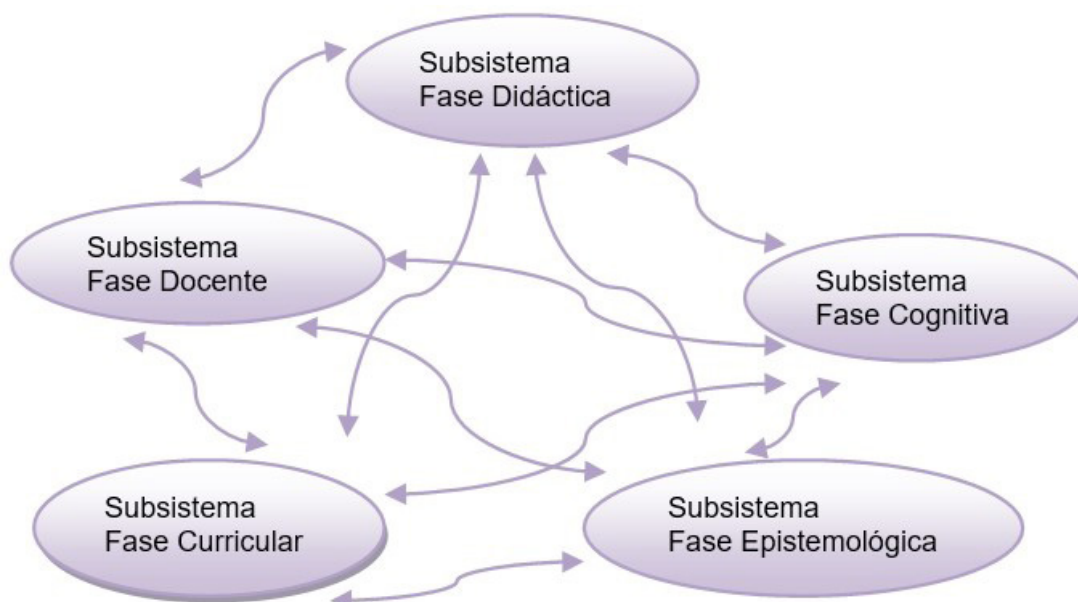
Del primer enunciado de la concepción de sistema, se tiene que en el ambiente de aprendizaje hacen presencia las cinco Fases que conforman la teoría, cada una de éstas se constituyen como un subsistema del sistema total, donde se ha visto que interactúan todos

los subsistemas entre sí, todo el tiempo, las problemáticas están entrelazadas y de igual forma sus procesos de abordaje, lo que establece el comportamiento del sistema.

El segundo enunciado de la concepción de sistema, es un enunciado que también se cumple en el ejemplo anterior, porque si se abordan o modifican las problemáticas de uno de los subsistemas, cambian las demás Fases, además, el intrincado conjunto de problemáticas es bastante complejo como para que se puedan resolver los problemas de una Fase sin que intervengan las demás. Por otro lado, se ha observado en la sección 4. 5. del capítulo anterior referente al análisis de las problemáticas particulares, el papel preponderante que juega la Fase didáctica en el ambiente de aprendizaje, lo que lleva a que este subsistema tenga mayor influencia en los demás subsistemas y tenga más impacto en la respuesta del sistema.

Para el tercer enunciado de la concepción de sistema, se tiene en la descripción de la teoría en la sección 4. 2. las proposiciones, las cuales son los subsistemas que ahí se definen, así como sus interacciones, donde se pueden contar el número de interacciones para establecer el grado de conectividad, en este caso es 10, como se muestra a continuación.

Se puede observar que son diez las flechas del esquema que establecen la interacción, lo que determina el grado de conectividad.



Esquema 3.6: Interacciones entre las Fases de la TMCC.

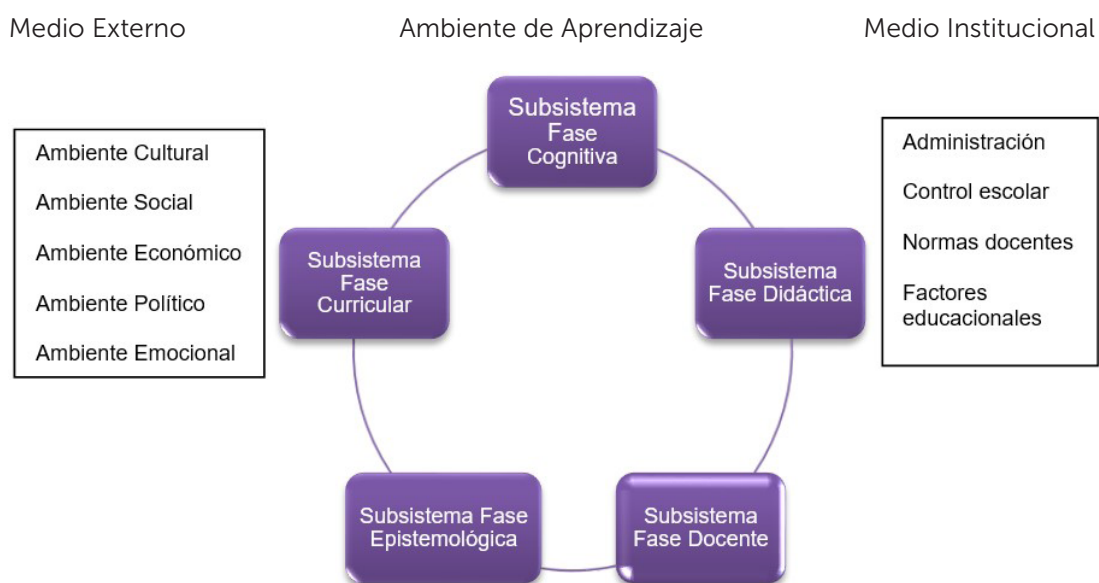
Para el cuarto y último enunciado de la concepción de sistema, efectivamente hay que conocer cómo se encuentran los subsistemas para una respuesta esperada del sistema, porque depende de cómo son los efectos en las problemáticas de cada Fase que se estén abordando en ese momento para la respuesta del sistema. Asimismo, el intervalo de tiempo, puede variar, de semestre a semestre, porque pueden ser estudiantes distintos, en cuyo caso habrá algunas modificaciones en las problemáticas, aunque tal vez sean sutiles. De igual forma el intervalo de tiempo puede variar de tema a tema del programa de estudio, ya que no todos los temas son de igual grado de dificultad, y también pueden existir otras variantes que modifiquen los intervalos de tiempo.

Finalmente, en el análisis y evaluación de los métodos o procesos que se estén llevando a cabo del sistema, es importante mencionar que la multidisciplinariedad que coexiste hace casi imposible poder separar las problemáticas para que puedan ser abordadas por cada uno los subsistemas. De esta forma, se realizan análisis interdisciplinarios para abordar las problemáticas sin incidir específicamente en una disciplina, sin embargo, cuando se considere necesario se toman constructos o métodos de alguna disciplina y se mencionan en los resultados de la investigación precedente.

Con lo anterior se muestra cómo la TMCC en el ambiente de aprendizaje satisface los lineamientos para ser conformados como un sistema. Lo que se requiere en seguida es verificar que se trata de un sistema complejo, es decir, que el grado de conectividad es grande y que no son lineales estas interacciones, además, se trata de sistemas que son abiertos, es decir, que existe permeabilidad del medio ambiente circundante.

El grado de conectividad es diez, lo que se considera grande para cinco subsistemas, además estas interacciones no son lineales ya que interactúan unos con otros todo el tiempo, como se observa en el Esquema 3.6.

Se había mencionado en la sección 2. 1. del capítulo anterior, que un sistema abierto es aquel que es permeable al medio ambiente en que se encuentra inmerso, es decir, que ese medio afectará su funcionamiento.



Esquema 3.7: Sistema Complejo de la TMCC en el ambiente de aprendizaje.

El sistema en estudio está inmerso en dos mundos o dos medios que son el medio externo y el medio interno. El medio externo se refiere a que en el ambiente de aprendizaje hacen presencia ambientes de tipo cultural, social, económico, político, emocional, como fue expuesto en la sección 4. 3. sobre la descripción del fenómeno bajo la TMCC. Mientras que en el medio interno, también denominado ambiente institucional, hacen presencia factores de tipo administrativo, elementos del área de control escolar, elementos sobre las normas docentes, factores educacionales, como el currículo de la profesión establecido con otro modelo académico, la didáctica perseguida por la institución, entre otros.

De esta forma, el ambiente de aprendizaje y la TMCC determinan un sistema complejo que permite abordar las problemáticas de forma sistémica, no aislada.

7. Conclusiones

A manera de conclusión, se resume que la teoría científica de la Matemática en el Contexto de las Ciencias está formada a través de cinco Fases: Didáctica, Curricular, Docente, Epistemológica y Cognitiva, las mismas que permiten mirar las problemáticas del ambiente de aprendizaje desde diferentes aristas y abordar estas problemáticas desde cada Fase y desde la interacción de las Fases, dando por origen un sistema complejo.

La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias posee una línea de pensamiento que guía los pasos para el desarrollo de cada Fase y enfocada en el paradigma que establece "los conocimientos nacen integrados". Esta línea de pensamiento se centra en trabajar con una matemática contextualizada y el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión, para que el futuro egresado pueda dar respuesta a las demandas de la sociedad, en sus ámbitos, profesional, laboral y de la vida diaria.

El otro elemento de importancia sobre la TMCC es que ésta es una teoría científica educativa, de acuerdo a la concepción semántica construida a través de los conceptos de varios investigadores. Aquí se describen los conceptos que caracterizan a la TMCC, las proposiciones que trabaja y las relaciones entre éstas, para pasar a verificar que la TMCC describe fenómenos, explica el porqué del fenómeno y predice fenómenos semejantes.

Con la descripción de la TMCC, se mencionan las repercusiones que tiene en el ambiente de aprendizaje, se requiere un currículo de programas de matemática interdisciplinaria con la profesión, la didáctica necesita de trabajo interdisciplinario y la práctica docente es imperativa de profesores con una preparación para el trabajo interdisciplinario, entre otros. Finalmente se desarrolla la justificación de que el ambiente de aprendizaje y la TMCC, constituyen un sistema complejo.

CAPÍTULO 4

COMPETENCIAS MATEMÁTICAS DE LAS PROFESIONES EN LA MATEMÁTICA SOCIAL

1. Introducción

El presente capítulo aborda el concepto de competencias matemáticas, sin embargo, de acuerdo a la línea de pensamiento de la Matemática Social, esto no es suficiente, ni lo que se busca, se trata de determinar las competencias matemáticas de la profesión donde se esté trabajando. Con la Matemática Social, siempre se aborda una matemática con una función específica en la futura profesión del estudiante, porque son profesiones en donde no se van a formar matemáticos y se trata de construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella. Así, el objetivo del capítulo es:

Construir la concepción semántica de competencias matemáticas de la profesión en la Matemática Social, para que los estudiantes puedan tener una formación por competencias donde se vincule la matemática con la profesión y les permita dar respuesta a las demandas de la sociedad, en todos los ámbitos sociales y que su actuar sea en bien de la sociedad y de sí mismo.

El capítulo aborda las secciones que dan cuenta del origen de las competencias, cómo se caracterizan, cómo se construye la concepción semántica de competencias y lo que son las competencias matemáticas de la profesión. Para continuar con la clasificación de competencias profesionales, así como de las competencias matemáticas de las profesiones, dando ejemplos que muestran estas clasificaciones y sobre todo ejemplos identificados con la metodología DIPCING sobre las competencias matemáticas de las profesiones dentro de la Matemática Social.

2. Origen de las competencias

La influencia de la tecnología electrónica en el siglo actual, en particular la referente a la información y comunicación, ha logrado englobar al mundo en el que se vive a través de la Internet, de tal forma que una de las características principales de este siglo es la globalización en la que se está inmerso, la cual requiere de individuos preparados para enfrentar

los retos que la sociedad le demanda. Para que un país sea competitivo dentro de la globalización se requiere de políticas nacionales específicas, que a su vez se enmarquen en políticas internacionales, las cuales permitan el desarrollo social, económico y político del país, así como del desarrollo creciente del conocimiento tecnológico y científico (Ocampo et al., 2011). Estas políticas nacionales, tienen incidencia en las Instituciones de Educación Superior, ya que los egresados de este nivel educativo tienen gran influencia en el desarrollo económico y el crecimiento sostenido de un país (Ocampo et al., 2011).

Ibarrola (2014) expresa que en este siglo uno de los fenómenos que afectan a todos los países es la globalización de la economía y las profundas transformaciones en la organización social del trabajo, derivados de los notables avances tecnológicos; describe que hay tendencia a disminuir el número de personas necesarias para realizar las funciones y cumplir con los procesos necesarios; asimismo, desaparecer la seguridad en el empleo, la seguridad en un trabajo para toda la vida y en una misma empresa. También, dice que:

El futuro laboral se anticipa diferente y muy complejo en varios sentidos: en el contenido de las actividades y ocupaciones; en las relaciones del trabajo dentro de las empresas; en trayectorias laborales de los individuos; en las estructuras del empleo; en condiciones laborales y en la composición demográfica de la fuerza de trabajo (Ibarrola, 2014).

En particular insiste Ibarrola (2014) en que se requiere una formación que incluya un alto sentido ético, puesto que la mayor parte de las decisiones laborales estarán ligadas al uso adecuado de los recursos del planeta y respeto al medio ambiente, entre otros.

En el documento intitulado: Competencias laborales e ISO (2007) se menciona que las competencias profesionales y laborales han ido surgiendo como un marco de referencia para la administración y desarrollo del personal para las organizaciones de hoy, en las que el proceso de adaptarse a los cambios del entorno se representa como un factor determinante y es una condición que da la pauta para el crecimiento y desarrollo de las organizaciones.

Entonces, ante la globalización que se genera por el desarrollo de las tecnologías de la comunicación e información, la pregunta que se puede formular a partir de estos hechos es ¿qué enfrenta el ciudadano del siglo XXI ante este mundo globalizado?

La comunicación entre individuos es cada vez más fácil de lograr, de manera tal que los estudiantes son más pasivos y aislados, prefieren estar en comunicación con su celular o tableta electrónica que salir a jugar con amigos como se hacía antes, esta situación se presenta desde la niñez, esto sin mencionar que sucede con los adultos. La socialización ahora se da a través de los medios electrónicos. Asimismo, se pueden observar diferentes valores y actitudes entre personas de distintos países. Este fenómeno ha estado generando que en particular los jóvenes cambien de valores; puede ocurrir que les cause risa el ver que algún ser vivo está en peligro.

En la Web se encuentra mucha información, el problema es que no toda es confiable y se debe enseñar a los estudiantes cómo diferenciarla. Pero esto mismo hace que los estudiantes cuenten con aprendizajes fuera del aula, que el docente no toma en cuenta en sus cursos. Con la tecnología electrónica los estudiantes se motivan para los aprendizajes con que están tratando, ya sea a través de juegos interactivos o dinámicas que pueden realizar; de esta misma forma ellos pueden fijar su atención, situación distinta a lo que generalmente acontece en el aula.

Por otro lado se cuenta con los lineamientos que ofrece la UNESCO. Donde menciona que en la actualidad la educación debe de ser concebida con un profundo sentido holístico y no como la sola adquisición de conocimientos. El desarrollo global de cada persona debe

incluir desde el punto de vista educativo: su inteligencia, su mente, su cuerpo, sus emociones, su sensibilidad y su apreciación de la vida, entre muchos otros factores.

La educación en el siglo XXI asume nuevas obligaciones y al mismo tiempo ofrece recursos sin precedente. En este sentido la educación deberá ser masiva y eficaz, más conocimientos teóricos y técnicos y hallar y definir orientaciones que no permitan perderse en las corrientes de información. Así, la educación para cumplir su misión se debe estructurar en base a cuatro pilares: *aprender a conocer*, *aprender a hacer*, *aprender a vivir* y *aprender a ser* (Delors, 1996).

Aprender a conocer implica el dominio de los instrumentos del saber, aprender a conocer el mundo para vivir con dignidad desarrollando capacidades profesionales. Poseer una cultura general promueve la apertura a otros lenguajes y conocimientos, esto permite la comunicación con los demás. Asimismo, esto lleva a la apertura a otros campos del saber, que muchas veces la convergencia de diferentes disciplinas es la que genera conocimiento (Delors, 1996).

Aprender a hacer mediante una formación profesional para poder enfrentar las diversas situaciones en los diferentes contextos. Los empleadores exigen ahora un conjunto de competencias específicas para sus colaboradores, no sólo la formación profesional o técnica, también el comportamiento social, la aptitud para trabajar en equipo, la capacidad de iniciativa y la de asumir riesgos. Además de estas exigencias se pueden agregar el empeño personal de los colaboradores para mantenerse como agentes de cambio. La aptitud para las relaciones interpersonales se hace necesaria al desarrollarse cada vez más los servicios. En general se debe adquirir una calificación social y una formación profesional (Delors, 1996).

Aprender a vivir juntos constituye uno de los principales puntos de la actualidad en bien del progreso de la humanidad. La educación debe permitir evitar los conflictos o solucionarlos de manera pacífica fomentando el conocimiento de los demás, desde sus culturas y espiritualidad. Si las relaciones se establecen en un marco de igualdad y se formulan objetivos y proyectos comunes, los prejuicios y la hostilidad permanecen subyacentes generando una participación más pacífica y de amistad. Cuando se trabaja mancomunadamente en proyectos que se alejen de la rutina, disminuyen y hasta desaparecen las diferencias entre las personas. Haciendo que valoren los puntos de concordancia y dando origen a la mutua identificación (Delors, 1996).

Aprender a ser para contribuir al desarrollo global de las personas. Todos los seres humanos deben estar en condiciones de adquirir un pensamiento autónomo y crítico y de elaborar un juicio propio, para determinar por sí mismos qué deben hacer en las diferentes circunstancias de la vida. La educación debe dotar a las personas de saberes intelectuales permanentes que les permitan comprender el mundo que les rodea y conducirse con responsabilidad y justicia. La función principal de la educación es conceder a todos los seres humanos la libertad de pensamiento, de juicio, de sentimientos y de imaginación necesarios para que sus talentos logren la plenitud y puedan construir su propio destino (Delors, 1996).

Los cuatro pilares son fundamentos para toda la vida y en todo lugar. Los sistemas educativos deben replantear reformas que promuevan otras formas de aprendizaje encaminados a que las personas vivan y convivan en un mundo mejor, tal como lo fundamentan estos cuatro pilares de la educación para toda la vida.

Todos estos hechos conducen a la necesidad de preparar para la vida en este mundo globalizado. Se comienza a hablar de que el ser humano sea competente y se incluyen competencias desde el nivel básico hasta el universitario. Se incluyen competencias profesionales, competencias laborales y competencias para la vida, las cuales se vinculan con los propósitos de cada nivel educativo, ver el Esquema 4.1.

Las competencias para la vida se desarrollan en niños que estudian en la formación básica, esto es, primaria y secundaria; son niños que en promedio tiene entre 6 y 12 años de edad, y entre 12 y 15 años de edad, respectivamente. Las competencias laborales se desarrollan en los ciclos escolares de la secundaria y bachillerato, ya que son jóvenes que en muchas ocasiones tienen que dedicarse a trabajar para apoyar a sus familias, ellos son estudiantes que en promedio, para el bachillerato tienen entre 15 y 18 años de edad.

Las competencias profesionales son desarrolladas en bachillerato, así como en la universidad; el primer caso se refiere a una profesión técnica, mientras que en el segundo caso son profesiones universitarias.



Esquema 4.1: Las competencias se relacionan con cada nivel educativo.

Cabe mencionar que en los ciclos educativos indicados es en donde principalmente se desarrollan los tres tipos de competencias descritas, más sin embargo, en los niveles de bachillerato y universidad también se abordan competencias para la vida y competencias laborales, el punto es que lo que principalmente se persigue en estos niveles educativos es el desarrollo de competencias profesionales (Camarena, 2018).

Por otro lado, la educación superior a nivel mundial se encuentra en una etapa de transición, influenciada por las políticas que en este nivel educativo plantean algunos organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés) (2006), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2008) y el Banco Mundial (BM) (2008); políticas que están encaminadas a la formación por competencias en los estudiantes.

La globalización genera la competitividad entre empresas e industrias a nivel mundial, por lo que el medio empresarial tiene la necesidad de contar con personal competente, ya no es suficiente su formación para afrontar los escenarios laborales emergentes por efecto de nuevas formas de ver la economía y por la tecnología digital de producción y administración; se demandan creatividad y conocimiento en el trabajo por encima de las rutinas y la estandarización.

Para Valls (2002), Director del Observatorio de las Competencias Profesionales de Barcelona,

El saber actuar caracteriza al profesional y no se reduce al saber hacer o saber operar. Frente a los azares y a los acontecimientos, frente a la complejidad de las actuaciones, se pide al profesional que no sólo sepa ejecutar en función de lo prescrito, sino que sepa ir más allá. Lo que caracteriza a un profesional es, ante todo, el saber innovar y no el conocimiento rutinario. En las situaciones inéditas, él sabe "qué es lo que hay que hacer", es decir, poner en práctica conductas y actos pertinentes.

3. Caracterización de las competencias

Para el nivel superior, interés de este capítulo, las competencias nacen relacionadas con los procesos productivos en las empresas e industrias, en particular en el campo tecnológico donde el desarrollo del conocimiento ha sido muy acelerado.

Por otro lado, el concepto de competencia comienza a tener mucho auge en la década de los 80, en países como el Reino Unido de la Gran Bretaña, los Estados Unidos de Norteamérica, Australia, Canadá y Francia. Este concepto nace en la industria, en donde requieren capacitar a sus empleados para que sean competentes en las actividades específicas de la industria.

Los egresados no cuentan con las características que debe poseer una persona en esta globalización internacional para ser personas competentes y que las empresas sean competitivas a nivel mundial. Esto lleva a las empresas e industrias a la necesidad de capacitar de manera continua a su personal, independientemente del título, grado o experiencia laboral previos (Camarena, 2011b; Cataño et al., 2004; Gonczy et al., 1996).

De hecho, los reclutadores de aspirantes a ingresar a una industria, reportan las deficiencias en actitudes y comportamientos que son deseables para pertenecer a una industria competitiva en este mundo globalizado. Dicho de otra forma, se buscan egresados competitivos en el ámbito social (profesional, laboral y vida diaria), se requiere que tengan habilidades de comunicación oral y escrita, que sepan trabajar en equipo de forma colaborativa, interdisciplinaria, creativa, con liderazgo, responsabilidad, compromiso, ética, honestidad. Contar con la capacidad de actualización autónoma y constante, de tomar decisiones, de uso eficiente de las tecnologías de la comunicación e información, cultura de la calidad, manejo de otro idioma (Camarena, 2004).

El conocimiento académico de los egresados no es suficiente, se requiere de la integración de habilidades, capacidades, actitudes y valores en el estudiante, como las mencionadas por los reclutadores, para ser un profesionista competente.

De esta forma, el concepto de competencia otorga un significado de unidad e implica que los elementos del conocimiento tienen sentido sólo en función del conjunto. Las competencias implican una visión integral, no reducida al ámbito técnico o disciplinario. El eje principal de la educación por competencias es el desempeño de la persona: lo que hace el individuo cuando lleva a cabo una actividad, usando y manejando de forma integral su saber, en todas sus dimensiones, no el saber aislado (Camarena, 2011b; Bunk, 1994).

Las instituciones educativas se preguntan cómo formar cuadros profesionales que puedan ser competentes en empresas nacionales o internacionales. Esta situación lleva a los investigadores educativos a trabajar en los elementos y características que debe tener un

egresado durante su formación escolar, porque son elementos que no traen consigo los egresados en su formación profesional.

Por otro lado, el auge sobre competencias que se inicia desde finales del siglo pasado, da origen a hablar de calidad de las empresas y calidad de la educación. Asimismo, se genera la constitución de organismos certificadores de competencias específicas en las personas. Por ejemplo, el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER), menciona que la competencia profesional y laboral es la capacidad productiva de un individuo, que se define y se mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral, y no solamente como conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes; éstas son necesarias pero no suficientes por sí mismas para un desempeño efectivo. Este organismo posee varios comités que evalúan como terceros las competencias del individuo; ejemplo de ello es el Comité de Normalización de Competencia Laboral de Gestión de Servicios Educativos otro más es El Comité de Normalización de Competencias Docente.

Desde la perspectiva empresarial se cuenta con las normas ISO. En particular la norma ISO 9000 se conforma por un conjunto de enunciados, los cuales especifican qué elementos deben integrar el sistema de calidad de una empresa y cómo deben funcionar de forma integrada estos elementos para asegurar la calidad de los bienes y servicios que produce la empresa.

De igual forma hay organismos que acreditan las profesiones del nivel superior, así como los posgrados. Hablar de calidad de una carrera profesional es equivalente a hablar de la acreditación de esa carrera por parte de instancias externas. Para este efecto se han creado algunas instancias que acreditan a las carreras del nivel superior. Una de las más reconocidas en México son los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) (2007), instituidos en 1991, sin que signifique que sea la única instancia nacional. En el ámbito internacional, como parte de los acuerdos del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos de Norteamérica, Canadá y México, se tiene la Technology Accreditation Commission (ABET), la cual acredita a carreras profesionales en cualquier país.

Para el caso de los estudios de posgrado específicamente está el CONACYT (2007) en México, quien acredita los estudios de postgrado a través de su incorporación al padrón de excelencia, denominado Programa Nacional de Postgrados de Calidad (PNPC), el cual está conformado por dos vertientes: Padrón Nacional de Postgrados, con dos niveles de calidad: Competencia Internacional y Consolidado. La segunda vertiente es el Programa de Fomento a la Calidad del Postgrado, con dos niveles de calidad: En consolidación y Reciente creación.

El Informe de la Comisión Internacional Sobre Educación, Equidad y Competitividad Económica en América Latina, en esta línea, recomienda el establecimiento de estándares para todo el sistema educativo y la medición en el avance de su cumplimiento a través del desarrollo de un sistema de estadísticas e indicadores educacionales.

4. Construcción de competencia en la TMCC

En la actualidad hay muchos trabajos e investigaciones que giran alrededor del término que se le designa como competencias. Sin embargo, cuando uno lee estos artículos con asombro detecta que los documentos, en su mayoría, no dicen cuál es su concepción de competencias; deduciéndose que consideran que la concepción es única y que el lector tendrá la misma visión que el escritor del artículo. Aunque esto no significa que no existan

definiciones de competencias, más aún, hay autores como Echeverría et al. (1999) mencionando que el concepto de competencias está sometido a procesos de definición y redefinición constante, ya sea a nivel de pequeños matices terminológicos como a nivel del tratamiento diferenciado que se le da en función de cada país.

Ante esta problemática, al querer desarrollar investigación acerca de competencias en el nivel universitario, independientemente del tema a abordar, se ve la necesidad de definir este concepto; de esta forma, a continuación se construye la concepción semántica de competencia en la línea de investigación de la Matemática Social, donde se busca la concepción más idónea que ha de ser adoptada para estar acorde con la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*.

El concepto de competencias es un término polémico, ya que hay varias concepciones de éste, no está unificado su significado y permite varias interpretaciones, que van desde la versión más simple en el marco reduccionista y simplista, hasta la versión constructivista y humanística.

La versión reduccionista y simplista significa formar en competencias matemáticas considerando exclusivamente a la matemática, como asignatura aislada de las demás, es decir, sin tomar en cuenta en donde se ubican, para saber realmente qué se necesita, por eso es importante la línea de pensamiento de la Matemática Social, con ésta todos los propósitos educativos tienen otro matiz. Con el paraguas de la profesión en donde está inserta la matemática, se trata de desarrollar competencias matemáticas, de ahí que se les denomine *Competencias Matemáticas de la Profesión*.

Es importante interpretar que la construcción que se desea sobre competencia es de tipo constructivista y humanística. Es humanística porque toma en cuenta los aspectos humanos de la persona, como los sociales, emocionales, actitudinales y valorables; asimismo, es constructivista porque los estudiantes desarrollan las competencias en un marco de construcción de saberes integrados (Camarena, 2009a). Al respecto, Valls (2002) menciona que la visión constructiva de las competencias muestra un gran potencial gracias a su carácter dinámico y evaluable, ya que pueden ser objeto de una medida objetiva a través de indicadores y resultados.

Es importante mencionar algunas concepciones que tienen mucho que ofrecer para el desarrollo de la educación por competencias, entre éstas se localiza la de Bar (1999), quien menciona: "El término competencias se utiliza para referir a la capacidad de hacer con saber y con conciencia acerca de las consecuencias de ese hacer. Toda competencia involucra al mismo tiempo conocimientos, modos de hacer, valores y responsabilidades por los resultados de lo hecho". También menciona Bar (1999) que: "... si bien la nueva concepción profesional propone el trabajo interdisciplinario, el trabajo en equipo, la responsabilidad compartida y el dominio de la especialización para enfrentar el volumen de conocimientos propios de fin de siglo, la competencia especificadora se refiere a la capacidad de aplicar un conjunto de conocimientos fundamentales a la comprensión de un tipo de sujetos, de instituciones o de un conjunto de fenómenos y procesos, con un mayor dominio de contenidos de las disciplinas y de sus metodologías".

Para Bunk (1994) la competencia es el conjunto de conocimientos, procedimientos, actitudes y capacidades que una persona posee y son necesarias para: "Afrontar de forma efectiva las tareas que requiere una profesión en un determinado puesto de trabajo, con el nivel y calidad de desarrollo requeridos. Resolver los problemas emergentes con iniciativa, autonomía y creatividad. Adaptarse al entorno socio laboral y colaborar en la organización del trabajo". Al mismo tiempo Bunk (1994) menciona que: "...posee competencia profesional quien dispone de los conocimientos, las destrezas y las aptitudes necesarios para ejercer una profesión, para resolver problemas profesionales de forma autónoma y flexible, y para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo".

Cataño et al. (2004) dicen que: "... las capacidades están sujetas a un proceso continuo de desarrollo y perfeccionamiento cuyo resultado es la construcción de habilidades o competencias. En las competencias se integran e imbrican conocimientos y destrezas, así como habilidades cognitivas, operativas, organizativas, estratégicas y resolutivas que se movilizan y se orientan para resolver situaciones problemáticas reales de carácter social, laboral, comunitario, axiológico. En el caso del mundo del trabajo, las competencias son aquellos atributos que permiten a los individuos establecer estrategias cognitivas y resolutivas en relación con los problemas que se les presentan en el ejercicio de sus roles laborales. Las normas de competencia pretenden ser descriptores densos de estas habilidades, conocimientos y criterios de actuación".

Mientras que Gonczi et al. (1996) describen que: "La competencia es una compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño en situaciones específicas. Es una combinación de atributos (conocimiento, actitudes, valores y habilidades) y de las tareas que se tienen que desempeñar en determinadas situaciones".

Echeverría et al. (1999) se refieren a la Competencia de Acción Profesional, la cual es indivisible. Para poder identificar, desarrollar y evaluar esta Competencia de Acción Profesional es necesario dividirla en partes. Cada una de estas partes da un ámbito de conocimiento diferente: "Competencia técnica (saber): tener los conocimientos especializados que permitan dominar, como experto, los contenidos y las tareas vinculadas a la propia actividad laboral. Competencia metodológica (saber hacer): aplicar los conocimientos a situaciones laborales concretas utilizando los procedimientos adecuados, solucionar problemas de manera autónoma y transferir las experiencias adquiridas a situaciones novedosas. Competencia participativa (saber estar): atender al mercado laboral, predisposición al entendimiento interpersonal así como a la comunicación y cooperación con los otros, demostrando un comportamiento orientado al grupo. Competencia personal (saber ser): tener una imagen realista de uno mismo, actuar de acuerdo con las propias convicciones, honestidad, asumir responsabilidades, tomar decisiones y relativizar las posibles frustraciones".

Mientras que para Leboyer (1997): "Las competencias son repertorios de comportamientos que algunas personas dominan mejor que otras. Estos comportamientos son observables en la realidad cotidiana del trabajo. Ponen en práctica, de forma integrada, aptitudes, rasgos de personalidad y conocimientos adquiridos". Asimismo, menciona Leboyer (1997) que las competencias representan la unión entre las características individuales y las cualidades requeridas para llevar a cabo misiones profesionales precisas.

Con las definiciones dadas, a continuación se muestran los resultados de un análisis sobre los elementos que en ellas intervienen para ir aproximándose a la construcción de las competencias en la Matemática Social y la TMCC. Cabe mencionar que se puede consultar, para conocer este análisis, el capítulo denominado: "Concepción de competencias de las ciencias básicas en el nivel universitario", cuya referencia completa se localiza en Camarena (2011b).

4. 1. ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS

Es claro que todas las definiciones pretenden la calidad y eficiencia de las personas en su actividad laboral y profesional y, en consecuencia de los egresados de carreras universitarias y carreras técnicas; es decir, estos elementos conforman el principio rector de las competencias y no están en cuestionamiento. Luego, tomando en cuenta las definiciones anteriores, se lleva a cabo un análisis para determinar los componentes de la definición de competencias que se quiere construir. Se emplea el método de reducciones comparativas. La información se clasifica en categorías que pueden ser palabras, frases, ideas, etc. Una categoría es considerada una noción conceptual que captura y etiqueta patrones.

| AUTOR(ES) | DEFINICIÓN DE COMPETENCIAS | CATEGORÍAS IDENTIFICADAS |
|------------------------------------|---|---|
| Graciela Bar (1999) | Se refiere a la capacidad de "hacer con saber" y con conciencia acerca de las consecuencias de ese hacer. | Capacidad de hacer con saber. Conocimientos, Modos de hacer, Valores, Responsabilidad. |
| Levy-Leboyer (1997) | Repertorios de comportamientos que algunas personas dominan mejor que otras. | Comportamientos, Aptitudes, Rasgos de la personalidad. |
| Bunk (1994) | Conjunto de conocimientos, procedimientos, actitudes y capacidades que una persona posee. | Conocimientos, Procedimientos, Actitudes, Capacidades, Destrezas, Aptitudes. |
| Echeverría, Isus y Sarasola (1999) | Competencia de Acción Profesional constituida por competencia técnica (saber), competencia metodológica (saber hacer) competencia participativa (saber estar) y competencia personal (saber ser). | Conocimientos, Autonomía, Aplicar conocimientos, Predisposición al entendimiento interpersonal, Comunicación, Cooperación, Honestidad, Responsabilidad. |
| Cataño, Avolio y Sladogna (2004) | Atributos que permiten a los individuos establecer estrategias cognitivas y resolutivas en relación con los problemas que se les presentan. | Atributos, Estrategias, Conocimientos, Destrezas, Habilidades, Criterios del actuar. |
| Gonczi (1996) | Compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño en situaciones específicas. | Conocimiento, Actitudes, Valores, Habilidades. |
| CONOCER de México | Capacidad productiva de un individuo, que se define y se mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral. | Conocimientos, Habilidades, Destrezas, Actitudes. |
| INEM de Madrid | Algo más que el conocimiento técnico que hace referencia al saber y al saber hacer. | Conocimiento, Capacidad, Comportamientos, Análisis, Decisión, Transmisión de información. |
| CFCE de Argentina | Conjunto identificable y evaluable de conocimientos, actitudes, valores y habilidades relacionados entre ellos, que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo según estándares utilizados en el área ocupacional. | Conocimientos, Actitudes, Valores, Habilidades. |
| OIT de Brasil | Conjunto de conocimientos y habilidades que permiten a un trabajador obtener un desempeño considerado competente | Conocimientos, Habilidades. |

Tabla 4.1: Categorías identificadas en las definiciones de competencias. Fuente Camarena (2011b).

En este caso las categorías son la colección de características que se asocian a un sujeto, como conocimientos, habilidades, aptitudes, valores, destrezas, actitudes, capacidades u otras características específicas que han sido tratadas en las definiciones, el punto es que los elementos de las categorías sean considerados en los documentos de los autores, como parte de las competencias. Después de realizada esta actividad se tiene como documento de evidencia la Tabla 4.1 en donde se muestra la primera reducción de la información. En la misma se describen las concepciones dadas por los diversos autores, así como las categorías identificadas en cada uno de ellos.

La siguiente reducción consiste en agrupar todos los elementos semejantes para formar nuevas categorías de análisis. Las nuevas categorías de análisis son denominadas componentes de las competencias y llamadas rasgo más representativo de todos los elementos, como se puede observar en la Tabla 4.2. Cabe hacer mención que para el caso de habilidades, de acuerdo a las definiciones del Diccionario de la Lengua Española (2001), se pueden considerar como sinónimos habilidad, aptitud, destreza y capacidad; dependerá del área del conocimiento para elegir la más usada.

| COMPONENTE DE LAS COMPETENCIAS | CATEGORÍAS |
|--------------------------------|--|
| CONOCIMIENTOS | Conocimientos, Aplicar conocimientos, Procedimientos. |
| ACTITUDES | Actitudes, Autonomía, Predisposición al entendimiento interpersonal, cooperación, Comportamientos. |
| HABILIDADES | Habilidades, Autonomía, Comunicación, Destrezas, Estrategias, Capacidades, Capacidad de hacer con saber. |
| VALORES | Valores, Honestidad, Responsabilidad, Comportamientos. |

Tabla 4.2: Componentes de las competencias. Fuente Camarena (2011b)

Llama la atención que todas las concepciones analizadas, aunque en apariencia distan unas de las otras, con este análisis se puede conjeturar que en el fondo tienen mucho en común, tal vez porque todas pretenden la eficiencia y calidad de los profesionistas en su actividad laboral y profesional. Situación que orienta hacia la concepción de competencias que ha de ser tomada. Con lo anterior, la concepción de competencias que de alguna forma es común a los autores tratados, es la que incluye los componentes de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Cabe hacer mención que de acuerdo a la Tabla 4.2 y a las definiciones analizadas, cuando se refieren a conocimientos, principalmente lo que desean es que tengan el conocimiento que requerirán en su vida laboral y profesional, pero no sólo esto, sino que lo sepan aplicar y puedan realizar procedimientos con éste; en este sentido, el realizar procedimientos se relaciona con las habilidades. Desarrollar habilidades sobre la aplicación del conocimiento es importante, pero no solamente esas habilidades son las deseadas, entre éstas se incluyen habilidades de comunicación, de análisis, de autonomía, el hacer con saber, entre otras. Las actitudes que son consideradas, giran en torno a tener predisposición al entendimiento interpersonal, actitud de cooperación, actitud hacia la autonomía, contar

con un “buen comportamiento”; en general, hay muchos otros elementos que pueden ser considerados dentro de este componente. El mismo caso se tiene para el componente de valores, en donde se hace referencia a la honestidad, responsabilidad y el buen comportamiento, entre muchos más.

Es importante hacer mención que los componentes resultantes de las competencias son generales, porque dependiendo de la carrera profesional, serán el tipo de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se deban establecer. Incluso en el caso de las habilidades, hay áreas del conocimiento que deberán manejar términos más apropiados a ellas, como destrezas o aptitudes.

Como ha sido mencionado, la concepción de competencias que es común a todos los autores señalados, incluye los componentes de conocimientos, habilidades, actitudes y valores. Ahora, de acuerdo a los paradigmas que fundamentan a la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias y la filosofía que sostiene, se verá la congruencia entre estos componentes y estos fundamentos, para que sea la versión adoptada por la Matemática Social y la TMCC.

Los paradigmas educativos que fundamentan a la TMCC son tres, los cuales se resumen al final de la sección 3. 2. Paradigmas educativos, del capítulo anterior.

El primer paradigma: *La matemática es una herramienta y materia formativa*, permite que el estudiante pueda aplicar el conocimiento de forma interdisciplinaria en su futura actividad laboral y profesional. El primer paradigma incide en los componentes de conocimientos y habilidades.

El segundo paradigma: *La matemática tiene una función específica en cada nivel educativo*, favorece que la matemática en una carrera profesional le dé soporte para describir, a través de la modelación matemática, situaciones de las ciencias que la conforman y pronostica fenómenos de forma teórica y con ello apoya la generación de conocimientos. Así, este paradigma se inserta en los componentes de conocimientos, habilidades y valores.

El tercer paradigma: *Los conocimientos nacen integrados*, faculta al futuro egresado para que se desarrolle en la sociedad, a través de sus conocimientos integrados. El tercer paradigma se ubica en los componentes de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Mientras que la *Línea de pensamiento de la TMCC*, establece una matemática contextualizada en la realidad del estudiante, para la formación integral y el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión en el estudiante y con ello pueda dar respuesta a las demandas de la sociedad, en sus ámbitos, profesional, laboral y de la vida diaria. Los cuatro componentes de las competencias tienen cabida en esta línea de pensamiento.

Es importante mencionar el *supuesto filosófico educativo de la teoría*, descrito en la sección 2. del capítulo anterior, el cual describe que el estudiante esté capacitado para hacer la transferencia del conocimiento de la matemática a las áreas que la requieren y con ello las competencias profesionales, laborales y para la vida se vean favorecidas, incidiendo en los cuatro componentes, conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Los conocimientos y habilidades, son características con las que está familiarizado el docente, pero en relación a las actitudes y valores, no siempre es así. Para entender mejor los conceptos de actitudes y valores, se describen a continuación, según varios autores. Con ello se pasa a la definición formal de la concepción semántica de competencias.

4. 2. ACTITUDES COMO COMPONENTES DE LAS COMPETENCIAS (CAMARENA, 2011B)

En relación a las actitudes Ander-Egg (1987) menciona que:

... casi todas las definiciones del concepto de actitud, abordadas por la psicología social, tienen en común el caracterizarlas como una tendencia a la acción adquirida en el ambiente en que se vive y derivadas de experiencias personales y de factores especiales a veces muy complejos. En general, el término actitud designa un estado de disposición psicológica, adquirida y organizada a través de la propia experiencia, que incita al individuo a reaccionar de una manera característica frente a determinadas personas, objetos o situaciones.

Para Choppelo (2009) la actitud es una predisposición a actuar antes de ejecutar un comportamiento o conducta, la cual puede estar influenciada por algún tipo de componente del carácter personal.

En la concepción de Eiser (1989), la actitud es predisposición aprendida a responder de un modo consistente a un objeto social.

Por su lado, Muchinik et al. (1983) describen que:

... la actitud es la unidad de análisis de la psicología social que puede ser definida como orientación sistemática de la conducta hacia determinados objetos del mundo social, como pueden ser personas, hechos o grupos.

Asimismo, ellos también mencionan que:

... las actitudes no son conductas sino predisposiciones adquiridas para actuar selectivamente, conducirse de determinada manera en la interacción social. Tienen que ver con una forma de actuar. Operan como parte de un sistema de representación de la realidad, una vez incorporadas regulan la conducta.

Caracterizan a las actitudes en función a cuatro elementos:

1- *Direccionalidad*: la actitud implica una relación sujeto-objeto que le da direccionalidad y la diferencia del rasgo de carácter o el hábito.

2- *Adquirida*: Aprendidas en interacción, no existen actitudes innatas.

3- *Más o menos durables*: en general, son relativamente durables pero al mismo tiempo son factibles de ser modificadas por influencias externas.

4- *Polaridad afectiva*: De la aceptación, hasta el rechazo.

Prácticamente todos los autores mencionan que toda actitud contempla dos componentes, que son la cognitiva y la afectiva. Se puede concluir que, para el interés del presente

documento, la forma de concebir a las actitudes por los autores abordados le otorga un componente claramente social. Muchnik et al. (1983) hacen explícito el considerar las conductas del sujeto en donde se observa con claridad que en las actitudes se incluye otro componente más que es de tipo emocional.

4. 3. VALORES COMO COMPONENTES DE LAS COMPETENCIAS (CAMARENA, 2011B)

Por otro lado, respecto a los valores, para Delval (1994) son algo que 'valen' para las personas, y explica que los valores suelen ser socialmente compartidos, aunque también pueden ser individuales.

Para Noro (2009):

... los valores se evalúan a través de las actitudes que se identifican con el simple obrar y con los hechos, de forma constante y consistente, no con una sola ocasión...

Además, menciona que:

... la formación de actitudes y valores no es exclusividad de la escuela, sino tarea de diversos agentes educativos. En la escuela, la formación de hábitos y de actitudes, y la apertura a los valores está directamente relacionada con la mediación cultural. La escuela tiene como misión social específica: la de educar a través de la transmisión sistemática, crítica y creativa de la cultura vigente.

Bautista (2009) menciona que no parece clara la línea fronteriza entre actitud y valor. En el mismo artículo escribe que:

Para Rokeach (1980), autor que ha estudiado en profundidad la relación entre conceptos tan próximos como creencias, actitudes y valores, el valor es un tipo de creencia emplazada en el centro del sistema total de creencias de una persona acerca de cómo se debe o no se debe comportar.

Por su lado, Jiménez (2008) describe que los valores son la base para vivir en comunidad y relacionarnos con las demás personas, permiten regular nuestra conducta para el bienestar colectivo y una convivencia armoniosa. Pone como ejemplo el siguiente:

...en una organización los valores son el marco del comportamiento que deben tener sus integrantes, y dependen de la naturaleza de la organización (su razón de ser), del propósito para el cual fue creada (sus objetivos), y de su proyección en el futuro (su visión).

Para Ramió (2005), todas las personas tienen unos valores que les guían consciente o inconscientemente, el proyecto de vida individual y colectiva, se diseña a través de estos valores. Los valores están ligados con aspectos culturales y vivencias personales, aunque las diversas trayectorias individuales, sociales o profesionales, la diferencia de informaciones percibidas por cada uno, entre otros aspectos, conducen a no tener la misma percepción del mundo.

Passet (1983) describe que la persona es un valor inestimable, la humanidad de la persona un valor insaciable. Un valor esencial es que las personas se reconozcan infinitamente humanas, y esto es el resultado de la suma de valores auténticos. Las personas intentan encontrar por su cuenta estos puntos de referencia: los valores. Es importante subrayar el carácter positivo que tienen los valores, porque ayudan a las mujeres y a los hombres a humanizarse (Camps, 1993).

En Camarena (2009b) se describen los términos de actitud, creencias, valores y hábitos.

La actitud es una predisposición a actuar antes de realizar una acción, adaptada de Chopeelo (2009). La actitud puede ser identificada a través de la intención o de la acción del sujeto. El problema es que la intención no siempre es observable, a menos que se transforme en una acción. Luego las actitudes son observables solamente cuando se transforman en acciones. Las actitudes pueden ser de corta o larga duración; incluso una persona puede tener una cierta actitud, la cual la manifiesta por una única vez, esto a diferencia con los hábitos, que son constantes y de larga duración.

Las creencias son concepciones que posee un individuo y que pueden o no estar fundamentadas, así como ser verdaderas o falsas. Éstas son adoptadas por el individuo a través de su experiencia. Las creencias pueden ser adoptadas por un colectivo de personas o de manera personal.

Los valores son creencias que se adquieren a través de la experiencia o a través del aprendizaje. Los valores, generalmente, son aceptados por un colectivo de personas que puede ser la familia u otro tipo de comunidad. Además, la cultura y el nivel socioeconómico determinan, en buena medida, los valores que acoge un individuo y con ello las actitudes que conlleva. Los valores pueden ser positivos o negativos, son positivos cuando el comportamiento del individuo está en función del bienestar social. Mientras que son negativos cuando la persona crea conflictos con sus semejantes; por ejemplo, para algunas personas el ser vengativo es un valor (pero negativo), comentan si me hizo tal entonces yo también le hago eso mismo, creándose conflictos entre las personas.

Los hábitos son comportamientos constantes, de larga duración, que pueden ser adquiridos a través de la experiencia o el aprendizaje. Con larga duración se entiende que frecuentemente se manifiestan y durante un lapso de tiempo largo en la vida de una persona. Esto hace que sean más difíciles de modificar los hábitos que las actitudes.

Además, toda actitud se puede generar a partir de dos fuentes: a) Las actitudes se pueden fundamentar en creencias y valores. b) Las actitudes se pueden fundamentar en la norma de la sociedad en donde se desenvuelve el sujeto, es decir, en como "debe" comportarse ante determinada situación. Cuando las actitudes están asociadas a valores, entonces tienen el comportamiento de hábitos. Es decir, son actitudes que se manifiestan de forma constante, con una duración relativamente larga en la persona.

A través de estas formas de concebir los valores es claro que el componente social está presente, así como el emocional.

Para tomar en cuenta las actitudes y valores en la definición de competencias matemáticas, es necesario tener en claro que no es posible desarrollarlas en los estudiantes a través de un solo curso o sólo los cursos de matemática. Ésta es tarea de todos los involucrados

en el sistema educativo, en particular de todos los docentes, es decir, en todas las asignaturas que cursa el estudiante deberán ser tratados los valores y actitudes que deben ser desarrollados por ellos.

De todo lo anterior se observa la complejidad de los términos actitudes y valores, sin embargo, los autores citados dejan una idea de estos términos. Con la didáctica de la Matemática en Contexto, el desarrollo de competencias contempla estos componentes y su integración a las competencias, como se ve en: "Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias: Fase Didáctica".

Se ha definido que las competencias poseen componentes que son conocimientos, habilidades, actitudes y valores. Además, en la caracterización de las competencias se mencionó que los elementos del conocimiento tienen sentido sólo en función del conjunto, porque las competencias implican una visión integral. De hecho, la educación por competencias se refleja en el desempeño de la persona, es decir, lo que hace cuando lleva a cabo una actividad, usando y manejando de forma integral su saber, en todas sus dimensiones, no el saber aislado.

Con ello en mente, se construye la concepción semántica del término competencia, donde, según el Cuadro 1.1 del Capítulo 1, los identificadores de la semántica son dos, a saber: *significado o concepto* y *el ámbito donde se le emplea*.

De acuerdo a lo analizado, tanto de los fundamentos como filosofía de la teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, así como la línea de pensamiento de esta teoría, se han correlacionado con los cuatro componentes identificados sobre competencias. Por otro lado, dado que los componentes son las categorías de elementos que se asocian a un sujeto, éstos son elementos que debe poseer el estudiante, es decir, serán sus fortalezas para enfrentar las situaciones problemáticas de la vida laboral y profesional, ver el Esquema 4.2. Además, éstos son elementos que se encuentran en las estructuras cognitivas de la persona, y para poderlas usar requiere movilizarlas. De esta forma, la concepción semántica en construcción de competencias debe incluir todos estos elementos de forma armónica y congruente. La definición buscada es:

Las competencias son las fortalezas del futuro profesionista para enfrentar una situación problemática en su ámbito profesional y laboral, haciendo uso de la integración de todo su bagaje de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que son movilizados en sus estructuras cognitivas.



Esquema 4.2: Componentes de las Competencias

Las competencias a desarrollar en el nivel superior deben permitir a los profesionistas el desarrollo eficiente y satisfactorio en todos los ámbitos de su vida, contribuyendo a un país productivo y sustentable. Es decir, se involucran componentes cognitivos y afectivos relacionados fuertemente con las actitudes y valores, algunos de los cuales son independientes de la carrera profesional que se desarrolle, como el saber trabajar en equipo, la honestidad, honradez, responsabilidad, etc.

Con la concepción descrita se pretende que el estudiante sea una persona competente en su profesión y competente en su vida, es decir, que le permita vivir una vida que le satisfaga, que lo haga feliz y que pueda transformar y contribuir a la sociedad en la que vive (Camarena, 2016c).

5. Repercusiones de las competencias en el ambiente de aprendizaje

La educación por competencias exige la formación de individuos que se inserten en la sociedad de forma efectiva y exitosa en su ámbito profesional. Para el logro de tal demanda es necesario que las instituciones, al aceptar este reto, modifiquen sus estructuras administrativas, académicas y físicas. La tarea es compleja, sin embargo, la encomienda académica es central y determinante para alcanzar el logro demandado (Camarena, 2015).

El trabajo con competencias tiene repercusiones en el ambiente de aprendizaje, implica un cambio en las concepciones en muchos conceptos como el de currículo, didáctica, evaluación del desarrollo de las competencias, práctica docente, rol del estudiante, entre otros.

En Camarena (2015) se menciona que para el caso del currículo por competencias para las profesiones, éste no se diseña por objetivos es por competencias, no es por asignaturas es por módulos, incluyendo los desempeños profesionales, las asignaturas no tienen sentido aisladas, al igual que los aprendizajes tiene que ser teóricos y prácticos, así como interdisciplinarios. Con un currículo por competencias de la profesión se favorece la flexibilidad curricular, las salidas laterales, la movilidad estudiantil y docente, la formación integral del alumno y la vinculación con el medio.

A través de la TMCC en su fase curricular, se ha elaborado una metodología para el diseño de programas de estudio de matemática vinculadas con la profesión, denominada *DIPCIING*, Camarena (1984, 2002b). La didáctica se enmarca dentro del currículo para poder cumplirlo. Con la TMCC, la didáctica implica trabajo interdisciplinario por parte de los docentes y trabajo con contenidos interdisciplinarios a enseñar (Camarena, 1999, 2010; Camarena y Flores, 2012). La evaluación del desarrollo de competencias en los estudiantes no es la tradicional, se deben tomar en cuenta los avances en el desarrollo de las competencias, ya que no se desarrollan a través de un solo evento contextualizado, se requieren variados contextos, éstas se manejan de forma integral.

La formación docente es de suma importancia para el logro de una educación por competencias, iniciando desde la sensibilización del profesor hacia un cambio de mentalidad para trabajar en la formación por competencias. El docente debe estar consciente de que su asignatura aislada de las demás disciplinas no apoya la formación integral del alumno y no contribuye a la formación de profesionistas competentes; es menester mencionar que la didáctica de la Matemática en Contexto trabaja con contenidos interdisciplinarios. El profesor debe incursionar en el desarrollo de competencias teniendo conocimiento de qué significan éstas, cuáles son sus componentes y cómo desarrollarlos en sus alumnos; asimismo, debe tener en claro que no se trata de agregar lo nuevo a la didáctica que siempre

ha trabajado. Esta situación conlleva para los docentes la responsabilidad y coparticipación en la formación integral de los estudiantes.

Se observa que el desarrollo de las competencias no es solamente el desarrollo de conocimientos y habilidades de la disciplina, como es el sentir de muchos académicos de estas áreas, quienes han expresado que la formación de valores y actitudes nada tienen que ver con su disciplina, que ellos siempre han trabajado con competencias porque sus alumnos son matemáticamente competentes. Es claro que este enfoque por competencias no es fácil para profesores que se dedican a ramas de las ciencias físico matemáticas, ya que ellos deberán incursionar en áreas humanísticas y sociales porque su participación en una carrera profesional demanda el incluir actitudes y valores, de esta forma la práctica docente toma otro matiz (Camarena, 2015). Para más información sobre este tema, el lector puede recurrir a las referencias de Camarena (2013a) y González (2011).

En la educación por competencias, el rol del estudiante no es un ser pasivo sino activo, mientras que el del profesor es ser un guía para el estudiante, que es distinto a ser un facilitador. Estos roles quedan claramente estipulados en la didáctica de la TMCC.

6. Competencias matemáticas de la profesión

6. 1. COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

Es importante mencionar que organismos internacionales como el Programme for International Student Assessment (PISA) o los estándares de la National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), describen las competencias matemáticas solamente en términos de conocimientos y habilidades, las cuales ayudan a desarrollar habilidades del pensamiento y resolver problemas de la vida cotidiana, sin embargo, no toman en cuenta otras componentes como actitudes o valores; es decir, se proyecta una concepción reduccionista sobre el término competencias (Camarena, 2009b). De hecho, con lo que denominan competencias permite que los estudiantes posean una alfabetización matemática, que transite del lenguaje cotidiano al lenguaje matemático para explicar procedimientos y resultados, que puedan resolver algunos problemas.

Es menester decir que las competencias matemáticas sin la profesión, no tienen mucho sentido para la Matemática Social ni la TMCC, más sin embargo, no se está diciendo que no se desarrollen los conocimientos ni habilidades que mencionan los organismos internacionales descritos, esto contribuye a la formación matemática del alumno.

La matemática en la TMCC se caracteriza por estar en contexto, vinculada con la profesión, de esta forma se consideran las competencias matemáticas de la profesión.

6. 2. COMPETENCIAS MATEMÁTICAS DE LA PROFESIÓN

Como ha sido mencionado, se desea construir competencias matemáticas de la profesión, en carreras en donde la matemática no es una meta por sí misma; es decir, construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella. Las competencias poseen cuatro componentes, los mismos que deben contener las competencias matemáticas de la profesión. Los componentes se relacionan con aspectos sociales, económicos, ambientales, humanísticos, entre otros, éstos apoyan las actitudes

y valores de los futuros egresados, contribuyendo a una formación integral en bien de la sociedad, lo cual conduce a la filosofía de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias y a los propósitos de la Matemática Social.

A través de la Fase Curricular de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, con el proceso metodológico de DIPCING, se identifican las competencias matemáticas en la profesión (Camarena, 1984, 1988, 2002b, 2008, 2013a).

Cabe mencionar que los conocimientos y habilidades de las competencias matemáticas de la profesión son propios de la disciplina matemática, para abordar exitosamente eventos contextualizados. Éstos se identifican en las etapas central y antecedente de DIPCING. Mientras que las actitudes y valores son acordes a las actitudes y valores que debe poseer el futuro profesional de la carrera universitaria en donde se encuentra inmersa la matemática, punto de vista de la línea de pensamiento de la TMCC. Éstas se identifican en las etapas antecedente y consecuente de DIPCING. Dicho sea, las actitudes y valores son necesarias para trabajar la matemática en la sociedad, porque se trabaja una matemática social. Estos componentes los desarrolla el alumno en forma gradual y a lo largo de todo el proceso educativo.

A través de la Fase Epistemológica de la TMCC, se investiga la vinculación científica de la matemática con la formación profesional del futuro egresado en un mundo globalizado y competente a nivel mundial.

La Fase Didáctica, permite el desarrollo de las competencias matemáticas profesionales en el estudiante con la didáctica de la Matemática en el Contexto y los eventos contextualizados, así como con la actividad docente que faculta al profesor a que sea un guía en esta actividad.

Con la Fase Cognitiva se identifican las competencias previas que ha desarrollado el estudiante, así como los conocimientos previos, habilidades, actitudes y valores, todo esto es el punto de partida de la didáctica de la Matemática en Contexto.

Para entender mejor lo que son las competencias matemáticas de la profesión, a continuación se da la clasificación de competencias y ejemplos de competencias matemáticas de la profesión.

7. Clasificación de las competencias

En esta sección se presenta la clasificación de las competencias profesionales en el nivel superior. El desarrollo de competencias, por su naturaleza, produce una formación integral en el estudiante. Con la definición de competencias, se puede observar la íntima relación entre éstas y la formación integral como ha sido definida en el capítulo anterior, por tal razón no siempre se recurre al término formación integral, sino que se emplea el concepto de competencias.

Se ha mencionado que las competencias son una unidad y el currículo de la profesión deberá estar dado por módulos no por asignaturas. Por otro lado, se puede observar que el trabajo por competencias es un cambio bastante brusco, que de hecho, esta situación ha llevado a que muchas instituciones trabajen por competencias con una concepción que en apariencia sólo está de nombre, ya que no hay modificaciones del currículo y no se les prepara a los profesores para una práctica docente por competencias, entre otras más (Camarena, 2018).

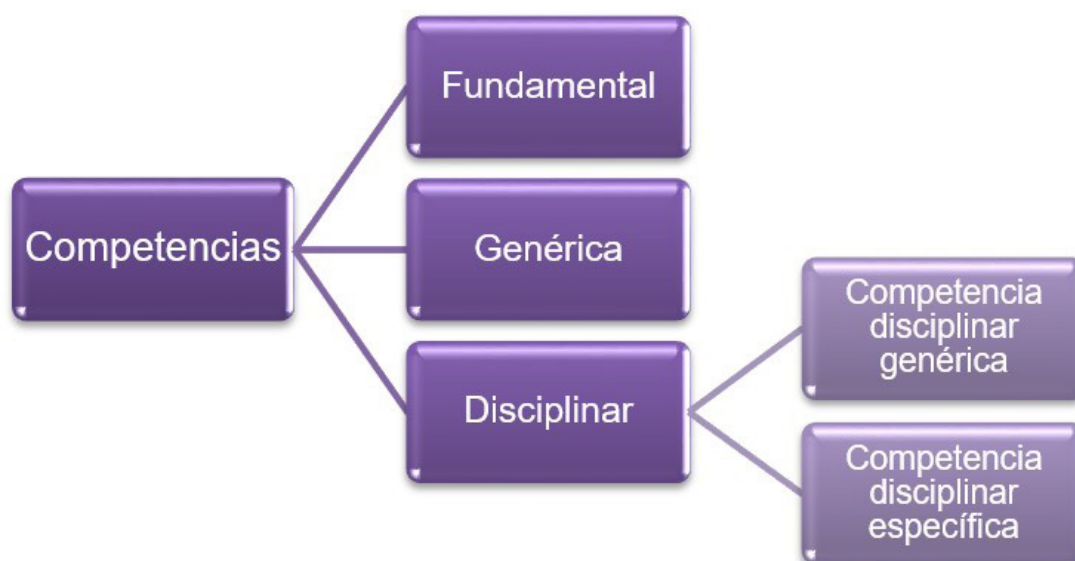
El punto es que un cambio tan drástico no se puede dar de un día para otro, se tiene que hablar de modelos curriculares en transición. De tal manera que a través del tiempo se

irán dando aproximaciones curriculares sucesivas hacia un currículo completamente por competencias para la profesión (Camarena, 2009a).

Uno de los modelos curriculares en transición por competencias para las profesiones a partir de un currículo tradicional que no es por competencias, es aquel que mantiene su malla curricular por asignaturas no por módulos, sin embargo, el trabajo didáctico incorpora cambios que apoyan el desarrollo de competencias, como la interdisciplinariedad (Camarena, 2009a). Además, este modelo tiene la ventaja de que los docentes convencidos de la educación por competencias, pueden ir incorporándolas en la práctica docente de las asignaturas que imparten, como el caso que aquí se presenta.

Hay que tomar en cuenta que los componentes de las competencias referidos a las actitudes y valores son atributos que la persona desarrolla en forma gradual y a lo largo de todo el proceso educativo y son evaluados en diferentes etapas. Luego, todas las disciplinas deben incorporar este tipo de componentes en sus competencias disciplinares, es imposible que sólo algunas disciplinas puedan desarrollar actitudes y valores en los estudiantes durante un curso.

Como no se ha logrado elaborar un currículo realmente por competencias para las profesiones, la clasificación que se presenta es para un currículo tradicional por asignaturas, no hay una clasificación para un currículo por competencias. Las competencias profesionales, para algunos autores, se clasifican en fundamentales, genéricas y disciplinares (Camarena, 2004; Hernández (2002), ver Esquema 4.3. A continuación se describen cada una de ellas y se acompañan de ejemplos para que quede más claro el concepto.



Esquema 4.3: Clasificación de las competencias en currículo por asignaturas.

7. 1. COMPETENCIAS FUNDAMENTALES DE LAS PROFESIONES

Las Competencias Fundamentales de las Profesiones, también denominadas elementales, se refieren a los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que debe tener cualquier profesionista que pertenezca a un área de una profesión, por ejemplo la medicina, la administración, etc. Es decir, las competencias fundamentales son las que debe desarrollar todo administrador, independientemente de su rama de especialización, ver el Esquema

4.4 que muestra algunas áreas profesionales. Las competencias fundamentales deberán ser desarrolladas de forma transversal en el currículo de toda área profesional (Camarena, 2004, 2018).



Esquema 4.4: Clasificación de Competencias Fundamentales de las Profesiones.

7.1.1 Ejemplos de las Competencias Fundamentales de las Profesiones

A continuación se muestran ejemplos de competencias fundamentales de las profesiones, que se han mencionado por algunos autores o que las instituciones educativas las describen. En cada ejemplo que se muestra sobre competencias, en este escrito, solamente se ejemplifican algunos de los elementos de cada componente de la competencia aludida, no se incluyen todos los elementos de cada componente.

Ejemplo 1. Competencias fundamentales del economista.

Conocer en profundidad los conceptos y métodos fundamentales de la Teoría Económica. Llegar a conclusiones de carácter normativo, relevantes para la política económica, a partir de conocimientos positivos. Conocer la lógica económica de la actividad del Sector Público y ser capaz de juzgar sus resultados. Tener conciencia de la dimensión ética de la práctica profesional. Conocer los aspectos básicos de la relación entre derecho y economía. Usar métodos de predicción y conocimiento de su grado de fiabilidad (Bautista et al., 2013).

Ejemplo 2. Competencias fundamentales del psicólogo.

Pozo (1996) menciona que existen dos tipos básico de saberes, un conocimiento de tipo declarativo que está relacionado con el saber acerca de la realidad y de las cosas y otro tipo de conocimiento procedimental, vinculado con el hacer y con el ejercicio de destrezas y habilidades para resolver determinados problemas. El ejercicio de una profesión requiere la integración de ambos tipos de conocimiento. Que sepa resolver con cierta pericia las tareas inherentes a la psicología. Que cuente con las destrezas técnicas (conocimiento específico) y por otro, las condiciones personales o aptitudinales necesarias para el ejercicio de la tarea, básicamente concentradas en la valoración de la inteligencia y de la personalidad (Castro, 2004). Las competencias del psicólogo son discernimiento ético, rectitud al obrar frente a un dilema ético profesional, responsabilidad social, respeto por la dignidad humana y sentido moral (Choppelo, 2009; Eiser, 1989; Muchnik et al., 1983).

Ejemplo 3. Competencias fundamentales del ingeniero.

Gestiona proyectos científico tecnológicos en torno a un proyecto de ingeniería innovador y competitivo con la industria, para contribuir al desarrollo de los campos de conocimiento de la ingeniería que involucra el proyecto mediante la aplicación de métodos, técnicas y herramientas propios de la ingeniería. El ingeniero debe conjuntar la excelencia técnica y científica con la capacidad de dirigir, influir e integrar, considerando los aspectos sociales, económicos y ambientales necesarios para lograr proyectos óptimos y sustentables, con una visión prospectiva e identificar tendencias en el ámbito de su ecosistema. Debe identificar, cuantificar y manejar los riesgos e incertidumbres que ocasionan los fenómenos naturales, los accidentes, así como los criterios y métodos de análisis y diseño. Debe ser líder en las decisiones y políticas públicas sobre infraestructura y servicios tecnológicos. Debe realizar modelos de planeación, diseño, construcción o montaje, supervisión, operación y mantenimiento de las estructuras, los sistemas y las instalaciones. Debe conocer de administración de empresas, cuestiones legales de la propiedad y del trabajo, declaración de impuestos, balances y mercadotecnia. Debe utilizar la tecnología para la productividad profesional y la comunicación.

Se comunica eficazmente en forma oral y escrita, en español y en inglés. Colabora con eficiencia en equipos multidisciplinarios. Mantiene un comportamiento ético, incluyendo la no corrupción, la confidencialidad, la salud pública, el bienestar social y la seguridad (Rascón, 2012).

Ejemplo 4. Competencias fundamentales del administrador.

Capacidad de resolución de problemas, disposición y habilidad para enfrentarse y dar respuesta a una situación determinada mediante la organización y/o aplicación de una estrategia o secuencia operativa. Capacidad de organización del trabajo, disposición y habilidad para crear las condiciones adecuadas de utilización de los recursos humanos o materiales existentes para desarrollar las tareas con el máximo de eficacia y eficiencia. Responsabilidad en el trabajo, disposición para implicarse en el trabajo, considerando la expresión de la competencia profesional y personal y cuidando que el funcionamiento de los recursos humanos y materiales sea el adecuado. Capacidad de trabajar en equipo, disposición y habilidad para colaborar de manera coordinada en una tarea. Autonomía, capacidad de realizar una tarea de forma independiente, ejecutándola de principio a fin. Relación interpersonal, disposición y habilidad para comunicarse con los otros con el trato adecuado, atención y simpatía. Capacidad de iniciativa o habilidad y disposición para tomar decisiones sobre propuestas o acciones, en mejora del proceso productivo, el servicio a los clientes o el producto.

De las competencias descritas, se puede observar que no todas cumplen con los cuatro componentes de éstas. Dicho de otra forma, no hay consistencia en el concepto de competencia; algunos son solamente objetivos, no alcanzan a ser competencias.

7. 2. COMPETENCIAS GENÉRICAS DE LAS PROFESIONES

Las Competencias Genéricas de las Profesiones son definidas a través de los desempeños profesionales de cada especialización de la profesión. También corren de forma transversal a través del currículo de la profesión. Por ejemplo, para el área de conocimiento de la psicología, son las competencias que debe desarrollar el psicólogo en la especialidad de clínica, o el psicólogo con especialidad en educación o todo psicólogo con especialidad

empresarial, en el Esquema 4.5 se muestran estas áreas de especialización de la psicología (Camarena, 2004, 2018).



Esquema 4.5: Áreas de especialización de la psicología.

7. 2. 1 Ejemplos de Competencias Genéricas de las Profesiones

A continuación se muestran ejemplos de competencias genéricas de las profesiones, para algunas ramas de conocimiento. Al igual que en el caso anterior, no todos los componentes de las competencias hacen presencia, como si solamente fueran objetivos.

Ejemplo 5. Competencias Genéricas de una enfermera de cuidados intensivos.

Dentro de las especialidades de la enfermería se localiza la enfermera de cuidados intensivos. La cual debe cumplir con las siguientes competencias genéricas. Yañez et al. (2013) mencionan que las competencias no son conocimientos o habilidades fragmentadas, sino un conjunto de saberes combinados que no se transmiten, la competencia se construye a partir de la secuencia de actividades de aprendizaje. González (2015) comenta de las cuatro competencias genéricas que posee la enfermería de cuidados intensivos: la gestión y administración, la autocrítica, el manejo del estrés y el trabajo en equipo. Estas giran en torno a la importancia y a la revaloración que se da al trabajador, siendo su potencial, su inteligencia, su conocimiento y su creatividad la que adquiere relevancia para adaptación de los cambios, generando dentro de la gestión del cuidado una nueva vía para mejorar la calidad de atención de la enfermería (Calderón, 2012). Desde el punto de vista planteado anteriormente, las competencias en enfermería son un marco de referencia emergente que facilita el quehacer profesional, permitiendo así una sinergia en el equipo inter y multidisciplinario (Martins et al., 2012). La competencia de gestión y administración no sólo rige para manejar los recursos materiales de una entidad hospitalaria, sino también se incluye la gestión del talento humano y manejar integralmente al personal que se encuentra a su cargo. La competencia autocrítica, también es llamada dentro de las entrevistas como comportamiento ante los fracasos o comportamiento ante el error, cuya definición se estableció como capacidad que posee una persona en distinguir las cualidades y defectos en la realización de su trabajo (Alles, 2008). Otra competencia clave, es el manejo del estrés, es considerada como un proceso que se

caracteriza por cansancio emocional, despersonalización y disminución de la realización personal y por ende, profesional. Es una respuesta fisiológica y de comportamiento del individuo que se esfuerza para adaptarse y ajustarse a presiones internas y externas. En este contexto, las/os enfermeras/os que trabajan en una unidad de alta complejidad, se encuentran en una situación de gran vulnerabilidad emocional (Bernardino et al., 2014). Como cuarta competencia está el trabajo en equipo, es un concepto que tiene una gran implicación en el trabajo de enfermería que se realiza en las unidades de cuidados intensivos (Ramió, 2005). El trabajo en equipo es la capacidad para formar parte de un grupo de personas que posee un objetivo común, implica colaborar y cooperar con todos los miembros, subordinando los intereses personales a los objetivos de este (Holanda et al., 2014).

Ejemplo 6. Competencias genéricas de un psicólogo clínico.

Identificar trastornos psicopatológicos, las características y el curso de cada uno de los procesos, mediante el análisis de la etiología y clasificaciones de los trastornos, para diagnosticar el tratamiento apropiado, tomando en cuenta los síntomas afectivos, conductuales y cognitivos. Distinguir las diferentes formas de proceder con el paciente, mediante la aplicación de diferentes pruebas psicométricas, neurológicas, clínicas y la recolección de datos en la entrevista. Aplicar técnicas para el tratamiento de trastornos emocionales y conductuales, por medio del análisis de aspectos teórico prácticos de las distintas modalidades de terapia cognitivo conductual. Elaborar diagnósticos clínicos, a través del uso de los criterios de los principales manuales clasificatorios de trastornos mentales, para identificar trastornos, el curso y el pronóstico de los mismos. Utilizar herramientas inter y multidisciplinarias en el proceso de diagnóstico, mediante la integración de los diferentes resultados, ya sean médicos, neurológicos o psiquiátricos (Psicología Clínica, 2019).

Ejemplo 7. Competencias genéricas de un ingeniero en control y automatización.

El profesional egresado de esta carrera cuenta con una sólida formación interdisciplinaria en ciencias aplicadas de la ingeniería orientada a la solución de problemas de la planta industrial en el campo de la electrónica, el control de procesos, la automatización, la instrumentación, la aplicación de sistemas analógicos y digitales. Está capacitado para planear, proyectar, diseñar, construir, conservar y mantener dispositivos, equipos y sistemas de control industrial que utilicen o combinen distintos principios derivados de la neumática hidráulica mecánica electrónica y la cibernética. Realizar análisis que permita determinar el comportamiento de un sistema de control electrónico (Control y Automatización, 2019).

Ejemplo 8. Competencias genéricas de un Médico Cirujano en Ortopedia.

El médico cirujano en ortopedia ejerce su práctica profesional en el primer nivel de atención médica del Sistema de Salud, considerándose éste como los centros de salud, unidades de medicina familiar y consultorios de práctica privada de la medicina y es capaz de: Servir mediante la integración de las ciencias biomédicas, clínicas y socio médicas para atender de una forma integral a los individuos, familias y comunidades con un enfoque clínico y social, de promoción a la salud y preventivo; buscar, cuando sea necesario orientación para derivar al paciente al servicio de salud del nivel indicado. Resolver en forma inicial la gran mayoría de los principales problemas de salud en pacientes ambulatorios, realizando la promoción, prevención, diagnós-

tico, tratamiento, pronóstico y rehabilitación. Desarrollar sus actividades en un contexto de atención permanente y sistemática que fortalezca la calidad y eficiencia de su ejercicio profesional con responsabilidad, ética, utilizando la información científica con juicio crítico. Cultivar el aprendizaje independiente y autodirigido, mantenerse actualizado en los avances de la medicina y mejorar la calidad de la atención que otorga (Médico Cirujano en Ortopedia, 2019).

Ejemplo 9. Competencias genéricas de un Químico Industrial.

La formación profesional lo capacita para enfrentar con éxito retos en áreas de procesos Biotecnológicos, el monitoreo, inspección y vigilancia de contaminantes en el medio ambiente, el desarrollo de materiales cerámicos avanzados, así como analizar y controlar la calidad de procesos industriales en todas sus etapas, asegurando el mismo mediante un sistema que incluya auditorías y evaluaciones estadísticas, aplicando a proveedores, servicios y clientes desarrollando en el egresado su capacidad crítica, de análisis y la toma de decisiones. Así también es apto para analizar y determinar cualitativamente y cuantitativamente los parámetros fisicoquímicos de un proceso industrial en el área química, petroquímica, metalúrgica, textil, de pigmentos, alimentos, entre otras. Está capacitado para aplicar los métodos de valoración oficiales para estimar la calidad de aguas, suelos y aire desarrollando en el egresado su compromiso ético y el respeto al medio ambiente (Químico Industrial, 2019).

De manera semejante a las competencias fundamentales, no todas cumplen con los cuatro componentes de éstas. Es decir, no hay un concepto único de competencia; algunos son solamente objetivos, no alcanzan a ser competencias, en el sentido en el que se trabaja en este libro.

7. 3. COMPETENCIAS DISCIPLINARIAS

Las competencias disciplinarias de la profesión, son las competencias asociadas a cada disciplina, que debe apoyar el desarrollo de las competencias genéricas y fundamentales de la profesión en cuestión. Estas competencias disciplinarias se dividen en los bloques de formación de toda profesión (Camarena, 2004, 2018).

Es importante observar que la clasificación que se otorga a las competencias, todavía hacen referencia a un currículo tradicional por asignaturas. El cambio real y profundo para un currículo por competencias de la profesión, aún no lo han adoptado las instituciones educativas. De hecho, se considera que se está trabajando con un Currículo en Transición hacia las Competencias.

Las competencias disciplinarias, a su vez se clasifican en genéricas y específicas para cada disciplina involucrada. Las genéricas pertenecen a toda la disciplina, como la física, la química, etc., mientras que las específicas a cada asignatura de la disciplina. El Esquema 4.6 muestra los bloques de formación, aludidos solamente a las ciencias físico matemáticas, para el caso del Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica.



Esquema 4.6: Bloques de formación en Comunicaciones y Electrónica.

7. 3. 1 Ejemplos de Competencias Disciplinarias en Matemática de las Profesiones

A continuación se muestran ejemplos de competencias en matemática de las profesiones, abordando el caso de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, específicamente son tres competencias genéricas en matemática, es decir, competencias para toda la disciplina de matemática y tres competencias específicas en matemática, o sea, competencias de algunas asignaturas de la matemática, las cuales muestran el potencial de las competencias, éstas fueron elaboradas en el año 2004, tomando en cuenta los insumos de la investigación realizada en 1988 (Camarena, 1988, 2004, 2005).

Ejemplo 10. Competencias genéricas en matemática de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

Desarrollo de trabajo colaborativo en equipos para resolver problemas de la ingeniería, definiendo el modelo matemático y aportando conocimientos matemáticos que contribuyan a una mejor solución para la nación.

Se observa que es una competencia que debe desarrollarse para cualquiera de las asignaturas de la matemática, por lo que es una competencia genérica de matemática en la profesión. Entre los conocimientos están los de matemática y de la ingeniería involucrada. Entre las habilidades está la de modelación matemática, resolución de eventos contextualizados, argumentación, habilidades para el trabajo interdisciplinario y habilidades del pensamiento de orden básico y superior. De las actitudes, las principales que se tienen son colaborativas, de respeto, críticas, analíticas, de responsabilidad, trabajo interdisciplinario en equipos colaborativos. Los valores que destacan son de respeto, honradez, calidad del trabajo, tolerancia, convivencia y valores nacionales como el trabajar para y en el país (Camarena, 1988, 2004).

Ejemplo 11. Competencias genéricas en matemática de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

Construcción y aplicación del concepto de variación para resolver eventos contextualizados de las ciencias básicas y de la profesión en estudio, a través del trabajo en equipos interdisciplinarios con valores de respeto, honestidad y compromiso.

Los conocimientos principales son sobre variación y de la ingeniería involucrada. Las habilidades involucradas, aunque no todas, son de argumentación, modelación y trabajo interdisciplinario. Mientras que, entre las actitudes, las principales son colaborativas, de respeto y trabajo en equipo interdisciplinario. Entre los valores están los de respeto a los demás, compromiso en el trabajo, honestidad, tolerancia, ética profesional y responsabilidad (Camarena, 1988, 2004).

Ejemplo 12. Competencias genéricas en matemática de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

Desarrollo de un pensamiento analítico, crítico y científico para contribuir a una formación científica, con valores nacionales.

Aquí algunos de los conocimientos son de matemática y de la ingeniería involucrada. Las habilidades del pensamiento básicas y de orden superior, habilidades de lógica elemental, habilidades para cuestionarse sobre las situaciones. Entre las actitudes se localizan actitudes críticas y analíticas. Entre los valores se identifican valores nacionales, como el trabajar para y en el país, respeto a la diversidad cultural, son las más notorias (Camarena 1988, 2004).

Ejemplo 13. Competencias específicas en matemática de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

Resolver de forma interdisciplinaria problemas de la ingeniería que involucren álgebra lineal, contribuyendo a toma de decisiones mediante juicios de valor, que dimensionen las consecuencias de tipo social, ambiental y económico.

Entre los conocimientos se localizan conocimientos de álgebra lineal y de la ingeniería involucrada, así como conocimientos ambientales y económicos. De las habi-

lidades más sobresalientes se tienen las de comunicación, argumentación, modelación matemática, resolución de eventos contextualizados, habilidades para trabajo interdisciplinario y habilidades del pensamiento de orden básico y superior. Entre las actitudes se identifican las colaborativas, de trabajo interdisciplinario, de respeto a los demás, actitudes críticas, analíticas y creativas. Mientras que entre los valores están valores de tolerancia, solidaridad, valores nacionales, sociales, ambientales y económicos (Camarena 1988, 2004).

Ejemplo 14. Competencias específicas en matemática de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

Resolver de forma interdisciplinaria problema de la ingeniería que involucren ecuaciones diferenciales para la solución de problemas de teoría de control, con compromiso, tolerancia y responsabilidad.

Respecto a los conocimientos se tienen ecuaciones diferenciales y teoría de control, entre otros. De entre las habilidades se observan la comunicación, argumentación, modelación matemática, resolución de eventos contextualizados y trabajo interdisciplinario. Entre las actitudes están las colaborativas, de tolerancia, compromiso, respeto a los demás y de trabajo interdisciplinario. Entre los valores se identifican el de respeto, tolerancia y compromiso en el trabajo, responsabilidad, es decir, hacerse responsable de lo que se hace y las consecuencias de ello (Camarena, 1988, 2004).

Ejemplo 15. Competencias específicas en matemática de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

Resolver problemas de la ingeniería que involucren transformadas integrales, dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico.

Conocimientos sobre las transformadas integrales y las áreas de la ingeniería involucradas, asimismo, conocimientos sobre las ciencias ambientales y económicas. Habilidades de modelación matemática, comunicación, de trabajo en equipo interdisciplinario, resolución de eventos contextualizados. Actitudes de respeto, colaborativas, responsabilidad, interés en la sociedad, en el medio ambiente y en la economía del país, entre otras. Valores de respeto, responsabilidad, compromiso, valores sociales, ambientales y económicos, entre otros (Camarena, 1988, 2004).

Es necesario mencionar que la identificación de los componentes de las competencias se detectaron con la metodología DIPcing, desde 1988, época en que aún no existía el concepto de competencias del estudiante, por lo que solamente se desarrollaron los componentes con la didáctica de la Matemática en Contexto, como por ejemplo, trabajo en equipo, actitudes colaborativas, los valores de respeto a los demás, entre otros más. Los ejemplos de competencias matemáticas de las profesiones se comienzan a dibujar en 1991 y se construyen hasta 2004, cuando está definido el concepto de competencia, el cual es reportado, por los investigadores de la Matemática Social, hasta el año 2011 (Camarena, 2011). A través de la didáctica de la Matemática en Contexto, se desarrollan las competencias matemáticas de las profesiones en los estudiantes. Como muestra de ello se tiene el siguiente ejemplo. El evento contextualizado está constituido por partes, para dar espacio a la reflexión de los alumnos; una actividad sobre resolución de eventos contextualizados y tres interrogantes que los hacen reflexionar sobre actitudes y valores.

Ejemplo 16. Competencias matemáticas de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

Se quiere construir una antena con una línea de transmisión uniforme y coaxial, con conductores perfectos y dieléctricos y, con los datos mostrados en la figura, contribuyendo a cuidar el medio ambiente, con valores sociales y ecológicos.

Los estudiantes a través de reflexiones lógicas para el entendimiento del evento, ofrecen diversas soluciones contribuyendo a la creatividad.

Después de que el equipo ha llevado a cabo esta acción, se les coloca en un escenario para las reflexiones sobre los cuestionamientos que se les formulan.

Ahora imaginen que han encontrado un trabajo en donde les piden instalar la antena en el centro de la ciudad. ¿Lo harían?, ¿Porqué sí o por qué no?

En este caso se escuchan opiniones diversas, hay quienes mencionan que sí lo harían, otros dicen que no ven cuál podría ser el problema, otros más comentan que es un trabajo y deben de cumplir con lo solicitado, lo que suceda no es responsabilidad de ellos. También hay quienes mencionan que ellos han escuchado que las ondas electromagnéticas pueden hacer daño al cerebro, que mejor no la instalan.

Después de escuchar estas reflexiones, se les hace la siguiente pregunta.

Ahora se trata de instalar la antena en la casa contigua de donde vive su familia. ¿Lo harían?, ¿Porqué sí o por qué no?

Este interrogante, los hace pensar y buscar información sobre los daños que causa una antena y sobre todo las ondas electromagnéticas. Encontrado algunos de ellos que efectivamente a la larga las ondas electromagnéticas afectan el cerebro, principalmente les cambia el biorritmo. Situación que conduce a la mayoría de ellos a un cambio de opinión sobre el primer interrogante y su respuesta para la segunda pregunta es negativa. Por su lado, hay quienes mencionan que cerca de su casa no instalarían la antena pero que en el centro de la ciudad sí lo harían. Se les formula la tercera pregunta.

Como la tecnología avanza muy rápido, ¿qué harán con las antenas viejas y todo el material que se tiene que tirar?

Esta pregunta los conduce a reflexionar sobre el medio ambiente, la ecología del lugar, llevando a los alumnos más sensibles a pensar en hacer antenas con materiales que puedan reciclar.

De este evento contextualizado, se pueden observar principalmente conocimientos como teoría electromagnética, ecuaciones diferenciales y medio ambiente. Habilidades de modelación matemática, resolución de eventos contextualizados, comunicación, argumentación, trabajo en equipo. Actitudes reflexivas, analíticas, críticas, creativas, de respeto, colaborativas, de responsabilidad, interés en la sociedad, el medio ambiente y la ecología. Valores éticos, de responsabilidad, compromiso, honradez, cuidar el medio ambiente, valores sociales y ecológicos (Camarena, 1988, 2004).

El evento contextualizado número 16, permite ver cómo intervienen las categorías del conocimiento: Educación, Psicología, Antropología, Sociología, Filosofía, Matemática y las áreas del conocimiento de la profesión de que se trate, dando origen al nombre de Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, ya que el contexto son estas ciencias mostradas.

8. Conclusiones

En referencia a las competencias se muestra su origen, la concepción semántica de competencias para llegar a las competencias matemáticas de la profesión, concepto acorde con la filosofía de la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias y de la Matemática Social*.

Un punto importante de mencionar aquí, son las repercusiones de las competencias en el ambiente de aprendizaje y su relación con las repercusiones de la TMCC en el ambiente de aprendizaje, que se localizan en el Capítulo 3. Resulta que las repercusiones más relevantes que se han mencionado coinciden, como el currículo, la didáctica, la evaluación, la práctica docente, el rol del estudiante y consigo el rol del docente.

En relación al currículo de la profesión se describe que el currículo no debe ser el tradicional, debe manejar contenidos interdisciplinarios, en el caso por competencias el currículo ideal debe ser por módulos que manejen los desempeños profesionales. En ambos casos desarrollados se menciona el trabajo con la didáctica de la Matemática en Contexto, la cual requiere de trabajo interdisciplinario, donde el rol del estudiante es un ser activo, mientras que el del profesor es ser un guía para el estudiante. La evaluación ya sea de los aprendizajes o del desarrollo de las competencias, debe ser continua, no es la tradicional, porque éstos requieren de varios eventos contextualizados, no sólo uno. Mientras que la práctica docente no es la tradicional, se requiere de docentes preparados para incursionar en otras áreas del conocimiento y trabajar con contenidos interdisciplinarios.

Se puede observar del párrafo anterior, que la forma ideal de trabajar las competencias para el desarrollo de éstas, es a través de la didáctica de la Matemática en Contexto de la Fase Didáctica de la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, donde ya se había visto que la línea de pensamiento de la TMCC establece una matemática contextualizada para el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión en los alumnos y que puedan corresponder a las demandas de la sociedad.

SEGUNDA PARTE

MATEMÁTICA SOCIAL

Y

MATEMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS

FASE CURRICULAR

CAPÍTULO 5

EL CURRÍCULO DE LAS PROFESIONES

1. Introducción

El presente capítulo ofrece una breve visión general de lo que es el currículo de las profesiones, como marco de referencia del trabajo curricular. Se inicia con un currículo tradicional, donde se puede observar que no favorece el trabajo sobre el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes. Pasando a mostrar una experiencia sobre un currículo de tipo modular que se ha desarrollado desde los años setenta. Asimismo, se aborda una propuesta de currículo por competencias de las profesiones, el cual tiene fundamentos en la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* (TMCC); finalmente se incide en un currículo en transición hacia las competencias.

Para tener más en claro con que se está trabajando, se retoma la concepción semántica de competencia, otorgada en el Capítulo 4, la cual se ha construido con los fundamentos, filosofía y línea de pensamiento de la TMCC, que a la letra dice:

Las competencias son las fortalezas del futuro profesionista para enfrentar una situación problemática en su ámbito profesional y laboral, haciendo uso de la integración de todo su bagaje de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que son movilizados en sus estructuras cognitivas (Camarena, 2011b).

El término de competencias incluye cuatro componentes, los conocimientos, las habilidades, actitudes y valores que de forma articulada se desarrollan en los estudiantes. Las competencias del profesionista deben permitir que se desarrolle eficiente y satisfactoriamente en todos los ámbitos de su vida, contribuyendo a un país productivo y sustentable. Se involucran componentes cognitivas y afectivas relacionadas fuertemente con las actitudes y valores, algunas de las cuales son independientes de la carrera profesional que se desarrolle, como el saber trabajar en equipo, la honestidad, honradez, responsabilidad, etcétera.

Con la concepción descrita se pretende que el estudiante sea una persona competente en su profesión y en su vida, es decir, que le permita vivir una vida que le satisfaga, que lo haga feliz y que pueda transformar y contribuir a la sociedad en la que vive (Camarena, 2016a). Asimismo, que tenga la capacidad de seguir aprendiendo por cuenta propia, que acepte retos, que sea adaptable al cambio y que ejerza cierto liderazgo en su área (Little, et al 2008), además, que sus conocimientos los pueda aplicar en la práctica (Sultana, 2009).

Con la didáctica de la Matemática en Contexto se desarrollan competencias matemáticas de la profesión, en carreras donde la matemática no es una meta por sí misma y donde el trabajo es colaborativo en equipos, con la matemática integrada a la profesión, se trata de una didáctica multidisciplinaria que incluye elementos actitudinales y valorales.

2. Currículo tradicional de las profesiones

El currículo tradicional de las profesiones a través del tiempo ha tenido varias modificaciones, pero en esencia aborda ciertos lineamientos que conducen a un currículo por objetivos y por asignaturas. Díaz (1990) señala que:

La cuestión curricular forma parte de una pedagogía que busca establecer nuevas relaciones entre la institución educativa y el desarrollo industrial. En sentido estricto, se trata de preparar al hombre para su incorporación a la producción.

Además, Díaz (1990) insiste en que los propósitos descritos corresponden a la propuesta curricular de los Estados Unidos de Norte América,

la cual fue propuesta a América Latina como parte de un conjunto de proyectos que impulsó, con el interés de difundir aquella educación que es complementaria para mantener el orden del imperio y subsidiar la expansión de las empresas capitalistas.

Independientemente de las intenciones sobre la propuesta curricular, es un hecho que hasta la fecha se siguen estos lineamientos para el diseño curricular de las profesiones. Los lineamientos son generales y se tienen que adaptar a cada profesión en que se aplican (Gimeno, 2002).

2. 1. EJEMPLO DE UN CURRÍCULO TRADICIONAL

A continuación se muestra un ejemplo de Modelo Curricular para las profesiones, con el propósito de que el lector conozca estos procesos. Se comenta que hay varios puntos a tratar como los que se describen a continuación en el modelo diseñado por los docentes y autoridades del Departamento de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica del Instituto Politécnico Nacional (ICE-ESIME-IPN, 1988).

El Modelo curricular conlleva varias etapas en su elaboración y desarrollo, las cuales a *grosso modo* se presentan a continuación: 1. Formulación de los planes y programas de estudio, 2. Definición de las estructuras académico administrativas de apoyo al plan, 3. La puesta en marcha de la propuesta, 4. Evaluación de todo el proceso anterior. En seguida sólo se muestran los puntos a tratar en el punto 1. Cabe mencionar que el punto 4 es clave, ya que brinda los resultados que contrastan el currículo anterior con la nueva propuesta, lo que permite hacer correcciones y ajustes en cada etapa.

1. *Formulación de los planes y programas de estudio.*

a) Filosofía de la institución. Este punto impera de tomar en cuenta qué persigue la institución para sus estudiantes, como por ejemplo formar técnicos, profesionistas o investigadores. Asimismo, definir cómo se quiere incidir en las empresas actuales o crear nuevas.

b) Asociaciones de la profesión. Con los asociados se obtiene información sobre las distintas áreas profesionales, así como, sobre los campos de mayor demanda, la bolsa de trabajo para los egresados, las instituciones que ofrecen la profesión que se está diseñando y su ubicación geográfica. Tyler (1971) se enfoca en la necesidad de un estudio del campo profesional, el cual permite analizar el mercado real de una profesión y su vinculación con los diversos sectores de la sociedad; este estudio implica una explicación más integral y diversificada de la realidad social y educativa.

c) Egresados. Se debe detectar, entre otros, los obstáculos que han tenido los egresados con su formación, ya sean de tipo académico o de adaptación a su área de trabajo.

d) Comunidad. De la comunidad académica se debe rescatar la experiencia que tengan para la elaboración de los planes y programas de estudio.

e) Diagnóstico de necesidades (Taba, 1974). Debe indicar en qué áreas de la profesión se debe incidir más, si hay instituciones que las ofrezcan o, es necesario abrirlas como nuevas carreras o, se pueden dejar como especialidades.

f) Conformación de la profesión. Para el diseño de la profesión hay elementos que están en función de la política institucional y necesidades del país, los cuales marcan la pauta para saber si la profesión es por créditos, si es para alumnos de tiempo completo o parcial, la duración de la carrera, el número de horas al día que debe cursar el alumno, si los laboratorios forman parte integral de las asignaturas que los requieran o si pueden existir por sí mismos como asignaturas, que la titulación esté integrada a los planes de estudios, que se active una vida académica en la institución mediante actividades de difusión, actualización docente, investigación y relación escuela industria, etc.

g) Objetivos y contenidos de la profesión. Para este punto se definen los objetivos y contenidos, para lo cual es necesaria la participación de los profesores de las especialidades. Asimismo, se define el perfil de egreso y perfil del docente para las especialidades; cabe mencionar que se inicia del egresado hacia el ingreso del alumno a la profesión. Por su lado, Glazman, et al. (1983) comentan que el plan de estudios es un conjunto de objetivos de aprendizaje operacionalizados, agrupados en unidades funcionales y estructurados de tal manera que conduzcan a los estudiantes a alcanzar el nivel de dominio de una profesión.

h) Objetivos y contenidos de los cursos básicos de la profesión (Mercado, 2004). Para lo cual se requiere de un análisis de los cursos de especialidad y poder definir qué se requiere para las asignaturas básicas de la profesión, con ello se definen los objetivos y contenidos de las asignaturas básicas, la participación de los profesores de estos cursos es indispensable. Se debe dar el perfil del docente de las asignaturas básicas de la profesión.

i) Objetivos y contenidos de las ciencias básicas de la profesión. Se inicia con un análisis de los cursos de especialidad y las asignaturas básicas de la profesión, para

definir qué se necesita para las ciencias básicas, luego se procede a dar los objetivos y contenidos de las ciencias básicas de la profesión. Se impera de la participación de los docentes de las ciencias básicas para esta actividad, además se puede definir el perfil docente de estos profesores.

j) Objetivos y contenidos de las áreas económico administrativas y las humanísticas. En trabajo colaborativo participan docentes de estas áreas y de las especialidades, definiendo los objetivos y contenidos para lograr los objetivos de la profesión y el perfil del egresado.

k) Perfil de ingreso y mapa curricular. En este punto los docentes de las ciencias básicas y docentes de las otras áreas participan para definir el perfil de ingreso del estudiante. Asimismo, este grupo de docentes de todas las áreas, trabajan para definir el mapa curricular de la profesión.

Cabe mencionar que los objetivos a que se refieren los puntos tratados son de tipo conductual, como se manejan en la taxonomía de Bloom, et al. (1956), propuesta que hacen Glazman, et al. (1983). Es importante comentar que la evaluación de todo el proceso curricular es de mucho peso, ya que permite retroalimentar lo que ha resultado deficiente (Pérez, 2012). Al respecto Astin, et al. (1983) mencionan que para la evaluación del currículo es necesario hacer un contraste entre entradas y salidas, es decir, lo existente en relación a la propuesta curricular. Por su lado, Cázares (2011) comenta que la evaluación de un aprendizaje debe ser de forma circular hacia el siguiente aprendizaje.

Se ha mostrado el trabajo a realizar en el diseño curricular tradicional de una profesión, sin embargo, esto conduce a un modelo por asignaturas y por objetivos, donde la interdisciplinariedad está ausente, así como la formación actitudinal y valoral, luego, las acciones que lleven a desarrollar competencias en los estudiantes quedan bloqueadas por un currículo tradicional.

Para lograr un currículo donde se pueda trabajar con competencias, como se han definido, a través de sus cuatro componentes y que la interdisciplinariedad esté presente, es necesario pensar en otro tipo de currículo; después de un análisis sobre los modelos curriculares, se encontró que el único modelo curricular que más se aproxima a realizar este logro es un currículo de tipo modular. A continuación se muestra una experiencia sobre un currículo tipo modular que ha sido implantado en una universidad de México.

3. Experiencia de un currículo tipo modular

La experiencia de una propuesta curricular de tipo modular la realizó una institución educativa creada en los años setenta. Ésta se enfoca a diseñar sus profesiones con un currículo de tipo modular, la primera en su tipo en México. La innovadora propuesta llamó la atención de las demás instituciones, quienes deseaban saber qué tanto funcionaba y si también tenían que hacer un cambio.

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) diseña un currículo de tipo modular por objetos de transformación, para todas las profesiones que ofrece (Guevara, 1976). La propuesta modular de la UAM busca integrar el conocimiento a través de formas que favorezcan su articulación, para ello propone la estructuración de un plan de estudios "basado en un objeto e interrogante sobre la realidad, que conjugue las diversas ciencias y técnicas

para dar respuestas científicas"; de acuerdo a ello, se tiene la posibilidad de elegir el objeto transformador, con lo cual se estructura cada módulo; la idea es que el estudiante en un trimestre sólo se enfrente a un objeto de estudio.

Un objeto de transformación es "un problema de la realidad, que se toma como tal, en su totalidad y como proceso, para explicarlo por vía de la acción sobre él". El objeto transformador seleccionado se integra a la información de las diversas disciplinas, además, se incluyen apoyos modulares, denominados, unidades de aprendizaje, que en realidad son asignaturas, y se formulan con objetivos de aprendizaje, mostrando incoherencia con el currículo modular.

Díaz (1990), comenta que la propuesta modular se refiere a un carácter modernizante, "pero que lejos de presentar estructuras integradoras se incluye el diseño de asignaturas", lo que implica que se produzca una visión fragmentaria del conocimiento, la cual se encuentra en todo tipo de modelos curriculares, siendo particularmente contradictorio con un currículo de tipo modular. Asimismo, menciona que para lograr un desarrollo científico, este modelo incluye en los planes de estudios aquellos contenidos científicos y tecnológicos que representan el avance de los países desarrollados.

Las actividades se elaboran como un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes, definidos de términos operatorios; los cuales sólo se refieren a los aspectos observables del comportamiento del sujeto, con la pretensión de ser evaluables; ellos dividen artificialmente la conducta humana en áreas segmentadas, teniendo en cuenta los planteamientos de Bloom, et al. (1956). Díaz (1990), menciona que con estas acciones desafortunadamente descuidan elementos indispensables en la formación teórica o conceptual, para preparar sujetos que no sólo potencialmente puedan incorporarse al mercado ocupacional, sino que desarrollen innovaciones en su campo específico.

Por otro lado, la concepción curricular modular, entre otras premisas básicas, sostiene la necesidad de articular la investigación y la docencia, para saber cómo trabajar en el aula los objetos de transformación, así como consolidar una planta docente de tiempo completo, como responsable del currículo.

Aunque sea una propuesta criticable por no ser perfecta, el hecho es que es la primera que se propone con estas innovaciones y cuenta con elementos muy valiosos como el intento por integrar el conocimiento, así como incluir actitudes, articular la investigación y la docencia y, consolidar una planta docente de tiempo completo que sea responsable del currículo.

4. El currículo por competencias

Un currículo de una profesión por competencias es un gran cambio del currículo tradicional a éste, para que se pueda dar el movimiento es necesario que las autoridades de la institución estén de acuerdo, que modifiquen también sus estructuras académico administrativas y que los docentes quieran participar en esta nueva modalidad de manera comprometida, desarrollando competencias profesionales en sus alumnos.

Se ha mencionado que el currículo de una profesión por competencias, no se diseña por objetivos debe ser por competencias y que el currículo no es por asignaturas es por módulos donde se incluyen los desempeños profesionales (Camarena, 2015). Se entiende por desempeño profesional a toda actividad que realiza el profesionista en el marco social, ya sea laboral o profesional. Estos desempeños profesionales son identificados a través

de las agrupaciones de profesionistas, de los empresarios de la profesión, así como de los profesionistas más reconocidos en su ámbito y los campos de mayor demanda en el marco de la globalización (Camarena, 1988, 2004, 2008).

En un currículo por competencias de la profesión, no tienen sentido las asignaturas aisladas, al igual que los aprendizajes, éstos tienen que ser teóricos y prácticos, así como interdisciplinarios. El trabajo en los módulos requiere de investigación, trabajo en equipo, modelación matemática y resolución de eventos contextualizados como los concibe la didáctica de la *Matemática en Contexto*, porque los desempeños profesionales tienen las asignaturas integradas como son los problemas de la realidad, tal como se mencionó en el paradigma de "Conocimientos Integrados" que fundamenta a la TMCC, del tercer capítulo del libro sobre la *Matemática Social y Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias* (Camarena, 1991, 1995, 1999). Además, el trabajo con un currículo por competencias de la profesión permiten explorar los vínculos sociales y culturales (Eisner, 1971).

La organización por asignaturas resulta funcional para la institución ya que evita tener solamente profesores de tiempo completo. Cuando la mayoría de sus docentes no son de tiempo completo, el plan de estudios puede ser atendido por una planta de maestros amplia, los cuales pueden ser reemplazados sin afectar seriamente el desarrollo formal de dicho plan, este proceder de la institución está pensado para lograr una eficiencia administrativa, además, esto funciona para actividades de enseñanza mecánica y evaluación sencilla y masiva (Taba, 1962); es claro que para una formación por competencias se requieren docentes de tiempo completo que estén comprometidos con el proyecto de competencias.

En un currículo por competencias de la profesión, los desempeños profesionales se pueden jerarquizar de acuerdo a su importancia y conocimientos previos de los alumnos y, de esa forma darles un peso para saber en qué módulo insertarlos, así, se puede contar con *salidas laterales*, porque en el currículo por competencias son importantes los procesos de formación, no los niveles de estudio (Camarena, 1988).

Es decir, si los estudiantes, por la razón que sea deciden no continuar con sus estudios, entonces, una comisión de docentes puede decir con qué competencias cuenta el alumno, con lo cual se puede certificar por competencias ante los organismos calificados para ello. Para esto, la institución le extiende al estudiante, ya sea una constancia de competencias desarrolladas, cuando sólo desarrolló competencias de aproximadamente el 15% de los módulos; un certificado de técnico superior, cuando sólo desarrolló competencias de aproximadamente el 30% de los módulos; una certificación como profesional asociado, cuando sólo desarrolló competencias de aproximadamente el 60% de los módulos. Es claro que estas clasificaciones sólo muestran opciones, cada institución dará su propia clasificación y ponderación de los módulos, la propuesta que se acaba de realizar es una adaptación del libro: *Un Nuevo Modelo Educativo para el IPN* (2004).

Con un modelo curricular por competencias de la profesión se favorece la *flexibilidad curricular*, porque los contenidos de los módulos pueden ir cambiando, según sean los avances científicos de la profesión, entre otros. De igual forma se da oportunidad a la *movilidad estudiantil* tanto nacional como internacional de programas académicos que también sean por competencias; ya que un estudiante puede ir a otra institución a trabajar algún módulo con competencias que no haya desarrollado. Asimismo, se puede realizar el *tránsito* entre diferentes programas de estudio, ya sean de la misma profesión o de una profesión afin que permita complementar sus estudios; y el *tránsito* entre modalidades educativas como la presencial y la modalidad en línea (Adaptación del libro: *Un Nuevo Modelo Educativo para el IPN* (2004).

4. 1. EL DOCENTE Y EL CURRÍCULO POR COMPETENCIAS DE LA PROFESIÓN

Como ha sido mencionado, el trabajo con un currículo por competencias de la profesión, requiere de docentes comprometidos con el proyecto, para lo cual es necesario desde una sensibilización inicial y formación en competencias para que pueda trabajar con los alumnos (Camarena, 1990). Cázares (2011) menciona que, para que un currículo profesional por competencias sea funcional se requiere que los docentes también estén formados en competencias docentes. La institución juega un papel decisivo porque el apoyo que dé a los profesores, así como la modificación de sus estructuras académico administrativas, permitirá el logro que se busca. Las instalaciones cambiarán, los salones de clases tradicionales repletos de bancas para 40 alumnos no servirá para el trabajo por módulos, son necesarias aulas más grandes con mesas redondas para discusión y realizar el trabajo de abordaje de los desempeños que incluya el módulo con los profesores que apoyan a los estudiantes como guías y otras veces como tutores.

Díaz (1988) señala que cuando se elabora un currículo se desaprovecha la experiencia de los docentes. Considera que se necesita recurrir a la antropología para contar con esa experiencia, dice que se requieren usar instrumentos de registro que permitan al profesor reportar su experiencia y sistematizarla para que no se pierda. En un currículo por competencias de la profesión, se requiere más que la experiencia previa de un currículo tradicional, es necesario una formación específica para trabajar competencias, conocer de la didáctica de la *Matemática en Contexto*, como se trabaja en la TMCC, pero sobre todo, su compromiso real con el nuevo currículo.

Por su lado Ruiz (2000), se refiere a la globalización mencionando que mientras más se globaliza la sociedad más misiones se le encomiendan a las escuelas y en consecuencia más se intensifica la labor del docente, que se ve compulsado a asumir tareas y responsabilidades que él ve desintegradas de sus actividades y que finalmente las suma al papel transmisor de conocimientos que es a lo que está acostumbrado.

La situación que menciona Ruiz (2000), se genera ya que es sabido que se les dan encomiendas a los docentes sobre cambios didácticos sin que se les prepare para estos cambios. Ejemplo de ello es el caso cuando se dictaminó que los docentes deberían trabajar la resolución de problemas y después de diez años se menciona que esa estrategia no funcionaba. De igual forma sucedió con la consigna de que el alumno debería construir su conocimiento, algunos docentes con ello entendieron que los estudiantes eran quienes deberían dar las clases para que fueran construyendo su conocimiento, a lo que se comentó que tampoco funcionaba esta estrategia. Finalmente, ahora con las competencias, cuando ni siquiera tienen en claro que son éstas; muchos docentes e incluso autores consideran que las competencias son solamente las que enuncia la UNESCO en relación a *aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir y aprender a ser* (Delors, 1996), y esto es adicional a su forma tradicional (Camarena, 1994, 2005a, 2006)

5. Modelos curriculares en transición hacia las competencias

Efectivamente, se puede observar que el trabajo por competencias es un cambio bastante brusco, que de hecho, esta situación ha llevado a que muchas instituciones trabajen por competencias con una concepción simplista de éstas y que en apariencia sólo está de nombre el trabajo por competencias, ya que no hay modificaciones del currículo y no se

les prepara a los profesores para una práctica docente por competencias, entre otros más (Camarena, 2018).

El punto es que un cambio tan drástico no se puede dar de un día para otro, los cambios deben ser graduales, se tiene que hablar de modelos curriculares en transición. Hace falta la formación específica de los docentes para el cambio y modificaciones en la gestión académica, por lo que la transición es lenta, pues es un cambio de actitud en la comunidad de la institución y un cambio en actitudes lleva tiempo. Así, a través del tiempo se irán dando aproximaciones curriculares sucesivas hacia un currículo completamente por competencias (Camarena, 2009b).

Las autoridades y docentes son quienes principalmente deben estar convencidos del cambio. De esta forma, un primer modelo curricular en transición hacia las competencias, es aquel que mantiene su malla curricular por asignaturas y hay una incorporación lenta que van haciendo los profesores en su práctica docente, como el trabajo en equipo de sus estudiantes, iniciar con la resolución de problemas y si éstos son del tipo de los eventos contextualizados, en donde se articula la matemática con asignaturas de la profesión, es un gran avance, ya que ellos no cuentan con la formación para ello e irán incidiendo en la interdisciplinariedad. De hecho, los pocos intentos que realicen los docentes, implica que son personas que ya están sensibilizados para el cambio.

Otro de los modelos curriculares en transición por competencias a partir de un currículo tradicional que no es por competencias, es aquel que mantiene su malla curricular por asignaturas no por módulos, sin embargo, el trabajo didáctico de los docentes interesados en desarrollar competencias en los alumnos, incorpora cambios que apoyan el desarrollo de competencias, como la interdisciplinariedad, o la didáctica de la *Matemática en Contexto*, entre otros (Camarena, 2009b).

Cabe mencionar que hasta la fecha no se ha identificado, mas no quiere decir que no exista, una institución que haya realizado todos los cambios propuestos para un modelo curricular por competencias de la profesión. Luego, para un área tan particular como lo es la matemática dentro de una carrera, si se quieren trabajar competencias matemáticas de la profesión, no hay otra opción más que dentro de un currículo tradicional por asignaturas.

6. Conclusiones

De este capítulo se puede concluir que un currículo tradicional de la profesión no favorece el trabajo por competencias de la TMCC y Matemática Social, concebidas como se han mencionado en la introducción, es más, se convierte en un obstáculo para esta tarea, sin embargo, no se han identificado instituciones que realmente trabajen por competencias, sólo se trata de una aproximación. Situación que lleva a pensar en currículos en transición hacia las competencias. Si un grupo de docentes investigadores quieren comprometerse con un trabajo por competencias, para la formación completa de sus estudiantes y que puedan moverse de forma efectiva en los ámbitos sociales, como el profesional, laboral o de la vida diaria, tendrán, por un buen tiempo, que incursionar abriendo brecha en un currículo tradicional de la profesión por asignaturas, a través de un currículo en transición hacia las competencias.

CAPÍTULO 6

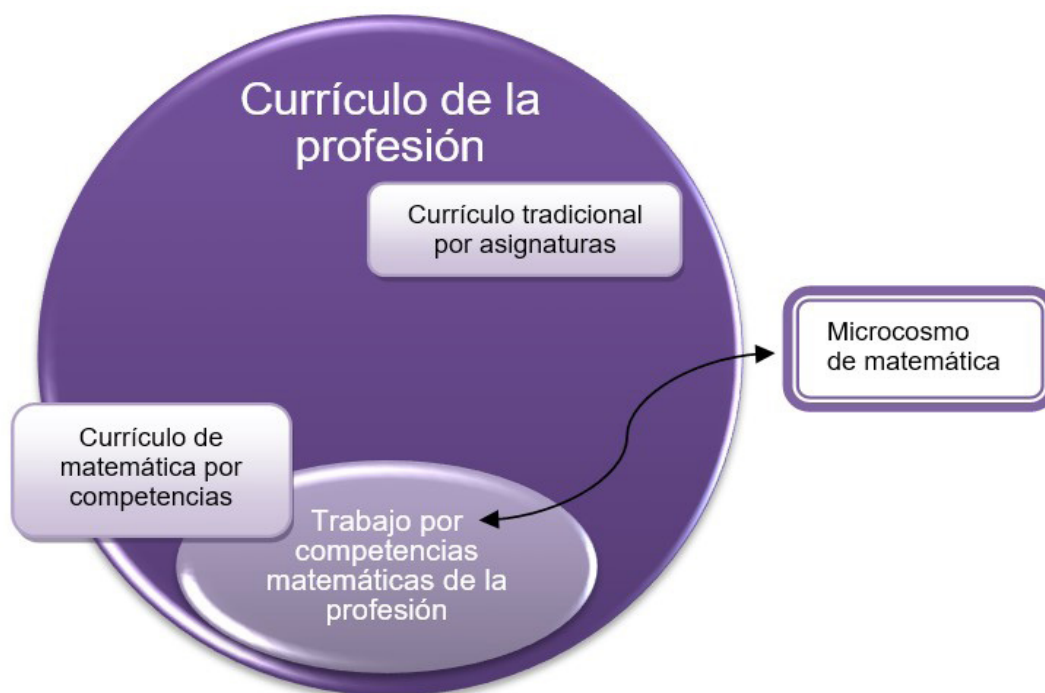
LA METODOLOGÍA DIPCING DE LA MATEMÁTICA SOCIAL

1. Introducción

Este capítulo presenta la metodología DIPCING, cuyos procesos de investigación permiten el diseño y elaboración de programas de estudio de matemática por competencias en programas profesionales tradicionales por asignaturas, así como la identificación de competencias matemáticas de la profesión. La metodología es la representante principal de la Fase Curricular de la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* (TMCC), metodología que ha sido diseñada desde 1982, cuando no se hablaba del concepto de competencias como se concibe actualmente, sin embargo, los deseos de formar a los estudiantes de manera óptima, apoyó a que se desarrollaran las componentes de las competencias en los alumnos.

La metodología DIPCING, de la Matemática Social, sigue un proceso investigativo para el diseño de programas de estudio de asignaturas que son apoyo a la profesión, como el caso de la matemática, donde no es una meta por sí misma, no se van a formar matemáticos, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella (Camarena, 1984). Este proceso metodológico se genera para abordar la disciplina de la matemática, sin embargo, actualmente se emplea para otras asignaturas que también son de apoyo a una profesión, como la física, la química, la biología, en profesiones donde no son una meta por sí mismas, es decir, no se van a formar ni físicos, ni químicos, ni biólogos, ni matemáticos (Camarena, 2002b). Esta metodología nace para carreras de ingeniería, sin embargo, su potencia y efectividad la ha llevado al diseño de programas de estudio de asignaturas de diversas profesiones. El nombre DIPCING, diseño de programas de estudio en carreras de ingeniería, ha quedado como testigo de su origen de hace casi 40 años, por tal razón ahora se describen las siglas solamente como diseño de programas de estudio de asignaturas de la profesión.

Como se ha mencionado, con DIPCING se identifican competencias matemáticas de la profesión, es decir, se construyen competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella (Camarena, 1988). Además, permite la elaboración de programas de estudio de matemática por competencias dentro de un currículo profesional tradicional que no es por competencias y está dado por asignaturas y objetivos. En apariencia se podría pensar que es contradictorio, sin embargo, no es así, porque se puede ver al área de matemática dentro del currículo de la profesión como un microcosmo que no afecta ni incide directamente en las demás áreas del conocimiento, más que en el trabajo interdisciplinarios del ambiente de aprendizaje, ver el Esquema 6.1. Con ello, se tiene el deseo de provocar que los profesores de otras áreas del conocimiento vayan conociendo este esfuerzo y quieran ingresar al trabajo por competencias con sus estudiantes.



Esquema 6. 1: Microcosmo del mundo de la matemática en una profesión.

La metodología DIPCING es importante porque se pudo observar la forma como en algunas instituciones, los docentes determinan los conocimientos matemáticos para el diseño o rediseño de programas de estudio, esto es, sin que se establezca ningún proceso metodológico para identificarlos; lo que permite ver que desconocen la metodología de investigación DIPCING. El hecho de intentar diseñar o rediseñar los programas de estudio de matemática habla del interés que tienen los docentes por mejorar los cursos. Las tendencias que generalmente se siguen para el rediseño son en esencia paliativos como basarse en las preferencias en gustos por determinados temas, por su experiencia, porque en un tema en donde hay muchos reprobados y es mejor quitarlo o porque ya conocen aplicaciones de algunos temas y quieren dejarlos en el programa. Para el diseño de programas nuevos, los establecen de acuerdo a su experiencia docente o a la guía de los índices de libros o al índice de los programas de estudio de las mismas asignaturas en carreras homólogas a las que se están diseñando ya sean nacionales o internacionales. Villarreal (1980) dice que tomar decisiones con base en creencias o supuestos por autorizadas que éstas parezcan es la carencia de objetivos definidos y ausencia de métodos.

Cabe mencionar, que el hecho de que haya algunos profesores interesados en cambiar los programas de estudio porque consideran que están creando problemas y expresar sus experiencias docentes, es un aspecto positivo desde la motivación docente, sólo que éste no puede ser un buen programa, simplemente por cambiarlo sin una investigación previa que fundamente esos cambios.

Por otro lado, los autores sobre diseño curricular reportan que no existe una metodología para elaboración de programas de estudio, que solamente se pueden dar lineamientos generales (Eisner, 1971). De hecho, Díaz (1988), menciona que el programa de estudio debe contener: Temas, Subtemas, Objetivos, Evaluación, Métodos y técnicas de enseñanza, Experiencias de aprendizaje y Bibliografía. Mientras que Taba (1974) comenta que un progra-

ma de estudio no puede ser muy extenso porque los alumnos se llenan de información y es difícil procesar todo. Estas observaciones de los autores del currículo, hacen darle más peso e importancia a la propuesta metodológica de programas de estudio por competencias de matemáticas de la profesión: DIPCING.

2. Origen de DIPCING

Cuando un profesor por primera vez va a impartir un curso de matemática, en profesiones donde no es una meta por sí misma, se encuentra con una lista temática a la cual le da la interpretación que mejor puede, situación que lleva a generar diferentes cursos con un mismo programa de estudios, uno para cada maestro. Si se le pregunta al maestro por qué están incluidos tales temas en el programa de estudios es raro que él pueda contestar con precisión y acertadamente, es más, no sabe con qué profundidad ver los temas, con qué enfoque, ni qué tiempos dedicar a cada uno de los conceptos involucrados (Camarena, 1984).

Respecto a los alumnos, se escuchan en el salón de clases de matemática exclamaciones por parte de ellos como las siguientes: ¿para qué nos va a servir esto que estamos estudiando?, ¿en dónde lo vamos a usar?, ¿por qué lo tenemos que estudiar? Estas preguntas, en el mejor de los casos, son contestadas por el profesor que les dice que en los cursos posteriores de la carrera que cursan será cuando apliquen esos temas. Esta situación se presenta independientemente de la problemática que tienen con la formación previa que poseen la mayoría de los alumnos a su ingreso a la profesión (Camarena, 1988, 2002b).

Por la proporción de estudiantes que no aprueban matemática y con base en la experiencia docente, se puede declarar que el poco interés que tienen los alumnos por esta rama de las ciencias, se debe a que no ven de manera inmediata su aplicación, ni el objeto de tener que cursarla. En buena medida, un elemento que afecta, es el hecho de no tener un currículo adecuado a la profesión en donde se imparten estos cursos y en consecuencia los docentes que trabajan con ellos desconocen el porqué están incluidos los contenidos en los programas de estudio.

Por otro lado, se requiere de un egresado competente, es decir, de un profesionista que haya desarrollado competencias para incidir en las demandas sociales, contando con competencias profesionales, laborales y para la vida.

Con los antecedentes descritos, se formula un problema de investigación que persigue construir una metodología para el diseño de programas de estudio de matemática por competencias en profesiones, donde no se van a formar matemáticos, además, se busca que el profesor tenga en claro por qué tiene que impartir cada tema que está incluido en el programa de estudio y con ello pueda motivar al estudiante, mostrándole la vinculación de la matemática con la profesión en cuestión, características propias de la TMCC (Camarena, 1984, 1999, 2002b).

3. Diseño y elaboración de DIPCING

3. 1. DISEÑO DE DIPCING

El diseño para la elaboración del proceso de investigación de DIPCING, requirió de un método de trabajo a seguir que establece una red entre las problemáticas de la matemática, identificadas como problemas de tipo curricular, con sus posibles formas de abordarlas. Para lo cual, primero se reescribieron las problemáticas en términos de preguntas de investigación que dieran luz al método de trabajo, ver Tabla 6. 1 (Camarena, 2002a).

| PROBLEMÁTICA | PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | FORMAS DE ABORDAR LAS PREGUNTAS |
|---|---|---|
| 1. Programa como lista temática de matemática. | ¿Por qué se incluyen los temas de matemática? | Identificar qué necesita de matemática, en textos y proyectos. |
| 2. Vinculación de la matemática con la profesión. | ¿Cómo vincular matemática con la profesión? | Identificar en cada tema cómo se vincula la matemática con la profesión. |
| 3. En dónde se usará la matemática. | ¿En dónde se aplican? | Identificar en cada tema en la profesión cómo se aplica la matemática. |
| 4. Para qué va a servir la matemática. | ¿Cuál es la función de la matemática en la profesión? | Determinar por qué se usan los temas de la matemática en la profesión. |
| 5. Por qué estudiar la matemática. | ¿En qué beneficia la matemática a la profesión? | Indagar cómo contribuye la matemática a la profesión. |
| 6. Hay poco interés por la matemática. | ¿Cómo motivar al estudiante? | Analizar bibliografía sobre los elementos que motivan al alumno del nivel superior. |
| 7. Se quiere un egresado competente. | ¿Qué se requiere de la matemática en la labor profesional? | Entrevistas a los profesionistas en funciones, sobre la matemática y las competencias que requiere el egresado. |
| 8. Dar solución a la formación previa deficiente. | ¿Qué hacer con la formación previa deficiente de la mayoría de los estudiantes? | Determinar el nivel de conocimientos previos del alumno a su ingreso a la profesión. |

Tabla 6. 1: Problemas de matemática y formas de abordarlos.

En la Tabla 6. 1, columna del medio, se muestran las preguntas de investigación que se seleccionaron para el presente estudio, las cuales se correlacionan con las problemáticas mencionadas de la matemática. En la tercera columna se observan las diferentes formas, seleccionadas, de abordar las preguntas de investigación.

Con la red de correlaciones entre preguntas de investigación y posibles formas de abordarlas se estableció la trayectoria que minimizara los pasos y se tomó el máximo de actividades que llevaran al logro de los objetivos planteados en el proyecto de investigación. Las diversas actividades que se describieron fueron las siguientes:

Analizar los libros de texto y proyectos de investigación de la profesión.

Indagar cómo contribuye la matemática a la profesión.

Indagar sobre la motivación del alumno de nivel superior.

Entrevistar a profesionistas que realicen desempeño profesional.

Diagnosticar a los estudiantes a su ingreso a la profesión.

De estas actividades y lo que se quiere lograr con ellas, se clasifican en dos grupos: las que son generales para cualquier tipo de profesión, es decir, que son independientes de la profesión y las que dependen de la profesión con la que se trabaje. Entre la primera categoría se encuentran las actividades número 5 y 6, mientras que las que sí dependen de la profesión se localizan la 1, 2, 3, 4, 7 y 8 (Camarena, 2002a).

3. 1. 1. Elementos generales e independientes de la profesión

Para el punto 5, la actividad que indica indagar cómo contribuye la matemática a la profesión, es un estudio ya realizado para fundamentar el primer paradigma educativo de la TMCC, donde se menciona que la matemática es una herramienta y materia formativa en las profesiones donde ésta no es una meta por sí misma y se desarrollan competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella (Camarena, 2002a).

En relación al punto 6 independiente de la profesión, se menciona que hay que analizar bibliografía sobre los elementos que motivan al alumno del nivel superior. Después de llevar a cabo esta tarea se encontraron varios autores acerca de la motivación como Brown (1991), Dweck et al. (1983), Eberhard (1990), y Maslow (1991), una referencia que hace alusión a las edades de los muchachos es la psicología cognoscitiva de Ausubel et al. (1990). Aunque esta teoría no especifica los niveles educativos, se pueden inferir éstos de acuerdo a las edades de los pupilos y asociarles los motivadores correspondientes. Para el caso del nivel superior, los factores que contribuyen a la motivación, son principalmente los que giran alrededor de los intereses de la carrera seleccionada; desde luego que esto es cierto siempre y cuando los estudios del nivel superior hayan sido elegidos a completa satisfacción del alumno. Otro elemento importante para motivar al alumno, es que el estudiante le vea sentido a la matemática y esto se puede lograr vinculando ésta con la profesión, como ha sido mencionado con la TMCC.

3. 1. 2. Elementos dependientes de la profesión

Para el primer punto, su actividad menciona que se tiene que identificar en cada tema en la profesión qué se necesita de la matemática. Para esta actividad se requiere un análisis de los textos de las asignaturas de la profesión, de los estudiantes, así como proyectos de investigación de la profesión e identificar de ello lo que se necesita de matemática.

Referente al punto 2, se busca saber cómo se vincula la matemática con la profesión, situación que puede ser solventada a través del mismo análisis de textos y proyectos que

se realiza en el punto 1, ya que de ahí se puede ver cómo usan a la matemática y por tanto, observar la vinculación de ésta con la profesión.

Los puntos 3 y 4 están muy relacionados, al igual que, con el 1 y 2, por lo que el análisis de textos y proyectos de investigación de la profesión es la forma de abordar estos problemas.

Para el punto 7, la actividad describe que se realicen entrevistas a los profesionistas en funciones, sobre la matemática, principalmente sobre el uso que le dan. Por otro lado, las entrevistas también incluyen indagar sobre qué competencias se necesitan y qué consideran que les hace falta a los egresados en su formación.

Para el punto 8, de acuerdo a la actividad, se tiene que realizar un examen diagnóstico sobre los conocimientos previos del estudiante a su ingreso a la profesión, lo que da la base para iniciar con el primer curso, retomando lo que se considera fallas de los alumnos para la profesión en cuestión.

Así, de los elementos que dependen y los independientes de la profesión, se observa que los elementos dependientes de la profesión de que se trate son los que interesan para el diseño de una metodología que se enfoque a una profesión en particular, que de hecho, es la que se está buscando construir.

3. 2. ELABORACIÓN DE DIPCING

En la Tabla 6. 2 se han destacado las problemáticas que dependen de la profesión; las problemáticas independientes no apoyan la elaboración a desarrollar, ya que se desea una metodología que incida directamente en la profesión. Así, lo que dependa de la profesión es lo que interesa para la elaboración de la metodología DIPCING. Asimismo, de esta tabla se observa que son tres las actividades que se requieren para esta elaboración, luego son las que dan luz para la elaboración de DIPCING.

| NÚMERO DE PROBLEMÁTICA DEPENDIENTE DE PROFESIÓN | ANALIZAR LOS TEXTOS Y PROYECTOS DE LA PROFESIÓN | INDAGAR CÓMO CONTRIBUYE LA MATEMÁTICA A LA PROFESIÓN | INDAGAR SOBRE LA MOTIVACIÓN DEL ALUMNO | ENTREVISTAR A PROFESIONISTAS QUE FUNJAN COMO TALES | DIAGNOSTICAR A LOS ESTUDIANTES A SU INGRESO A LA PROFESIÓN |
|---|---|--|--|--|--|
| 1 | X | | | | |
| 2 | X | | | | |
| 3 | X | | | | |
| 4 | X | | | | |
| 5 No depende | | | | | |
| 6 No depende | | | | | |
| 7 | | | | X | |
| 8 | | | | | X |
| Actividades | X | | | X | X |

Tabla 6. 2: Problemáticas dependientes de la profesión y las actividades.

Estas actividades se jerarquizan de acuerdo a la coherencia en su realización, es decir, se inicia con el análisis de textos, teniendo los contenidos matemáticos que de ahí emergen, se pueden determinar los contenidos previos que deben poseer los alumnos. Las entrevistas a los profesionistas pueden ser realizadas en cualquier momento, sin embargo, se recomiendan después del análisis de textos para tener idea de dónde ubicar los contenidos matemáticos (Camarena, 1984, 1988, 1999).

3. 2. 1. Paradigma y premisa educativa que fundamentan DIPCING

De acuerdo a las concepciones semánticas de paradigma y premisa educativa, otorgadas en el capítulo 2 del libro sobre la *Matemática Social y Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*, un paradigma educativo "es una postura filosófica o ideológica que permite a una comunidad científica explicar, justificar o fundamentar un fenómeno educativo, donde el ámbito de trabajo es el de la comunidad científica". Mientras que una premisa educativa "es un supuesto o hipótesis que permite fundamentar un fenómeno educativo y su ámbito de trabajo es el área educativa".

Con estas concepciones se describe el paradigma educativo en que se fundamenta el proceso de investigación de DIPCING, el cual cumple con los identificadores de la concepción semántica, ya que es una postura filosófica de la comunidad de investigadores de la TMCC, para fundamentar la metodología (Camarena, 1984).

Con los cursos de la matemática el estudiante poseerá los elementos cognoscitivos y herramientas que utilizará en las materias específicas de su carrera, es decir, las asignaturas de la matemática no son una meta por sí mismas; sin dejar a un lado el hecho de que la matemática debe ser "formativa" para el alumno.

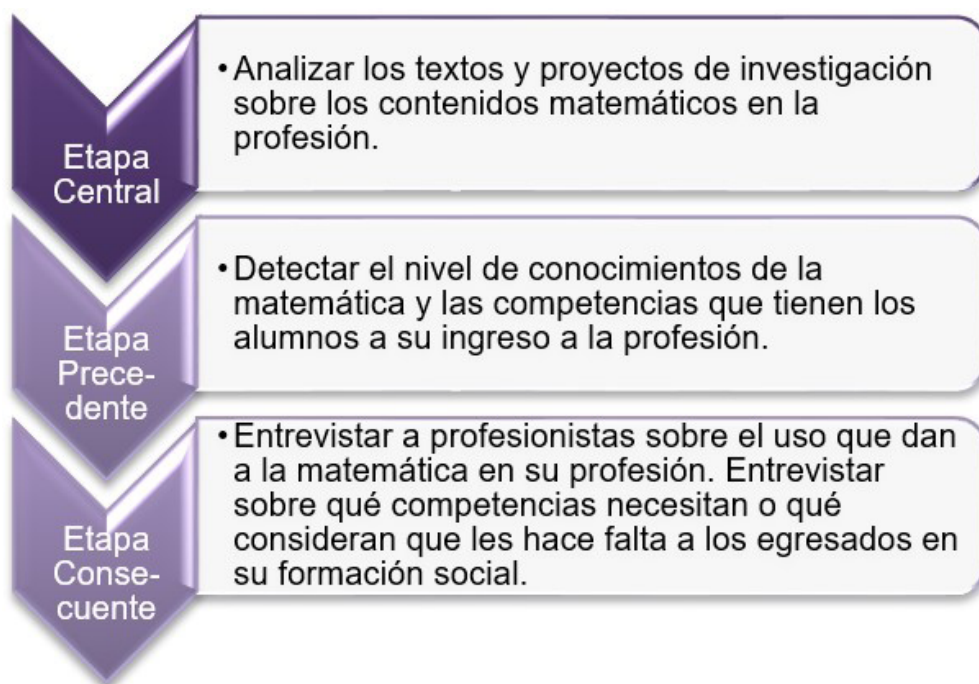
Asimismo, la premisa educativa que fundamenta la metodología, la cual satisface los identificadores de la concepción semántica, como supuesto permite fundamentarla (Camarena, 1984).

El currículo de la matemática debe ser objetivo, es decir, debe ser un currículo fundado sobre bases objetivas.

Dicho de otra forma, el currículo debe contener saberes matemáticos articulados con la profesión y debe permitir al docente saber por qué están incluidos esos temas y conceptos matemáticos. A continuación se describe la metodología DIPCING para la elaboración de programas de estudio por competencias de matemática de la profesión.

4. La metodología DIPCING

Para poder cumplir con la premisa dentro del marco del paradigma educativo planteado y abordar las actividades determinadas previamente, se propone la estrategia de investigación dada en tres etapas: la central, la precedente y la consecuente (Camarena, 1984).



Esquema 6. 2: Etapas de la metodología DIPCING.

4. 1. ETAPA CENTRAL DE DIPCING (CAMARENA, 1984)

Para poder realizar la primera etapa, o sea, la investigación sobre el análisis de los contenidos de matemática de los textos, tanto explícitos como implícitos, es necesario conocer el perfil del egresado de la profesión, el plan de estudios y los programas (temarios y bibliografía) de las asignaturas de la profesión que cursará el alumno, así como proyectos de investigación de la profesión. Las asignaturas a analizar son las correspondientes a los bloques de las ciencias básicas, así como de las ciencias básicas de la profesión y ciencias de especialidad de la profesión, recuérdese que se trata de un currículo tradicional por asignaturas.

Con esta información se formarán grupos de profesores de matemática que analizarán las asignaturas de la profesión, así como los proyectos de investigación de los profesionales; para la primera actividad se recurrirá directamente a los libros de texto o a las referencias bibliográficas más utilizadas en las materias correspondientes a la profesión, para obtener los temas requeridos de la matemática, incluyéndose desde luego, el enfoque y profundidad de cada uno de ellos, la notación con que se les describe y sus aplicaciones. Para la segunda etapa se procede igual con los proyectos de investigación de la profesión.

Con la actividad descrita, *se establece la vinculación curricular entre las ciencias básicas y la matemática, así como, entre las materias de las ciencias básicas de la profesión y la matemática, también la vinculación entre la matemática y las áreas de especialidad de la profesión* (Camarena, 1988).

Estos grupos de profesores deberán reportar por escrito los temas que hayan detectado, junto con el enfoque requerido por dichos conceptos, para tomarlos en cuenta en la elaboración de los programas de estudio. Los docentes, que eligieron una o varias asignaturas

para analizar, o proyectos de investigación, después de haber examinado los libros de texto de la profesión estarán capacitados para impartir seminarios al resto de los miembros de la Academia de Matemáticas, con el propósito de difundir sus conocimientos sobre el enfoque, notación, profundidad y aplicaciones que encontraron en las asignaturas elegidas. De igual forma, estos profesores podrán elaborar un banco de eventos contextualizados y apuntes sobre los conceptos que detectaron.

4. 2. ETAPA PRECEDENTE DE DIPCING (CAMARENA, 1988)

Una vez determinados cuáles son los contenidos de la matemática que se necesitan en la profesión, se pasa a la segunda etapa. La etapa precedente recibe este nombre debido a que se analiza el nivel educativo que precede al nivel superior. Se trata de identificar los contenidos matemáticos previos que posean los estudiantes a su ingreso a la carrera profesional, para que, con el contenido matemático nuevo se puedan establecer los amarres en las estructuras cognitivas del estudiante y que de esta forma queden establecidos en los estudiantes aprendizajes significativos, en el sentido de Ausubel et al. (1990), para apoyar la construcción del conocimiento en el alumno.

Con base en los contenidos matemáticos determinados y los conocimientos sobre la disciplina y experiencia docente, se determinan cuáles son los prerrequisitos necesarios para estos contenidos detectados de matemática. Con este análisis se define el perfil de ingreso en matemática del estudiante en el nivel superior. Asimismo, se establece la vinculación entre el nivel superior y el nivel medio superior en la matemática.

Con el examen diagnóstico sobre los prerrequisitos, se seleccionan los que se supone debió haber recibido el alumno en sus cursos de nivel medio, y los restantes, deberán incluirse en el currículo de los primeros años de la carrera o como cursos propedéuticos.

De los conceptos en los que la mayoría de los alumnos se encuentran deficientes se hará la siguiente clasificación (Camarena, 1988):

Temas que debe conocer el estudiante y que es capaz de estudiarlos por sí mismo con una simple orientación bibliográfica.

Temas que debe conocer y manejar con habilidad el alumno, los cuales deben ser tomados en cuenta para incluirse como parte propedéutica o como temas iniciales en la elaboración del currículo de los primeros cursos de matemática, determinándose un currículo de matemática flexible.

4. 3. ETAPA CONSECUENTE DE DIPCING (CAMARENA, 1988)

Con el final de la segunda etapa se pasa a la tercera, para la cual se debe llevar a cabo una investigación sobre entrevistas acerca del uso que le dan a la matemática en su actividad profesional, los profesionistas que realmente estén fungiendo como tales, es decir, profesionistas que desarrollen desempeños profesionales.

De igual forma, se investiga sobre qué competencias necesitan los egresados o qué consideran que les hace falta a los estudiantes durante su formación escolar, sobre su comportamiento en la sociedad, para lo cual se requiere de una guía escrita previa. Para el diseño de ésta se eligen actitudes y valores de la literatura, para que sean seleccionados y/o ponderados por los entrevistados, además de incluir espacios abiertos para que el en-

cuestado coloque los que considere pertinentes. Asimismo, se les invita a los profesionales entrevistados a que formulen actividades que tienen que desarrollar los egresados en donde intervienen estos elementos.

Esta información debe ser analizada por el coordinador de la elaboración del currículo junto con un equipo de docentes que él determine, ellos identifican los contenidos matemáticos de las competencias y, las actitudes y valores tanto de las competencias mencionadas como de los elementos que consideran les faltan a los egresados sobre su comportamiento social.

De la información sobre matemática habrá contenidos formativos que han sido detectados del análisis de textos, estos resultados del estudio ofrecen para el currículo una mejor jerarquización de la importancia que se les debe dar a estos temas. Mientras que los temas que no están incluidos en los textos de la profesión, se incluyen en el currículo de matemática, pero de estos contenidos los que corresponden a temáticas complejas para el nivel superior, deberán ser considerados para los cursos de posgrado en la profesión, *estableciéndose la vinculación entre el nivel superior y el de posgrado en la matemática* (Camarena, 1984).

En relación a la información de las competencias de la profesión, se identifican los componentes de valores y actitudes. De la información sobre lo que les hace falta en la formación a los egresados sobre su comportamiento social, también se determinan actitudes y valores. Toda esta información contribuye a la elaboración de las competencias matemáticas de la profesión. Con esta etapa también se *establece la vinculación entre la matemática de la profesión y la sociedad*.

5. Características de la metodología DIPCING

Después de llevar a cabo las actividades de investigación de las tres etapas mencionadas y con la información reportada por los distintos grupos de trabajo, la persona que coordine la elaboración de los programas de estudio de matemática, podrá realizar la agrupación de los temas encontrados de matemática para las asignaturas de los bloques de la profesión: las ciencias básicas y las áreas propias de la profesión, las ciencias básicas de la profesión y las de especialidad.

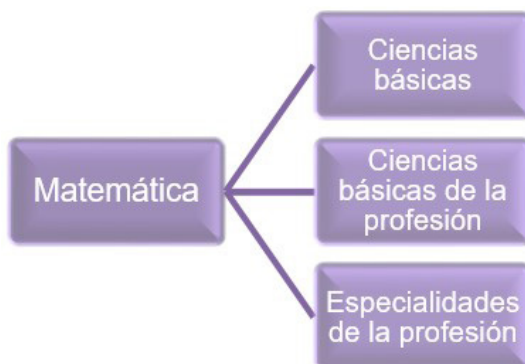
Es decir, hasta este momento se tienen solamente los temas matemáticos que se usan en las áreas de la profesión, a esto se le deberá agregar el contenido de matemática necesario para formar la estructura lógica del conocimiento y que sea sensata la impartición de los temas; este contenido adicional será el que permita hacer tan extensos o cortos los programas de estudio, además, los contenidos matemáticos que se emplean en la profesión se pueden modificar a menos que se cambien los cursos propios de la ingeniería, mientras que los contenidos que se adicionan para formar la estructura lógica del conocimiento matemático está en función de lo que pretende la institución con sus egresados, ya sea técnicos, sólo profesionistas de diseño o investigadores. Estos dos tipos de contenidos modulan la importancia y profundidad que se les deba dar a los temas matemáticos en las clases (Camarena, 1984, 1999, 2002b).

Cabe mencionar que de lo anterior se desprenden: el número de asignaturas a impartirse de matemática. La ubicación de estos cursos en el mapa curricular, así como *la vinculación de antecedentes y consecuentes con las demás asignaturas del mapa curricular* de la profesión de que se trate. Para cada curso de matemática se debe determinar el contenido temático con su extensión, tiempos y profundidad que se les debe dedicar, así como el

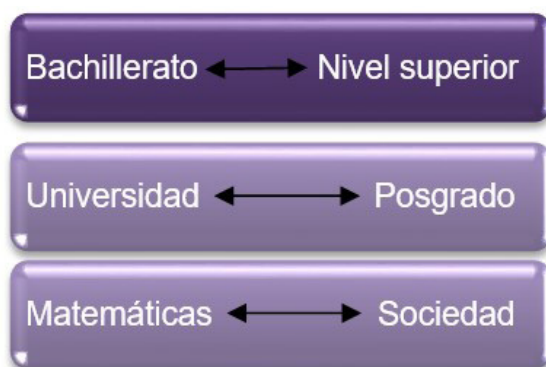
enfoque, notación y aplicaciones que se les deba de dar, elementos detectados de la etapa central. Asimismo, también se deberá contemplar el *aspecto formativo* de la matemática, es decir, las *características cognitivas y constructivistas de la matemática*, para que el alumno adquiera un carácter crítico, un espíritu científico, así como orden y disciplina mentales.

5. 1. VINCULACIÓN INTERNA Y EXTERNA DE DIPCING (CAMARENA, 1988)

Es importante señalar que esta metodología posee un *carácter integral*, ya que toma en cuenta la vinculación interna y externa de la profesión dentro del marco de la matemática, integrando los resultados de las tres etapas. De hecho, la *vinculación interna* queda establecida entre la matemática y las asignaturas de los tres bloques de la profesión, originada de la primera etapa; dicho de otra forma, la interdisciplinariedad de las asignaturas del mapa curricular ahora sí es explícito y conocido para los profesores; se diseñan programas de estudio donde el profesor conoce el por qué están incluidos cada uno de los temas que constituyen el programa, ya sea porque apoyan a las ciencias básicas o porque son de aplicación directa a la profesión (en donde el profesor sabe exactamente dónde se aplican) o, porque son adicionados para formar la estructura lógica del conocimiento. Mientras que la *vinculación externa* se establece entre el nivel medio superior y las profesiones, lo cual se generó de la segunda etapa de la metodología, así como entre estas últimas con el posgrado y la vinculación de la matemática con la sociedad, determinadas por la tercera etapa. Véase el Esquema 6. 3 y Esquema 6. 4.



Esquema 6. 3: Vinculación curricular interna de la matemática en las profesiones.



Esquema 6. 4: Vinculación curricular externa de la matemática en las profesiones.

5. 2. CONSTRUCTOS TEÓRICOS DE DIPCING (CAMARENA, 1988, 2002A, 2004)

Después de aplicar la metodología de investigación DIPCING a diversas profesiones, se identifican elementos en común, que constituyen constructos teóricos. Entre las profesiones de la muestra se encuentran: Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Química, Ingeniería Textil, Sistemas Computacionales, Biónica, Control y Automatización, Bioquímica.

Cabe mencionar que la concepción semántica del vocablo *constructo* o *constructo teórico*, diseñado en el capítulo primero del libro sobre la *Matemática Social y Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*, se concibe como un término relacionado con teorías (o construcción teórica) que permite analizar fenómenos de la materia en cuestión, dentro del ámbito de la o las teorías con las que se relaciona.

5. 2. 1 Matemática que depende de la profesión

De la etapa central se ha detectado que la matemática que se emplea en una carrera, está dada en una proporción de entre el 70 y 90 por ciento, porcentaje que depende de la profesión, apoyando los cursos de las ciencias básicas y ciencias básicas de la profesión, siendo el restante del 30 al 10 por ciento de la matemática la que apoya a las ciencias de especialización de la profesión, tiene que ver con el tipo de características que se le demandan a la matemática (Camarena, 1988, 2002a, 2004). Siendo éste un primer constructo teórico (1), ya que DIPCING depende directamente de la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*.

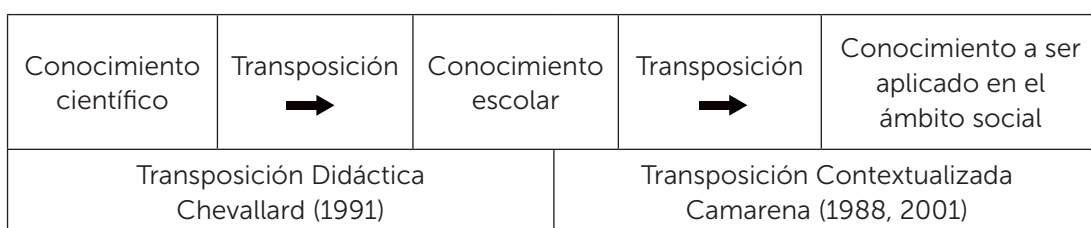
5. 2. 2 Matemática que apoya teoría y aplicaciones de la profesión

De la misma etapa central, se ha identificado que los cursos de las ciencias básicas de la profesión están constituidos por dos enfoques, el teórico y el de aplicación (segundo constructo). De esta forma se cuenta con la matemática que apoya a las partes teóricas de estos cursos y con la matemática que se necesita en la aplicación de estas disciplinas. La matemática que apoya a la aplicación es una matemática en la que se requieren desarrollar habilidades en el estudiante para su manejo y aplicación, mientras que para la parte teórica no es necesario el desarrollo de estas habilidades, mas no se está diciendo que no se desarrollen, esto dependerá de los tiempos curriculares de las asignaturas, pero existe esta opción (Camarena, 1988, 2002a, 2004). En la categoría de aplicación también caen las ciencias de especialidad, que corresponden al tercer bloque de la clasificación de asignaturas de la profesión.

5. 2. 3. Transposición contextualizada

Otro constructo relevante se descubre en esta etapa: la diferencia entre la matemática escolar y la matemática de aplicación en el campo profesional, fenómeno que se ha denominado *transposición contextualizada* (Camarena, 1988, 2001). De hecho, un contenido matemático que ha sido enseñado y que está destinado a utilizarse en la profesión sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para las aplicaciones en la profesión, al cual se le llama: *saber de aplicación*. El término *Saber* es la forma de denotar a los contenidos matemáticos o de cualquier otra ciencia según la corriente educativa francesa definida por Bachelard (1976) y Brousseau (1994). Así, el saber didáctico se extrae del dominio escolar para insertarse en el ámbito de la profesión, convirtiéndose en saber de aplicación. Al conjunto de las transformaciones que sufre un

saber para pasar del saber a enseñar (localizado en el ámbito escolar) al saber de aplicación (se ubica en el ámbito de la profesión) se le denomina en la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias: *transposición contextualizada* (Camarena, 1999, 2001). Es interesante comentar que así como existe la transposición didáctica (cuya intencionalidad es la enseñanza) (Chevallard, 1991), la cual modifica el saber científico al saber a enseñar, también existe la transposición contextualizada, (con la intencionalidad de ser empleado en la profesión), la cual modifica este saber a enseñar en un saber de aplicación, ver el Esquema 6. 5; es decir, el saber en el ámbito escolar es uno y otro cuando está en el contexto de la profesión en donde se le utilizará (tercer constructo). Asimismo, el conocer la transposición contextualizada de temas y conceptos de matemática modula y cuantifica la rigidez, rigurosidad y formalidad de la matemática en carreras en donde ésta no es una meta por sí misma.



Esquema 6. 5: Transposiciones del conocimiento.

5. 2. 4. Diferencias entre contenidos matemáticos

Con la metodología de investigación DIPCING se diseñan programas de estudio en donde el profesor conoce el por qué están incluidos cada uno de los temas que constituyen el programa. Esto es, ya sea porque son de aplicación directa a la profesión, porque apoyan las partes teóricas de las ciencias propias de la profesión o porque son adicionados para formar la estructura lógica del conocimiento. El tener en claro la diferencia entre los contenidos matemáticos de la profesión y los contenidos matemáticos para la estructura lógica del conocimiento, permite ver la importancia y profundidad que se les deba dar a los temas y conceptos matemáticos en las clases (cuarto constructo) (Camarena, 1988, 2002a, 2004). Este elemento incide en el carácter formativo que ofrece la matemática. El saber en dónde y cómo se aplicará la matemática que se ha determinado, así como el tener conocimientos de que la matemática es más importante y necesaria en los primeros semestres o tronco común, que es en donde se cursan las asignaturas de las ciencias básicas de la profesión o en las últimas asignaturas que es donde cursan las materias de especialidad de la profesión, también el tener en claro en qué temas y conceptos matemáticos se deben desarrollar habilidades en los alumnos, lleva a instalar una concepción específica en los docentes de matemática respecto a la enseñanza de esta ciencia, la cual tiende hacia la didáctica de la Matemática en Contexto. Véase el Esquema 6. 4.



Esquema 6. 4: Constructos teóricos de DPCING.

Por otro lado, el tener conocimiento de estos constructos teóricos, mínimamente, hace reflexionar al profesor respecto a su práctica docente. Según sus aspiraciones e intereses los irá incorporando a su quehacer docente, convergiendo a la didáctica de la Matemática en Contexto.

Cabe mencionar que tanto la metodología DPCING en las profesiones como la estrategia didáctica de la Matemática en Contexto pretenden contar con una matemática que presente conocimientos integrados y significativos, entendido este término con la concepción de Ausubel et al. (1990), para que el futuro egresado pueda hacer la transferencia de conocimientos a su campo profesional.

6. DPCING en el microcosmos de la matemática en una profesión

Las instituciones de educación superior se encuentran en una etapa de transición, influenciada fuertemente por las políticas que en este nivel educativo plantean algunos organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y el Banco Mundial; políticas que están encaminadas al fortalecimiento de los programas académicos por competencias que ofertan las Instituciones, lo cual se refleja en lineamientos para el diseño curricular. Entre éstos se localizan los siguientes que hacen presencia en el *microcosmos* de la matemática dentro de un currículo que no es por competencias (Camarena, 2002a):

- Flexibilidad curricular
- Salidas laterales
- Movilidad estudiantil
- Formación integral
- Programa de tutorías

La flexibilidad curricular implica que no se trata de un currículo rígido, éste es un currículo flexible que permite la modificación de los contenidos curriculares, o que facilita la incorporación de nuevos contenidos. Como el caso de la etapa antecedente de DIPCING, que en cada semestre se realiza un examen diagnóstico de los estudiantes, para incorporar al currículo los temas que se consideren pertinentes. Asimismo, es necesario contar con un diseño curricular que permita la construcción de las trayectorias académicas de los estudiantes con la guía de su tutor.

Salidas laterales. Al menos una salida lateral deberá ser contemplada en el programa académico. Estará señalada en el plan de estudios indicando qué competencias son las que otorga la salida y qué tipo de documento las avalará.

La movilidad estudiantil se puede dar entre programas académicos y entre diferentes modalidades educativas, es necesario conocer en cuáles programas y en qué instituciones educativas nacionales o internacionales se localizan estos programas, lo cual estará sujeto al convenio entre el Instituto y las instituciones educativas en cuestión. Si se han diseñado programas por competencias con DIPCING, la movilidad estudiantil se facilita, porque la institución de intercambio puede ubicar estas competencias en su programa de estudios, para saber en qué cursos puede participar el alumno.

La formación integral, como se había comentado, se estará refiriendo al desarrollo de competencias.

El programa de tutorías es de apoyo al estudiante, para orientarlo sobre que asignaturas puede cursar. Cada estudiante desde su ingreso al programa académico deberá conocer quién es su tutor y en qué dirección física o virtual lo localiza.

Estos lineamientos curriculares los organismos internacionales los dictan para un currículo por competencias, sin embargo, como se está trabajando con un currículo tradicional por asignaturas, solamente se puede recurrir a microcosmos de la matemática en la profesión, cumpliéndose estos lineamientos como se puede observar, situación que refleja el potencia de DIPCING, aunque sea para una sola área del conocimiento.



Esquema 6. 5: Microcosmos de la matemática y los organismos internacionales.

7. Elementos que se generan de DIPCING (Camarena, 1984)

De la metodología de investigación DIPCING emergen elementos de apoyo para la implementación de los programas de estudio, así como un programa de actualización docente (Camarena, 1994) en donde se incluyen, entre otros, cursos de matemática integrada con la profesión. También emerge la didáctica a seguir en las profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma y se desarrollan competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella, y ésta debe ser presentada a los estudiantes de manera integrada a la profesión (Camarena, 1987, 1993, 1995, 1999). En el siguiente capítulo se muestra un ejemplo de elaboración de programa de estudio por competencias matemáticas en la profesión.

Es más, con la metodología, se obtienen programas de estudio objetivos y sobre todo vinculados con las materias de la profesión a la cual apoyan, así como, vinculados con el nivel medio superior y la sociedad (Camarena, 1988, 1999, 2002b; Lima et al., 2016).

7.1. IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ESTUDIO (CAMARENA, 1984)

Con la metodología de investigación DIPCING se obtienen programas de estudio objetivos y sobre todo vinculados con las materias de la ingeniería a la cual apoyan, así como, vinculados con el nivel medio superior, el posgrado y la sociedad.

Cabe aclarar que los programas de estudio deberán incluir el contenido de los temas y subtemas; las competencias a desarrollarse en los temas; los tiempos estimados en horas y número de sesiones, para la materia y para cada tema y subtema.

Un programa de estudio por muy bien diseñado que se encuentre, como los que se diseñan con la metodología DIPCING, no podrá llegar muy lejos si no tienen una buena implementación que garantice su aplicación como lo marca la metodología. Es decir, los programas de estudio no son solamente los contenidos que deben impartirse, sino que se debe saber cómo implementarlos, lo cual no queda explícito a través de los formatos de los programas de estudio, debe haber una serie de elementos que los apoyen, los cuales versan sobre aspectos didácticos y cognitivos, es decir, sobre la didáctica de la Matemática en Contexto, también se requiere de la elaboración de materiales de apoyo didáctico a los cursos, así como de un banco de eventos contextualizados, y una guía de estudio con eventos contextualizados que tenga que investigar el alumno para despertar su interés y la iniciativa de investigación.

7.2. ASPECTOS DIDÁCTICOS (CAMARENA, 1988)

Con DIPCING y la didáctica de la *Matemática en Contexto* se favorece la formación integral de los egresados, con lo cual se eleva la calidad profesional de los mismos. Al presentar a la matemática contextualizada se favorece la motivación y se construyen conocimientos significativos en el alumno, lo cual incide en aprendizajes duraderos, no volátiles, en la terminología de Ausubel et al. (1990).

De la metodología se desprenden de manera natural lineamientos didácticos a seguir para la matemática en profesiones, entre los que se encuentra la *contextualización* (Camarena, 1988, 2002b). Con la didáctica de la Matemática en Contexto se integran conocimientos para trabajar la interdisciplinariedad; además, éste es el camino ideal para el

desarrollo de competencias matemáticas de la profesión, pues ofrece eventos contextualizados que no son artificiales, sino al contrario, son del interés del alumno, con éstos se les puede motivar fácilmente y no son áridos, ni están aislados de la realidad del estudiante. Para este punto se requiere determinar el contenido temático de cada asignatura con su extensión, tiempos y profundidad que se les debe dedicar, así como el enfoque, notación y aplicaciones que se les deba de dar.

Si el estudiante realmente tiene gusto por su carrera, encuentra en la matemática contextualizada no solamente necesidad de ella, sino también un profundo gusto por la misma y gran interés por su dominio. Entre los materiales de apoyo didáctico se tiene un banco de eventos contextualizados que sean guía del curso tanto para los alumnos como para los profesores. Otro elemento de mucho peso es el uso de la tecnología electrónica como apoyo didáctico. En la actualidad no se puede descuidar este aspecto ya que los alumnos están en contacto directo con la tecnología y por otro lado, en su vida profesional harán uso de esta herramienta.

7.3. ACTUALIZACIÓN DE DOCENTES (CAMARENA, 1984)

De la metodología de investigación DIPCING se genera fácilmente la contextualización de la matemática en la profesión y se obtienen los temas sobre los cuales se les debe actualizar a los profesores, asimismo, se desprende el perfil deseado del personal académico de matemática (Camarena, 1992, 1994). Por la forma como han quedado diseñados los programas de estudio y la didáctica que se induce de éstos, se observa que los docentes que apoyan el proceso didáctico, con formación de físicos, químicos o matemáticos, deben prepararse más en las áreas de la profesión en donde laboran. Los profesionistas docentes deben recibir una formación más sólida en matemática de la que poseen al egreso de su carrera.

Como es obvio, de esta metodología, los cursos de actualización docente deberán ser cursos que contengan la matemática contextualizada en la profesión, así como cursos acerca de la didáctica de la Matemática en Contexto, conocimientos sobre lo que es toda la carrera en general en la que prestan sus servicios académicos, etc.

8. Conclusiones

A través del presente capítulo se ha podido mostrar el origen de DIPCING, así como su diseño y elaboración. La metodología de investigación consta de tres etapas que permiten identificar competencias profesionales de matemática en carreras en donde la matemática no es una meta por sí misma; es decir, se construyen competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella; asimismo, la metodología faculta para la elaboración de programas de estudio de matemática por competencias de la profesión.

DIPCING posee vinculación interna y externa, así como, cuatro constructos teóricos que permiten ver el potencial de la metodología que es única, y ha sido diseñada desde 1982 y expuesta a la luz en 1984 a través de las referencias de Camarena (1988).

Otro elemento de mucho peso, el cual permite entender las competencias matemáticas de la profesión en una carrera que no es por competencias, que es por asignaturas y objeti-

vo, es el relativo al microcosmos de la matemática en una profesión, véase el Esquema 6. 1.

A través del microcosmos se puede ver el área de matemática dentro del currículo de la profesión, como un espacio que puede ser usado por los docentes interesados en participar en un currículo por competencias matemáticas de la profesión.

CAPÍTULO 7

CONSTRUCCIÓN DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS DE LA PROFESIÓN

DIPCING

1. Introducción

Para la construcción de competencias matemáticas de la profesión, en una carrera con currículo tradicional por asignaturas, se requiere contar con los cuatro componentes de las competencias. Para ello, según la tercera etapa de DIPCING, los profesionistas entrevistados mencionaron que se desea un egresado con valores, con actitudes de colaboración, honestidad, ética, saber trabajar en equipo, personas comprometidas y que los conocimientos que recibió en la escuela los aplique eficientemente y con habilidades, asimismo, comentaron que no es suficiente el tener solamente el conocimiento de la escuela, se necesita de más, se requiere que actúen de forma espontánea con valores, actitudes (Camarena, 2004b).

En este capítulo se presenta cómo se construyen las competencias matemáticas de la profesión, en carreras en donde la matemática no es una meta por sí misma; es decir, construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella. Es importante mencionar que no se han podido obtener competencias como tal a través de los profesionistas, ellos solamente mencionan a los componentes de las competencias, luego, éste es un esfuerzo por construir competencias en el marco de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (TMCC) y la Matemática Social. Asimismo, se muestra un ejemplo sobre la elaboración de programas de estudio por competencias matemáticas de la profesión.

2. Insumos de las competencias matemáticas

Se ha mencionado que las competencias poseen cuatro componentes los cuales se identifican a través de la metodología de investigación DIPCING (Camarena, 1988, 2002a, 2016a). Cabe mencionar que los conocimientos y habilidades de las competencias matemáticas de

la profesión son propios de la disciplina matemática, para abordar exitosamente eventos contextualizados. Éstos se identifican en las etapas central y antecedente de los procesos de investigación de DIPCING.

Las actitudes y valores son acordes a las actitudes y valores que debe poseer el futuro profesional de la carrera universitaria en donde se encuentra inmersa la matemática, punto de vista de la línea de pensamiento de la TMCC. Éstas se identifican en las etapas antecedente y consecuente de los procesos de investigación de DIPCING. Dicho sea, las actitudes y valores son necesarias para trabajar la matemática en la sociedad, porque se trabaja una Matemática Social. Estos componentes los desarrolla el alumno en forma gradual y a lo largo de todo el proceso educativo.

La etapa central de DIPCING, a través de su proceso de investigación permite conocer la vinculación de la matemática con las asignaturas de la profesión, es decir, los componentes de conocimientos y habilidades matemáticas, asimismo, la etapa precedente ofrece los conocimientos y competencias previas que poseen los estudiantes a su ingreso a la profesión para modificar el currículo de matemática.

La etapa consecuente ofrece los componentes de valores y actitudes deseados en los egresados, ya que no se pudo contar con competencias, los profesionistas entrevistados no tenían la misma concepción de competencias que la Matemática Social, ellos sólo se referían a componentes de las competencias, lo que ha llevado a construir las competencias con la información obtenida.

Por otro lado, a través de la Fase Epistemológica de la TMCC, se investiga la vinculación científica de la matemática con la formación profesional del futuro egresado en un mundo globalizado y competente a nivel mundial. La Fase Didáctica, permite el desarrollo de las competencias matemáticas profesionales en el estudiante con la didáctica de la Matemática en el Contexto y los eventos contextualizados, así como con la actividad docente que faculta al profesor a que sea un guía en esta actividad. Con la Fase Cognitiva se identifican las competencias previas que ha desarrollado el estudiante, así como los conocimientos previos, habilidades, actitudes y valores, todo esto es el punto de partida para la didáctica de la Matemática en Contexto.

3. Construcción de competencia matemática

En esta sección se muestra el proceso de construcción de competencias matemáticas de la profesión, en el marco de la Matemática Social y su teoría asociada de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (Camarena, 2004).

Hay un proceso considerado para construir competencias, a través de dar una clasificación de éstas: Conceptuales, Procedimentales y Actitudinales, esta distinción hace referencia a tres de los cuatro pilares de la educación marcados por Delors (1996): aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir y aprender a ser, donde, al parecer incluyen el pilar aprender a vivir en aprender a ser. Así, en las competencias conceptuales se refleja el pilar "aprender a conocer", en las procedimentales se considera el "aprender a hacer" y en las competencias actitudinales se encuentra el pilar "aprender a ser".

Hay quienes tienen la misma idea a través de clasificaciones y hacen énfasis en los saberes teórico (saber aprender), heurístico (saber hacer), axiológico (saber ser) y social (saber convivir), todo ello integrándose en competencias de tipo teórico, metodológicas, procedimentales, sociales o participativas (Ortiz, et al. 2006).

Estas clasificaciones no están acorde con la definición que se ha dado sobre competencia en la Matemática Social, ya que al clasificarlas como lo hacen se está disgregando el conocimiento que van a recibir los alumnos, con lo cual no se puede garantizar el desarrollo integral de una competencia. Por ejemplo se menciona por diferentes autores que una competencia es la ética, sin embargo, para la TMCC y la Matemática Social, la ética es un valor y un componente de competencia; porque si se dice que es una competencia, debe estar en claro cuáles son los cuatro componentes que se han dado en la definición.

Con la definición construida dentro de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias y la Matemática Social, una competencia de facto incluye conocimientos, habilidades, actitudes y valores y, su implementación con la didáctica de la Matemática en Contexto apoya que se desarrolle la competencia y los cuatro pilares de la educación, no se requiere separar el conocimiento. Aunque cabe mencionar que no se está buscando que se desarrollen estos pilares, de manera natural esto sucede con la definición de competencia y el trabajo que se realiza en el ambiente de aprendizaje, lo que se pretende es desarrollar competencias matemáticas de la profesión.

Así, el proceso a considerar para la construcción de las competencias es siguiendo la definición de competencias y siendo congruentes con la TMCC y la Matemática Social, es decir, deben estar presentes los cuatro componentes y la integración de éstos.

Para iniciar se describe nuevamente la definición de competencia en la Matemática Social: Las competencias son las fortalezas del futuro profesionista para enfrentar una situación problemática en su ámbito profesional y laboral, haciendo uso de la integración de todo su bagaje de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que son movilizados en sus estructuras cognitivas.

De la definición, al mencionar que las competencias son las fortalezas del estudiante para enfrentar una situación problemática, se sobreentiende que estas fortalezas son las que ha desarrollado durante su formación escolar a través de la didáctica de la Matemática en Contexto, así como con las experiencias vividas. Con la expresión que dice: haciendo uso de la integración de todo su bagaje de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que son movilizados en sus estructuras cognitivas, es lo que se ha desarrollado con la didáctica de la Matemática en Contexto a través de los eventos contextualizados que incluyen los cuatro componentes de las competencias, para lo cual se requiere de la movilización de sus fortalezas asentadas en sus estructuras cognitivas.

Por otro lado, la didáctica de la Matemática en Contexto posee como forma de trabajo los eventos contextualizados, los que incluyen los cuatro componentes y son necesarios para el desarrollo de las competencias en los estudiantes. De esta forma, una competencia debe dar luz para la elaboración de los eventos contextualizados y tiene que integrar los cuatro componentes: conocimientos, habilidades, actitudes y valores de las competencias.

Los conocimientos y habilidades quedan incluidos en los eventos contextualizados a través de la etapa central de DIPCIING, mientras que las actitudes y valores deben incorporarse de forma congruente. El punto aquí es que no se han podido obtener competencias, como se han definido en la TMCC como tales a través de los profesionistas, luego éste es un esfuerzo por construir competencias.

3. 1. EJEMPLOS DE CONSTRUCCIÓN DE COMPETENCIA MATEMÁTICA DE LA PROFESIÓN

3. 1. 1 Ejemplo 1

Para explicar el proceso de construcción de competencia matemática de la profesión, se inicia con un ejemplo (Camarena, 1988, 2004b). De la etapa central de DIPCIING se identificó, para la profesión de Comunicaciones y Electrónica, que las ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales se contextualizan, entre otros, en la teoría electromagnética, situación que permite iniciar la formulación de una competencia como se muestra a continuación.

PASO 1.

Resolver eventos contextualizados de la teoría electromagnética, en particular de antenas, los cuales involucren ecuaciones diferenciales

PASO 2.

Por otro lado, el trabajo que se lleva a cabo con la didáctica de la Matemática en Contexto, a través de los eventos contextualizados, es de tipo interdisciplinario, luego, se puede reformular el inicio incluyendo este término, como por ejemplo:

Resolver de forma interdisciplinaria eventos contextualizados de la teoría electromagnética, en particular de antenas, los cuales involucren ecuaciones diferenciales

PASO 3.

El caso de las antenas ha creado gran polémica por el daño que puede causar a sus usuarios, lo que da pie a incorporar juicios de valor, como por ejemplo:

Resolver de forma interdisciplinaria problemas de la teoría electromagnética, en particular de antenas, los cuales involucren ecuaciones diferenciales, contribuyendo a toma de decisiones mediante juicios de valor (Camarena, 2004b).

Para esta competencia se requieren *conocimientos* matemáticos sobre ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias como parciales, conocimientos del contexto, caso de la teoría electromagnética, particularmente antenas.

Las *habilidades* están implícitas, como las que se necesitan para modelar matemáticamente los problemas sobre antenas. Además, el trabajo de la didáctica de la Matemática en Contexto, requiere de habilidades para el trabajo en equipo como la comunicación, el saber escuchar, el argumentar, entre otros.

Nuevamente, por el trabajo de la didáctica de la Matemática en Contexto, también están implícitas *actitudes*, como las necesarias para trabajar en equipo y de forma interdisciplinaria, tener actitudes de colaboración entre otros, asimismo, *valores* de respeto, honestidad, responsabilidad y tolerancia con los compañeros, entre otros.

En este ejemplo se puede ver fácilmente la integración de los cuatro componentes en la competencia, cumpliendo con la definición dentro de la TMCC y la Matemática Social. En este caso se requirieron tres pasos para la construcción de la competencia, sin embargo, este no es un número fijo, varía según la información que se tiene.

3. 1. 2 Ejemplo 2

De la etapa central de DIPCIING, la que a través de su proceso de investigación permite determinar la vinculación de la matemática con la profesión, se ha obtenido que las transformadas integrales y las discretas se contextualizan, entre otros, en la teoría de comunicaciones, con lo cual se puede iniciar la construcción de la competencia (Camarena, 1988, 2004).

PASO 1.

Resolver eventos contextualizados de la teoría de comunicación, con las transformadas integrales y discretas

PASO 2.

Como el uso de transformadas para enviar señales es relativamente nuevo, se requiere de su difusión, luego, se puede reescribir la propuesta del paso 1, como por ejemplo:

Resolver en equipo interdisciplinario eventos contextualizados de la teoría de comunicación, con las transformadas integrales y discretas, donde la comunicación oral y escrita permita su difusión (Camarena, 2004).

Para la competencia descrita se requieren *conocimientos* matemáticos sobre transformadas integrales y discretas, así como los conocimientos del contexto, que serían los de teoría de la comunicación.

Al hablar de la resolución de eventos contextualizados, las *habilidades* que se requieren son trabajo en equipo, la comunicación, argumentación, modelación matemática. Mientras que para la comunicación oral y escrita, es necesaria la síntesis, redacción, ortografía.

La *actitud* de respeto es esencial, como hablar el tiempo prudente, "no quedarse con el micrófono", saber escuchar. También, el trabajo en equipo e interdisciplinario, actitudes de colaboración, respeto, responsabilidad. En relación a los *valores*, algunos son de respeto, tolerancia, honestidad, responsabilidad, compromiso.

Al exponer los cuatro componentes de la competencia, se puede observar que están incluidos e integrados en un solo propósito, la competencia; cumpliendo con la definición de competencia en el marco de la TMCC y la línea de investigación de la Matemática Social.

3. 1. 3 Observaciones

La forma de construcción de una competencia, es verdad que, se observa un tanto artificial, sin embargo, para ser congruentes con la definición que se ha construido de competencias, es necesario que se incluyan los cuatro componentes de forma integral. Por otro lado, aunque se declare en algunas instituciones educativas y por algunos autores que una competencia debe poseer estas cuatro características: conocimientos, habilidades, actitudes y valores, resulta que no se identifican las mismas cuando muestran una competencia, esta última se reduce a un componente de la competencia.

Luego, una competencia como la deseada con la definición de la TMCC, no es concebida en el ámbito educativo ni social, así que ésta debe ser construida. Lo que sí se puede decir para la construcción de las competencias, es que, la elaboración de eventos con-

textualizados, permite incluir conocimientos y habilidades; para las actitudes y valores hay que conocer los que son requeridos para el futuro profesionalista y tener cuidado de que se cubran los cuatro componentes en algún momento. Asimismo, como se está trabajando con un currículo tradicional por asignaturas, es importante tener en cuenta el semestre de la asignatura para el grado de dificultad que se va incorporando a las competencias y en consecuencia a los eventos contextualizados (Camarena, 2004).

4. Elaboración de programas por competencias matemáticas de la profesión

Para la elaboración de los programas por competencias matemáticas de la profesión, es importante mencionar que desde el plano de los contenidos se considera que habrá que orientar los esfuerzos para que el estudiante desarrolle conceptos, no por su importancia científica *per se*, sino más bien por la relevancia y significado que tendrán para él como futuro miembro de la sociedad. Aquí también se inicia con una experiencia de aplicación de DIPCING, donde las tres etapas fueron aplicadas. Cabe mencionar, que la metodología se ha aplicado para otras profesiones pero de forma parcial, no con sus tres etapas, de ahí la importancia de mostrar esta experiencia.

4. 1. EJEMPLO DE LA APLICACIÓN DE DIPCING (CAMARENA, 1988)

En esta sección se muestra un ejemplo en donde se aplicó en 1988, la metodología DIPCING, a través de sus procesos de investigación se cuenta con componentes de competencias para ilustrar la elaboración de programas de estudio por competencias matemáticas de la profesión.

Es de mencionarse que la aplicación de DIPCING se realizó a sabiendas de que se haría una reestructuración del currículo de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, con miras a contar con más especialidades. Esta situación requería de más espacios en el mapa curricular, por lo que los ingenieros que organizaban el rediseño decidieron que quitarían el primer curso de matemática y el primero de física, argumentando que eran temas que habían estudiado los alumnos en el ciclo anterior. Sin embargo, los docentes de matemática no estaban de acuerdo, porque sabían que los estudiantes venían mal preparados, además, hay temas que no se estudian en el ciclo anterior y que son necesarios para esta profesión en Comunicaciones y Electrónica; el tema aludido es el de Cálculo Diferencial e Integral de funciones reales de una variable real (Camarena, 1988).

Contando con esta oportunidad se propuso a la Academia de Matemáticas llevar a cabo la metodología DIPCING para la elaboración de los programas de estudio de matemática. Se solicitó a algunos ingenieros de las especialidades que dieran pláticas sobre el uso que dan a la matemática en sus asignaturas. Asimismo, Camarena impartió varias pláticas y conferencias para sensibilizar a los docentes y que aceptaran participar. Afortunadamente el 92% de los profesores de matemática aceptaron el reto.

4. 1. 1. Resultados de la aplicación de DIPCIING

Etapa Central de DIPCIING (Camarena, 1988)

Con la investigación de la etapa central de la metodología, se ha identificado que hay muchos temas matemáticos que son requeridos por los cursos de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, en particular en las áreas de especialización de la ingeniería y, sin embargo, *no están incluidos* en los programas de estudio de matemática. Ejemplos de algunos temas son: Cambios de bases numéricas, Coordenadas esféricas y cilíndricas, Solución de integrales por series, Gráficas en papel logarítmico, Series numéricas, Criterios de convergencia, Solución de ecuaciones y sistemas integro-diferenciales, Funciones de Bessel, Funciones de Legendre, Polinomios de Chebyshev, Transformada Z, entre muchos otros temas.

Existen otros temas matemáticos en los programas de estudio que en *ningún curso de esta ingeniería se utilizan* y como no forman parte de la estructura lógica del conocimiento se pueden quitar sin causar ningún problema formativo en el estudiante. Ejemplos de algunos temas son: Demostraciones de límites de funciones de variable real por medio de ϵ y δ , Ecuaciones diferenciales exactas con factores de integración, Método de variación de parámetros para la solución de ecuaciones diferenciales parciales, entre otros más.

También el estudio dio evidencia de que hay cursos específicos de matemática que se encuentran *mal ubicados en el mapa curricular* de la carrera, por ejemplo dos semestres antes de que puedan ser utilizados estos contenidos matemáticos en los cursos propios de la ingeniería, lo que conlleva una ruptura cognitiva temporal en el estudiante y el docente de la ingeniería tenga que repetir los temas.

Por ejemplo: El tema de Vectores se ofrece en el segundo semestre y se requiere desde el primer semestre para el curso de Física 1; Solución de la ecuación de onda se incluye en el cuarto semestre y se necesita en el tercero para el curso de Física 3; Transformada de Laplace se contempla en el tercer semestre y se usa en el quinto semestre para el curso de Teoría de los circuitos 3; Análisis de Fourier se imparte en el cuarto semestre y se requiere en el séptimo semestre para Teoría de las comunicaciones 1; entre muchos más.

Por otro lado, se identificó que las habilidades matemáticas que deben ser desarrolladas en los alumnos son las correspondientes a los temas matemáticos que son el sustento de los cursos de la especialidad de la ingeniería, en los temas matemáticos que apoyan a los cursos de las ciencias básicas y cursos básicos de la ingeniería, no es necesario desarrollar habilidades matemáticas, pero si los tiempos curriculares de los programas de estudio permiten el desarrollo de habilidades en estos temas se recomienda hacerlo.

Se han determinado las diferencias entre especialidades de la ingeniería, las cuales se han clasificado a nivel macro y nivel micro, el primero se encuentra entre los grandes temas de la matemática, mientras que el nivel micro se localiza entre los conceptos de la matemática.

Nivel MACRO

En Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica es importante tomar en cuenta el enfoque discreto y continuo, a diferencia de Ingeniería Textil, esto no es imprescindible.

En Comunicaciones y Electrónica es indispensable todo un curso de Probabilidad para el análisis de señales aleatorias, mientras que en Ingeniería Química solamente se requieren los fundamentos de Probabilidad para manejar la estadística inferencial.

Para la especialidad de Electrónica Teórica se requiere un curso de Métodos Numéricos, para la especialidad de Computación esto no es suficiente.

A nivel MACRO, para la especialidad de Control Electrónico Moderno es necesario un curso específico de Álgebra Lineal en donde se trabajen formas bilineales y cuadráticas, polinomios de matrices, teorema de Hamilton-Cayley, etc., mientras que en la especialidad de Acústica sólo se requiere un curso tradicional donde se vea Álgebra de Matrices, solución de sistemas de ecuaciones lineales, valores y vectores propios.

Para la especialidad de Acústica sólo se necesita la solución de las ecuaciones diferenciales parciales de Laplace, Onda Shodinger y Maxwell, a diferencia de la especialidad de Bioelectrónica, en donde surgen ecuaciones diferenciales parciales caprichosas, ahí se requiere todo un curso de ecuaciones diferenciales parciales.

Nivel MICRO

Se tiene el caso de la derivada de una función real de una variable real, la cual tiene varios enfoques, como una razón de cambio, como el cociente de diferenciales, la pendiente de la recta tangente a la curva de la función, la inversa de la integral, una velocidad, los cuales varían dependiendo del contexto en que se le utilice, estos enfoques son necesarios para la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

La Serie de Fourier también puede tener varios enfoques, como base generadora de un espacio, representación de una función en serie trigonométrica, representación de una señal electromagnética en términos de señales sinusoidales y constante, transformación de un espacio en otro, para la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica se necesita de los tres últimos enfoques para representar señales periódicas en el dominio del tiempo y la frecuencia.

La Transformada de Laplace, en la especialidad de Bioelectrónica se debe manejar como un operador, mientras que para la especialidad de Acústica y Control Electrónico, como un operador y como una transformación para caracterizar la función de transferencia.

Etapa Antecedente de DIPCING (Camarena, 1988)

A partir de la etapa antecedente de DIPCING, se determinan los contenidos matemáticos que debe tener el estudiante a su ingreso a la profesión, ver Cuadro 7.1. Para el caso de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica se dictaminaron los siguientes temas como mínimo a poseer.

Al aplicar el test que se construyó con esta información se encontró que los estudiantes estaban muy deficientes en estos temas, situación que llevó, para este caso, a ubicar estos contenidos como parte propedéutica del primer curso de matemática, Cálculo Diferencial e Integral de funciones reales de una variable real y retomar en los siguientes cursos las temáticas que se iban necesitando, para reforzar la construcción del conocimiento.

- Calcular operaciones con números racionales
- Manejar eficiente del álgebra elemental
- Hacer despejes de ecuaciones algebraicas de primer orden
- Resolver polinomios de orden dos
- Convertir de grados a radianes y viceversa
- Resolver ecuaciones trigonométricas
- Graficar cónicas
- Describir analíticamente las cónicas
- Graficar las funciones elementales
- Manejar eficientemente las técnicas de derivación
- Manejar eficientemente las técnicas de integración

Cuadro 7. 1: Contenidos mínimos que debe tener el alumno a su ingreso.

Etapa Consecuente de DIPCIING (Camarena, 1988)

La investigación sobre entrevistas realizadas a profesionales y reclutadores, al preguntarles por la matemática que emplean, dio resultados inesperados ya que en general mencionaron que casi no usaban matemática en su actividad profesional, sólo necesitaban aritmética elemental, el uso de la calculadora y cuando mucho álgebra elemental. Al preguntar exactamente qué era lo que hacían, mencionaron áreas como apoyo técnico, jefe de mantenimiento, vendedores, etc., actividades que nada tenían que ver con sus desempeños profesionales. De hecho, las empresas eran transnacionales, lo que se identificó fue que de esas empresas, cuando tenían un problema ingenieril traían a sus ingenieros del país de origen de la empresa, no designaban a los ingenieros mexicanos para tales tareas.

Por tal razón se recurrió a los gremios de profesionistas y a ingenieros que trabajaran en centros de investigación, los centros fueron tres gubernamentales y cuatro de instituciones de posgrado.

Los investigadores sí realizaban desempeños profesionales, de hecho, se dedicaban a la investigación, ellos fueron quienes mencionaron que requerían de la Transformada de Laplace, Análisis de Fourier, Transformada Z, Transformada Rápida de Fourier, Teoría de Optimización, Procesos Estocásticos, Estadística Inferencia, Elemento Finito, entre otros más.

Estos contenidos permitieron dar prioridad a los temas de licenciatura, mientras que los temas de posgrado se reportaron para las maestrías y doctorados en esta área de la ingeniería.

Con lo anterior, se recurrió a los gremios de profesionistas que estuvieran en activo y que realmente desarrollaran desempeños profesionales, así como a los reclutadores, a ellos se les entrevistó para que comentaran sobre qué competencias necesitan los egresados o qué consideran que les hace falta a los estudiantes durante su formación escolar, acerca de su comportamiento en la sociedad. Es interesante que las respuestas no fueran competencias como las concibe la Matemática Social, ellos solamente mencionaban los componentes de las competencias, tanto los reclutadores como los profesionistas, ellos coincidían en estos componentes, por lo que se procedió a documentar esta información, ver Cuadro 7. 2.

Para los profesionistas se requiere que el egresado sea una persona que cumpla con las siguientes características.

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ ser analítico ■ tener calidad del trabajo ■ ser capaz de aplicar los conocimientos eficientemente ■ ser colaborativo ■ tener compromiso ■ ser creativo ■ ser crítico ■ tener ética ■ ser honesto ■ ser honrado | <ul style="list-style-type: none"> ■ ser reflexivo ■ tener respeto ■ tener responsabilidad ■ ser solidario ■ realizar trabajo en equipo ■ ser tolerante ■ tener valores ambientales ■ tener valores ecológicos ■ tener valores económicos ■ tener valores nacionales ■ tener valores sociales |
|---|--|

Cuadro 7. 2: Actitudes y valores que declaran los profesionistas.

Estos son las actitudes y valores, a excepción de la tercera de la primera columna que es una habilidad, que se reportaron y que se describen en alguna literatura sobre el tema, de esta forma estos componentes son la guía para la construcción de competencias.

4. 2. LOGROS ADICIONALES DE LA APLICACIÓN DE DIPCING

Es digno de mención, el hecho de que los profesores participantes en la metodología DIPCING pasaron por un proceso de interiorización, que les permitió darse cuenta de la importancia de contar con una matemática contextualizada en la profesión y modificar su punto de vista respecto a los cursos de matemática.

De estos profesores algunos daban aplicaciones de la matemática en la ingeniería, otros, al menos, les decían a sus estudiantes en qué asignaturas aplicarían los conceptos matemáticos que estaban estudiando y desafortunadamente muy pocos decidieron ingresar a la TMCC, argumentando que era mucho trabajo; lo cual es cierto, pero se tiene que valorar si es que vale la pena el esfuerzo.

La situación anterior, después de aproximadamente seis años de estas observaciones de los docentes hacia sus estudiantes y que los alumnos comentaran con sus profesores de la ingeniería expresiones como: porqué no aplica aquí las ecuaciones diferenciales, el profesor de matemática nos dijo que en este tema se aplica; otro comentario era: porqué no nos dice porqué está aplicando esos conceptos matemáticos, queremos saber el porqué, etc., generó que los docentes de la ingeniería se preocuparan por los comentarios de sus alumnos y que se dieran cuenta que sus conocimientos matemáticos eran deficientes para poder explicarles a los estudiantes lo que les preguntaban.

Lo anterior llevó a los profesores de la ingeniería a solicitar a la Academia de Matemáticas que se les actualizara en matemática. Para ello se dieron dos diplomados; un Diplomado de Matemáticas para las Ciencias Básicas y ciencias básicas de la Ingeniería y un Diplomado de Matemática para Especialidades de la Ingeniería. Siendo un logro porque al estar mejor preparados los profesores de la ingeniería, se favorece que se eleve la calidad de los estudiantes (Diplomado ICE-ESIME-IPN, 1995a; Diplomado ICE-ESIME-IPN, 1995b).

4. 3. ELABORACIÓN DE PROGRAMAS POR COMPETENCIAS

Es claro que los programas de estudio por competencias están insertos en un currículo tradicional por asignaturas. Para iniciar, los programas no pueden incluir objetivos, sino competencias (Camarena, 1988). Se presenta un formato general correspondiente a un programa de estudio, el cual puede ser adaptado a los formatos de las instituciones educativas.

4. 3. 1. Formato general de programa de estudio

Propósito de la asignatura

Tomando en cuenta el enfoque por competencias, el propósito de la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral es la competencia disciplinaria siguiente:

En equipos de trabajo colaborativo resolver eventos contextualizados de la ingeniería a través de modelos matemáticos que involucren funciones reales de una variable real, así como sus derivadas e integrales, con compromiso, tolerancia y responsabilidad.

Componentes de la competencia matemática para Cálculo Diferencial e Integral, ver Cuadro 7. 3.

| CONOCIMIENTOS | HABILIDADES | ACTITUDES | VALORES |
|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Números reales - Funciones reales de una variable real - Límites y continuidad - Derivación - Integración - Del contexto | <ul style="list-style-type: none"> - Modelación matemática - Resolución de eventos contextualizados - Graficación - Operatividad - Comunicación - Saber escuchar - Trabajo en equipo | <ul style="list-style-type: none"> - Críticas - Colaborativas - Respetuosas - Honestas - Responsables - Analíticas - Participativas - De tolerancia - Comprometidas | <ul style="list-style-type: none"> - Respeto - Honestidad - Responsabilidad - Cordialidad - Tolerancia - Calidad del trabajo - Colaboración - Compromiso - Trabajo en equipo |

Cuadro 7. 3: Componentes de la competencia de Cálculo Diferencial e Integral.

Orientación didáctica:

A través de la estrategia didáctica de la Matemática en Contexto, la cual forma parte de la fase didáctica de la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, se trabaja con eventos contextualizados de la ingeniería. Como lo expresa la teoría, el propósito es favorecer la transferencia del conocimiento matemático a las áreas de desarrollo profesional de los futuros egresados y que sus competencias profesionales y laborales se vean favorecidas.

El trabajo colaborativo en equipos, para abordar los eventos contextualizados, es la perspectiva teórica que subyace en la orientación didáctica de la estrategia didáctica de la Matemática en Contexto, la cual se aplica en el ambiente de aprendizaje, donde la estrate-

gia didáctica de la Matemática en Contexto permite desarrollar habilidades del pensamiento, habilidades metacognitivas y habilidades para aplicar heurística.

Los equipos se forman con tres alumnos: un líder académico, un líder emocional y un líder operativo, donde la actividad académica también permite el desarrollo de habilidades de argumentación y socialización.

La Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* describe los momentos en que se usan los eventos contextualizados, ya que el aprendizaje del estudiante se consolida con la contextualización y descontextualización. Asimismo, se toman en cuenta las funciones de los eventos: diagnóstica, motivadora, apoyo a la construcción del conocimiento con aprendizajes significativos, reconstrucción de conocimientos y evaluadora, entre otros.

Evaluación y acreditación:

La evaluación en la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, está en función del desarrollo de las competencias alcanzadas por los estudiantes. La evaluación es un proceso sistemático y continuo que ayuda a determinar el grado de desarrollo de las competencias, con la finalidad de retroalimentar el proceso de aprendizaje y de enseñanza.

La evaluación se establece en tres momentos, al inicio, durante y al final y son de tres tipos distintos (diagnóstica, formativa y de integración).

La evaluación al inicio del curso es de tipo diagnóstica, la cual permite identificar las competencias previas con que cuenta el estudiante. La evaluación durante el transcurso del curso permite retroalimentar y ver el avance de los estudiantes respecto al nivel de desarrollo de las competencias previamente establecidas, dando origen a la evaluación formativa. La evaluación de integración determina el grado de desarrollo de la competencia alcanzado por el estudiante en todo el proceso, durante y al final del trabajo en el ambiente de aprendizaje, así como las habilidades insertas en las competencias a desarrollar y las actitudes y valores incluidos en las mencionadas competencias.

Evidencias y acreditación para la evaluación, ver Cuadro 7. 4:

- Exámenes, incluyendo los eventos contextualizados, con un 65% de la evaluación total.
- Participación en el trabajo colaborativo en equipos, identificando el nivel de desarrollo de los componentes de las competencias: habilidades, actitudes y valores, así como la autoevaluación del estudiante con un 25% de la evaluación total.
- Desarrollo de proyectos y tareas con un 10% de la evaluación total.

| EVIDENCIAS DE DESARROLLO | % PARA LA ACREDITACIÓN |
|---|------------------------|
| Exámenes, incluyendo los eventos contextualizados | 65% del total |
| Participación en el trabajo colaborativo en equipos, identificando el nivel de desarrollo de las componentes de las competencias: habilidades, actitudes y valores, y la autoevaluación | 25% del total |
| Desarrollo de proyectos y tareas | 10% del total |

Cuadro 7. 4: Evidencias y acreditación del curso.

Con el final del formato para programas de estudio por competencias en una profesión con currículo tradicional por asignaturas, se pasa a realizar algunas observaciones para dejar en claro la elaboración de estos programas.

4. 4. OBSERVACIONES SOBRE EL PROGRAMA

Se puede observar la simpleza de la competencia del curso de Cálculo Diferencial e Integral, ya que se trata de estudiantes de primer semestre quienes no han recibido en su formación previa la didáctica de la Matemática en Contexto.

Además, como ha sido mencionado, hay que introducir al estudiante a esta didáctica y la resolución de eventos contextualizados de forma paulatina, por lo que, realmente en esta competencia los estudiantes deben resolver eventos donde se contextualice el cálculo diferencial e integral. Los demás elementos quedan establecidos con la didáctica de la Matemática en Contexto (Camarena, 1988).

En el caso de la asignatura mostrada, solamente fue necesaria una competencia, sin que esto signifique que así deba de ser. De hecho, puede haber más competencias que describan una asignatura, esto depende de la misma. De forma análoga, para las temáticas de una asignatura también puede haber varias competencias no sólo una.

Al describir los componentes de la competencia, se permite observar habilidades, actitudes y valores que se desarrollan a través del trabajo en el ambiente de aprendizaje. Actitudes y valores pueden formar parte de otras competencias que se tengan que construir para los demás temas de la asignatura (Camarena, 1988, 2004).

En relación a la evaluación se menciona que se pueden identificar competencias previas, que permiten ver el avance de desarrollo de las competencias y que toma en cuenta habilidades, actitudes y valores a fomentar; sin embargo, no se ha establecido cómo hacerlo, falta definir los criterios. El profesor en su planeación didáctica deberá establecer los porcentajes de valoración de cada evidencia, de tal forma que el estudiante pueda saber cómo es su avance en cualquier momento intermedio del curso.

La evaluación considera cuatro puntos esenciales que describen varios autores (Jorba et al., 1997; Miras et al., 1990; Wolf, 1988):

- Delimitar el nivel de referencia que se ha de lograr.
- Elaborar determinados criterios para la realización de la evaluación. Estos criterios deben tomar como fuente principal las intenciones educativas predefinidas.
- Definir evidencias de desarrollo de las competencias. Existen dos tipos de evidencias, de realización (nombrar los actos concretos que se esperan de los alumnos) y de resultados.
- Una cierta sistematización para la obtención de información. La sistematización se consigue mediante la aplicación de las diversas técnicas, procedimientos e instrumentos evaluativos que hagan emerger los indicadores en el objeto de evaluación, según sea el caso y su pertinencia. Es claro que la selección y el uso de los instrumentos aproxima de lleno a la pregunta de con qué se va a evaluar.

A continuación se muestran ejemplos de las distintas evidencias de desarrollo de las competencias y criterios a tomar en cuenta, según sea el caso.

Evidencias de realización:

- Resolución de eventos contextualizados
- Realizar trabajo en equipo
- Realización de proyectos
- Realizar tareas
- Resolver exámenes objetivos

Evidencias de resultados:

- Participación en foros de discusión
- Reflexiones
- Participación en el trabajo en equipo
- Autoevaluación

Criterios para las evidencias

Para cada evidencia se definen algunos criterios para su evaluación, como los ejemplos que se muestran a continuación:

Evidencias de realización:

- Niveles de resolución de los eventos contextualizados
- Resolución de eventos contextualizados con creatividad
- Participación activa en los trabajos en equipo, tomando en cuenta la calidad de las intervenciones
- Participación en trabajo en equipo para la realización de proyectos
- Calidad y claridad en las tareas en la forma solicitada
- Exámenes con precisión

Evidencias de resultado:

- Participación activa y significativa en los foros
- Reflexiones analíticas con originalidad
- Participación voluntaria, con sentido ético y crítico en el trabajo en equipo
- Autoevaluación honesta y honrada

Es importante considerar como parte de la evaluación del desarrollo de competencias la autoevaluación que realizan tanto el profesor como el estudiante, deben ir encaminados a fortalecer el aprendizaje autónomo con actividades que le permitan reflexionar sobre sus avances, las formas como lo logró (autoevaluación), recuperar sus errores para aprender de ellos (puntos de control de error), es decir, propiciar procesos metacognitivos, entendidos como procesos que se refieren al conocimiento o conciencia que tiene la persona de sus propios procesos mentales (sobre cómo aprende) y al control del dominio cognitivo (sobre su forma de aprender) (Camarena, 2004b).

La evaluación de forma continua, sistemática y permanente es un factor que garantiza la calidad, pertinencia y congruencia de los proceso de aprendizaje y de enseñanza con un impacto directo en la calidad de los egresados.

5. Conclusiones

A partir de la metodología de investigación DIPCING se obtienen competencias matemáticas de la profesión y se elaboran programas de estudio de matemática por competencias. En relación a las competencias matemáticas de la profesión, se han encontrado dificultades, ya que los profesionistas cuando se les pregunta sobre las competencias que son deseables en los egresados, ellos solamente dan componentes de las competencias, porque no poseen la misma concepción de éstas que la Matemática Social.

Así que se tienen que construir, a partir de la información obtenida de las investigaciones de las etapas de DIPCING, las competencias matemáticas de la profesión en carreras en donde la matemática no es una meta por sí misma; es decir, construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella. De esta forma, éste es un esfuerzo por construir competencias en el marco de la TMCC y la Matemática Social.

El proceso a considerar para la construcción de las competencias es siguiendo la definición de competencias y siendo congruentes con la TMCC y la Matemática Social, es decir, deben estar presentes los cuatro componentes y la integración de éstos. Los conocimientos y habilidades quedan incluidos en los eventos contextualizados a través de la etapa central de DIPCING, mientras que las actitudes y valores deben incorporarse de forma congruente.

Respecto a la elaboración de programas de estudio de matemática por competencias de la profesión, primero se muestra una experiencia de aplicación de DIPCING, realizada en 1988, donde las tres etapas fueron aplicadas. Con ello se cuenta con información real sobre los componentes de las competencias y se puede mostrar e ilustrar la elaboración de programas de estudio por competencias matemáticas de la profesión.

TERCERA PARTE

**MATEMÁTICA SOCIAL
Y
MATEMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS:**

FASE DIDÁCTICA

CAPÍTULO 8

FASE DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS

1. Introducción

La Fase Didáctica es una de las cinco Fases de la *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias* (TMCC), la cual se genera de la línea de investigación de la *Matemática Social*, donde se trabajan investigaciones científicas de tipo multi e interdisciplinarias, lo que permite que la Matemática Social sea una línea de investigación científica. La Matemática Social se trabaja en profesiones donde no se van a formar matemáticos y se trata de construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella.

Es importante mencionar que la Fase Didáctica es una de las cinco Fases de la TMCC: Fase Cognitiva, Fase Curricular, Fase Epistemológica, Fase Docente y Fase Didáctica. Las cinco Fases hacen presencia en el ambiente de aprendizaje, éstas interactúan entre sí con algún efecto ponderado sobre las demás, es decir, no están aisladas unas de las otras y tampoco son ajenas a las condiciones sociológicas de los actores del proceso educativo; las cinco Fases se encuentran inmersas en un ambiente de tipo social, cultural, emocional, económico y político (Camarena, 1991, 1999a).

El ambiente económico, entre otros, se detecta físicamente a través del tipo de instalaciones, equipos, etc. que se encuentran en la escuela. Este factor económico hace su presencia en los estudiantes mediante la imposibilidad, por ejemplo, de tener acceso a cualquier tipo de bibliografía o poder asistir a eventos académicos en otras ciudades, así como la posibilidad de tener computadora propia y conexión a internet para bajar información adicional que complementa la formación del alumno, entre otros.

El elemento social, correlacionado de alguna forma con el económico, se identifica fácilmente haciendo comparación entre países desarrollados y los llamados países subdesarrollados; no es lo mismo trabajar con un grupo de estudiantes de un país como México el cual incluye un número superior a 30 alumnos que con un grupo de un país como Suiza que maneja alrededor de 10 alumnos, en el caso de primarias.

Otro ejemplo del factor social es el hecho de que en lugares apartados de las grandes ciudades existe respeto por el docente simplemente por su labor, mientras que en las grandes urbes es notorio el cambio de valores, en particular el referente a la visión que se tiene

del docente, en parte, este fenómeno se debe a los medios de comunicación. Asimismo, el factor social interviene de manera directa a través de las relaciones que se establecen entre los mismos estudiantes y, entre éstos con el profesor.

El factor cultural también tiene peso específico en los procesos de enseñanza y aprendizaje ya que, por ejemplo, no resulta igual si se trabaja con un grupo de estudiantes del interior de Chiapas que de la capital del país, desde el lenguaje es diferente.

El ambiente político influye y se trasmite desde la perspectiva de la institución educativa, entre otros; la misión y visión que definen a la institución son elementos que perfilan el acontecer diario del salón de clases. Como el caso tan conocido de algunas instituciones públicas respecto a algunas privadas, referente a la formación de cuadros directivos en el segundo caso y en las públicas a la formación de cuadros profesionales con una sólida estructura científica.

El ambiente emocional se establece por las características propias de los alumnos, quienes no aceptan a la matemática por percibirla árida. Con la Matemática Social, siempre se aborda una matemática vinculada con la futura profesión del estudiante, porque son profesiones en donde no se van a formar matemáticos y se trata de construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella.

Por otro lado, la Fase Didáctica fundamenta todos sus procesos en dos teorías, la teoría de Vygotsky (1978) centrada en la interacción sociocultural y el aprendizaje significativo de Ausubel, et al. (1990). El principal trabajo de esta Fase es el modelo didáctico de la Matemática en Contexto, denominado MoDiMaCo, el cual incluye tres bloques, uno en el ambiente de aprendizaje y dos que son exteriores al aula, lo que permite la adaptación social del estudiante en su futura vida profesional. Los tres bloques se presentan a continuación (Camarena, 1988, 2000):

1. Presentar la didáctica interdisciplinaria de la *Matemática en Contexto* en el ambiente de aprendizaje.
2. Implementar cursos extracurriculares en donde se lleven a cabo actividades para el desarrollo de habilidades del pensamiento, habilidades metacognitivas y habilidades para aplicar heurísticas al resolver eventos contextualizados, así como actividades para enfrentar creencias negativas.
3. Implementar un taller integral e interdisciplinario en los últimos semestres de los estudios del alumno, en donde se resuelvan eventos reales de la profesión.

La didáctica de la Matemática en Contexto es de tipo constructivista, donde los pilares del constructivismo son los trabajos de tres grandes teóricos que trabajaron con niños, cuyos enfoques se mencionan abajo, textos extraídos del artículo de Camarena (2017).

Coll, et al. (2008), al igual que Hernández (2002) coinciden en afirmar que en el constructivismo confluyen principalmente tres paradigmas de la psicología educativa: el cognoscitividad, el psicogenético y el sociocultural, los cuales están representados por Ausubel, et al. (1990), Piaget (1991) y Vygotsky (1978), respectivamente.

Breve descripción de los tres trabajos más importantes de tres grandes teóricos.

El enfoque Psicogenético del biólogo sueco Jean Piaget (1896-1980), donde se menciona que la competencia cognitiva está determinada por el nivel de desarrollo intelectual; que cualquier aprendizaje depende del nivel cognitivo inicial del sujeto e incluye su modelo de equilibración, donde los conocimientos en el individuo son graduales, pasando de lo concreto a lo abstracto (Piaget, 1991).

El enfoque Sociocultural del ruso Lev Vigotsky (1896-1934), quién dice que el aprendizaje es un proceso fundamentalmente social, donde el diálogo y el lenguaje ocupan un papel central en la instrucción y el desarrollo cognoscitivo, poniendo especial énfasis en el aprendizaje cooperativo (Vygotsky, 1995). Él crea el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), el cual lo define como "Distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema, con la intervención de otro" (Vigotsky, 1978).

El enfoque Cognitivo de Aprendizaje Significativo del norteamericano David P. Ausubel (1918-2008), conceptualiza el aprendizaje como una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas, mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes, luego, el aprendizaje no se reduce a simples asociaciones memorísticas. Durante el aprendizaje significativo el alumno relaciona de manera no arbitraria y sustancial la nueva información con los conocimientos y experiencias previas que ya posee en su estructura de conocimientos. Asimismo, menciona que el sujeto es un procesador activo de la información, no obstante para que se logre un aprendizaje significativo, es muy importante su disposición y motivación hacia el aprendizaje (Ausubel, et al. 1990).

Para ver la fundamentación teórica de esta Fase, como sería un grave error partir de cero, porque no se trata de duplicar trabajo, sino de contribuir al conocimiento, se realiza un análisis para determinar que teorías existentes pueden en alguna parte ser consistentes con la didáctica de la Matemática en Contexto, la cual entra en acción en cada uno de los tres bloques de MoDiMaCo.

Estas teorías que, en alguna medida, parecen ajustarse a la didáctica de la Matemática en Contexto son las de Vygotsky (1995) centrada en la interacción sociocultural y la de Ausubel, et al. (1990) sobre el aprendizaje significativo. Es cierto que ambas teorías se originan para niños, y la Matemática Social se enfoca en el nivel universitario, sin embargo, su amplio aporte de las dos teorías permite rescatar elementos sustanciales, que dan soporte a la Fase Didáctica de la TMCC.

A continuación se abordan estas teorías resaltando lo que es congruente con la didáctica de la TMCC, la cual se diseña y trabaja en profesiones universitarias siendo que ambas teorías son para niños, razón por la cual no todo es congruente ni coherente con la didáctica de la Matemática en Contexto.

2. Marco teórico de la Fase Didáctica

2.1 LA TEORÍA SOCIOCULTURAL DE LEV VIGOTSKY

En el trabajo de Vygotsky su más representativo tema es la interacción sociocultural. Vygotsky (1995) señala que el desarrollo intelectual del individuo no puede entenderse como independiente del medio social en el que está inmersa la persona. Desde aquí se destaca la importancia de la interacción social en el desarrollo cognitivo y postula una nueva relación entre desarrollo y aprendizaje. Para este autor, el desarrollo es gatillado por procesos que son en primer lugar aprendidos mediante la interacción social: el aprendizaje humano presupone una naturaleza social específica y un proceso, mediante el cual los niños acceden a la vida intelectual de aquellos que les rodean (Carballo, 2019).

Vinculado a lo expuesto se encuentra su concepción del aprendizaje, como un proceso que siempre incluye relaciones entre individuos, el aprendizaje no es sólo el fruto de una interacción entre el individuo y el medio; la relación que se da en el aprendizaje es esencial para la definición de este proceso, que nunca tiene lugar en el individuo aislado (Vygotsky, 1978).

Por otro lado, menciona que el pensamiento del ser humano avanza a medida que desarrolla esquemas mentales, logrando así que éstos sean cada vez más acordes con su estructura mental sobre los fenómenos y objetos del ambiente con los que se relaciona constantemente, desde que nace y a lo largo de su desarrollo. Parte de lo fundamental del enfoque de Vygotsky, consiste en considerar al individuo como el resultado del proceso histórico y social donde el lenguaje desempeña un papel esencial. Para Vygotsky (1995), el conocimiento es un proceso de interacción entre el sujeto y el medio, pero el medio entendido social y culturalmente, no solamente físico.

La teoría de Vygotsky está asociada con el enfoque Constructivista. Por tanto, es importante, recordar que Vygotsky nunca afirmó que la construcción del conocimiento del estudiante pueda ser conseguido espontánea o independientemente. El proceso de la formación de conceptos en el estudiante ocurre en la constante interacción con los demás, se trata de un proceso social (Schoenfeld, 1985).

De los textos descritos se identifica que para que el niño pueda formar conceptos sólo se puede lograr con la interacción con los demás, no de forma independiente. Lave et al. (1991) señalan que el aprendizaje, se presenta con la participación del niño en una comunidad de práctica, esto es, en un ambiente cultural, social, de relaciones, del cual obtiene los saberes necesarios para transformar la comunidad y transformarse a sí mismo.

Como desventajas para el desarrollo de la didáctica de la TMCC, para el nivel universitario, como ya se dijo, este trabajo no fue pensado para universitarios, sino para niños. Por otro lado, desde las investigaciones del equipo de trabajo de la Matemática Social se observa que los estudiantes del nivel superior, efectivamente requieren del trabajo en equipo colaborativo (no cooperativo), sin embargo, también necesitan su propio espacio para procesar los conceptos y desarrollar habilidades de forma individual, no todo el conocimiento se construye de forma social.

Otro elemento importante que se incluye es la enseñanza situada de Vygotsky que se desarrolla para el aprendizaje en niños. Vygotsky (1978) señala que el conocimiento que construirá debe estar situado en un ambiente social, porque para él, el proceso de aprendizaje tiene lugar *en y a través* de la interacción con las personas. La enseñanza situada hace referencia al ámbito sociocultural como elemento clave para la adquisición de habilidades, además, se desarrolla con trabajo en grupo cooperativo. Con la enseñanza situada, Vygotsky hace referencia a que el conocimiento debe estar situado en aspectos de la realidad para el niño.

De lo descrito, sobresalen como ventajas, **el trabajo en equipo colaborativo**, no cooperativo, que se presenta en el ambiente sociocultural y el conocimiento vinculado a la realidad del niño. Por otro lado, en relación al aprendizaje situado, para el nivel universitario, está bastante justificada la necesidad de vincular el conocimiento con la realidad del estudiante, es más, es importante articularlo con los desempeños profesionales, esto fundamentado en el tercer paradigma de la TMCC, donde los conocimientos nacen integrados, se puede recurrir al Capítulo 3: *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Descripción*.

Un último elemento a tratar, que también forma parte de los elementos centrales de la teoría de Vygotsky, es la Zona de Desarrollo Próximo. Vygotsky (1995) describe que si un niño no logra la solución de una tarea de forma independientemente, sino que llega a ella con la ayuda de otros, eso constituye su *nivel de desarrollo potencial*. Él demostró que la capacidad de los niños, de idéntico nivel de desarrollo mental para aprender bajo la guía de un maestro variaba en gran medida, a esta diferencia la denominó *Zona de Desarrollo Próximo*. El nivel real de desarrollo revela la resolución independiente de un problema,

define las funciones que ya han madurado, caracteriza el desarrollo mental retrospectivamente. La Zona de Desarrollo Próximo define aquellas funciones que todavía no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración, en este sentido se caracteriza el desarrollo mental prospectivamente (Carrera, et al. 2001).

La interacción entre los miembros del grupo social como mediadores entre cultura e individuo promueve los procesos interpsicológicos que posteriormente serán internalizados. La intervención deliberada de otros miembros de la cultura en el aprendizaje de los niños es esencial para el proceso de desarrollo infantil. La escuela en cuanto a creación cultural de las sociedades letradas desempeña un papel especial en la construcción del desarrollo integral de los miembros de esas sociedades (Carrera, et al. 2001).

Para cerrar esta sección, es importante comentar que el pensamiento del ser humano avanza a medida que desarrolla esquemas mentales, logrando así que éstos sean cada vez más acordes con su estructura mental sobre los fenómenos y objetos del ambiente con los que se relaciona constantemente, desde que nace y a lo largo de su desarrollo (Vygotsky, 1995).

2. 1. 1 Trabajo en equipo colaborativo

El trabajo en equipo colaborativo es un proceso que se desarrolla gradualmente entre los integrantes de los equipos, en donde el concepto a ser trabajado requiere de que sean mutuamente responsables del aprendizaje de cada uno de los demás. Este proceso de colaboración se logra en un ambiente, donde las *interacciones juegan un papel preponderante*, ya que invita a los estudiantes a caminar codo a codo, a sumar esfuerzos y talentos mediante una serie de transacciones que les permite llegar juntos al lugar señalado; es decir, se logra una sinergia, una construcción de conocimiento de manera social (Ortiz, et al. 2006).

A través de la didáctica de la Matemática en Contexto, el trabajo en equipo colaborativo se logra a partir del diálogo, la comunicación y la motivación, lo que lo hace ser social. Los equipos de trabajo colaborativo, proveen a los estudiantes de habilidades que le ayudan a interactuar con sus pares, a la vez que le proporcionan destrezas para construir, descubrir, transformar y acrecentar los contenidos conceptuales; así como socializar en forma plena con las personas que se encuentran en su entorno. El intercambio de ideas, los análisis y discusiones que se dan al interior de un equipo de trabajo, enriquecen en mayor y menor lapso de tiempo, que cuando se intenta llegar a soluciones por sí mismo. Los medios tecnológicos ofrecen diferentes canales de comunicación para construir comunidades virtuales de aprendizaje reales, donde el diálogo es la herramienta para la construcción de los saberes y colaboración con los pares.

Es en ese sentido que se habla de aprendizaje interactivo, en donde además no sólo debe pensarse en el aprendizaje colaborativo, sino también en el cooperativo. Las diferencias esenciales entre estos dos procesos de aprendizaje es que en el primero los alumnos son quienes diseñan su estructura de interacciones y mantienen el control sobre las diferentes decisiones que repercuten en su aprendizaje. Mientras que en el segundo, el cooperativo, es el profesor quien diseña y mantiene casi por completo el control en la estructura de interacciones y de los resultados que se han de obtener (Ortiz, et al. 2006).

En el aprendizaje cooperativo se construye en torno a un programa global de trabajo en grupo que le brinda organización y motivación, mientras que el aprendizaje colaborativo subraya el valor agregado cognitivo que resulta de los intercambios interpersonales que se derivan de trabajar en el seno de una comunidad. Este proceso no se logra indicando qué se haga, más bien habrá que promover su realización mediante diversas actividades en donde la colaboración sea el punto principal. Es necesario promover este proceso inten-

cionalmente y de manera sistemática, de tal manera que gradualmente, un pseudo grupo se pueda convertir en un grupo tradicional y que éste a su vez llegue a ser un grupo colaborativo; es así como se pueden generar grupos de alto rendimiento.

Para promover el aprendizaje colaborativo se puede contar con un soporte tecnológico que brinde las posibilidades de una adecuada interacción, en donde cada miembro asuma su responsabilidad personal y grupal. Todo ello implica reconocer que cada miembro tiene posibilidades para comunicarse, colaborar, resolver conflictos, actuar asertivamente y *liderar la tarea* en función del conocimiento personal que posee, se requiere reconocer que tiene conocimientos y que posee competencias previas.

Los efectos positivos del proceso de aprendizaje se ven potenciados cuando los estudiantes desarrollan un trabajo colaborativo y cuando se plantean actividades que tienen soporte técnico.

2. 1. 2. Lenguaje

El lenguaje como herramienta cultural permite establecer puentes de comunicación entre diferentes seres humanos en el tránsito de diversos espacios de interacciones, cuya dinámica es modulada por la intencionalidad comunicativa.

Mercer et al. (2012) evidenciaron fundamentalmente que los profesores que utilizan preguntas abiertas para extraer razones y explicaciones de los alumnos respecto al por qué de las respuestas que dan, benefician positivamente la construcción de sus aprendizajes. No sucede así con los profesores que únicamente cautelan revisar las respuestas entregadas por los escolares, inhibiendo un espacio dialógico de impresiones a favor o en contra de la temática tratada.

Vygotsky (1995) menciona que inicialmente, usamos el lenguaje como medio de comunicación entre los individuos en las interacciones sociales. El lenguaje es la herramienta que posibilita el cobrar conciencia de uno mismo y el ejercitar el control voluntario de nuestras acciones.

Tomando en cuenta la definición que vierte Vygotsky (1995) sobre el lenguaje natural como herramienta psicológica para desarrollar estructuras mentales superiores, el lenguaje matemático es una herramienta científica, pero también una herramienta psicológica, al igual que el lenguaje natural de las personas, porque aprender matemática depende de las herramientas psicológicas, las cuales a su vez dependen de la cultura científica; además, permite que se aprenda matemática, permite que el alumno cree la realidad que representa la matemática y permite que se interactúe socialmente con personas de la misma sociedad de profesionistas.

2. 2. LA TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE DAVID AUSUBEL

En esencia el trabajo de Ausubel, et al. (1990) refiere a que el aprendizaje significativo se da en la medida en que se establecen vínculos sustantivos, y no arbitrarios, entre el nuevo objeto de conocimiento y los conocimientos previos del que construye el conocimiento. Por su lado, Pozo, et al. (2000) mencionan que los aprendizajes significativos favorecen el aprendizaje de las ciencias.

No se trata de una interacción cualquiera, de suerte que la presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que dota de significado a ese nuevo contenido en esa interacción, de la que resulta también la transformación de los elementos en la estructura cognitiva, que van quedando así progresivamente más diferenciados, elaborados y estables (Moreira, 2000).

Aun contando con la predisposición para aprender y con la utilización de un material lógicamente significativo, no hay aprendizaje significativo si no están presentes en la estructura cognitiva los conocimientos previos claros, estables y precisos que sirvan de anclaje para la nueva información. El nivel de inclusividad viene a ser el grado de conceptualización necesario para que el estudiante realice una tarea de aprendizaje concreta (Rodríguez, 2011). Por eso, la variable independiente más importante para que se produzca aprendizaje significativo es la estructura cognitiva del individuo (Ausubel, et al., 1990).

Para el aprendizaje significativo, el aprendiz no puede ser un receptor pasivo, **debe ser activo**. Debe hacer uso de los significados que ya internalizó, de modo que pueda captar los significados que los materiales educativos le ofrecen. En ese proceso, al mismo tiempo que está diferenciando progresivamente su estructura cognitiva, está también haciendo reconciliación integradora para poder identificar **semejanzas y diferencias**, reorganizando su conocimiento. O sea, el aprendiz construye su conocimiento, produce su conocimiento (Moreira, 2005). Se trata, así, de un proceso de construcción progresiva de significaciones y conceptualizaciones, razón por la que este enfoque se enmarca bajo el paradigma o la filosofía constructivista.

Esto significa que los contenidos que se van a manejar deben responder de manera precisa a la experiencia del alumno, al conocimiento previo y relevante que le permita ligar la nueva información con la que ya posee, permitiéndole reconstruir a partir de la unión de las dos informaciones.

De acuerdo con la teoría del aprendizaje significativo, el aprendizaje es una reconstrucción de conocimientos ya elaborados y el sujeto que aprende es un procesador activo de la información y el responsable último de dicho aprendizaje, con la participación del docente como un guía y mediador del mismo y, lo más importante, proveedor de toda la ayuda pedagógica que el alumno requiera.

Para Ausubel, et al. (1990) en un conocimiento nuevo el aprendiz percibe a la información como constituida por piezas o partes aisladas sin conexión conceptual, él tiende a memorizar o interpretar en la medida de lo posible estas piezas y para ello usa su conocimiento esquemático. Gradualmente el aprendiz va construyendo un panorama global de dominio o del material que va a aprender, para lo cual usa su conocimiento esquemático, establece **analogías** para representarse ese nuevo dominio, construye suposiciones basadas en experiencias previas, etc.

Desde la perspectiva constructivista de Ausubel, el proceso de aprendizaje concebido, es aquel por el cual el sujeto del aprendizaje procesa la información de manera sistemática y organizada y no sólo de manera memorística sino que construye conocimiento (Díaz, 1988). Es evidente que el aprendizaje significativo es más importante y deseable que el aprendizaje memorístico en lo que se refiere a situaciones académicas, ya que el primero posibilita la adquisición de grandes cuerpos integrados de conocimiento que tengan sentido y relación.

Rodríguez (2014) reescribe a Ausubel, et al. (1990) quien establece tres tipos de aprendizaje significativo: 1) Aprendizaje de representaciones, que consiste en aprender el significado de símbolos solos o de lo que éstos representan; 2) Aprendizaje de proposiciones, que es la adquisición del significado de las ideas expresadas por grupos de palabras combinadas en proposiciones u oraciones, y 3) Aprendizaje de conceptos, consistente en aprender lo que el concepto mismo significa; es decir, discernir cuáles son sus atributos de criterio que lo distinguen y lo identifican.

Asimismo, Rodríguez (2014) menciona que las etapas por las que debe pasar el aprendiz son:

1. **Motivación**: etapa inicial del aprendizaje, en la cual se presenta el objeto de estudio a los estudiantes, promoviendo con ello su acercamiento e interés por el contenido, creando una expectativa que promueva el aprendizaje.

2. *Comprensión*: consiste en el proceso de percepción de aquellos aspectos que ha seleccionado y que le interesa aprender. La comprensión como proceso se dirige al detalle, a la esencia de los objetos y fenómenos, buscando su explicación. Depende tanto del alumno como del profesor, entre ambos deben buscar la causa del problema, la solución y el modo de integrar los nuevos conocimientos de manera sustancial en la estructura cognitiva del alumno.

3. *Sistematización*: es la etapa crucial del aprendizaje, aquí es donde el estudiante se apropia de los conocimientos, habilidades y valores, se produce cuando los nuevos contenidos son asimilados de manera sustancial por el alumno.

4. *Transferencia*: permite generalizar lo aprendido, que se traslada la información aprendida a **varios contextos** e intereses. Es la ejercitación y aplicación del contenido asimilado a nuevas y más variadas situaciones.

5. *Retroalimentación*: proceso de confrontación entre las expectativas y lo alcanzado en el aprendizaje, se efectúa mediante la evaluación del proceso de aprendizaje, la cual debe estar presente a lo largo del proceso. En esta etapa se compara el resultado obtenido con relación al resultado valorado respecto a los objetivos, al problema, al método, al objeto y al contenido.

3. Aprendizaje autónomo

Un elemento de suma importancia es el aprendizaje autónomo, el cual se logra a través de estas dos teorías y la aplicación del Modelo Didáctico MoDiMaCo. El aprendizaje autónomo es un elemento pedagógico ya que si el estudiante alcanza su autonomía, le permitirá llegar a la condición transformadora en el mundo. Es decir, los estudiantes deben poseer un grado de independencia que les permita enfrentar exitosamente su actividad profesional y laboral (Camarena, 2000).

La autonomía implica cambios en el sistema personal de valores, apertura a las ideas nuevas y replanteamiento de las anteriores, y en el desarrollo de nuevas capacidades para organizar el tiempo, para comprender el por qué de las dificultades, para adquirir un pensamiento crítico, etc., así como técnicas de investigación y de trabajo en bibliotecas.

Señalan Ortiz, et al. (2006) que cuando el estudiante se convierte en aprendiz autónomo, es porque ha aprendido a aprender y no necesita ya de alguien que le guíe en el aprendizaje, porque es capaz de aprender por sí mismo.

En la autonomía para aprender se piensa en las capacidades y recursos con los que puede contar el estudiante para llegar al autoaprendizaje, lo cual requiere de potenciar niveles altos de autonomía intelectual, al que se ligan otros conceptos que se relacionan con la autonomía moral, como son los de voluntad, se ejecutan actos conforme a la razón, libertad, capacidad de actuar y realizar con independencia de toda tutela exterior y autoestima, aceptación de sí mismo (Ortiz, et al. (2006).

Un estudiante debe aprender a ser autónomo para lograr un desempeño satisfactorio en la toma de decisiones o para establecer contactos sociales; en donde se desarrollen saberes, habilidades y actitudes para que logre eficiencia productiva, siempre buscando el logro de un proyecto en común con otros, enfrentándose a la convivencia, todo ello con beneficios comunes (Ortiz, et al., 2006).

En el concepto de autonomía pueden encontrarse tres conceptos inseparables: la responsabilidad, la motivación y la reflexión. Una estrategia importante para propiciar estos

tres conceptos es enfrentar al estudiante a situaciones prácticas de la cotidianeidad profesional, en donde surjan problemas que requieran solución e interacción. La responsabilidad implica un proceso progresivo y gradual en el que se va capacitando para asumirla, y en la medida que aumenta, se contribuye al desarrollo de la autonomía, ya que en esa escala implica una toma de decisiones que lo acerca a ser el protagonista de su propio proceso de adquisición y de la necesaria posibilidad de tomar una posición de autocontrol estratégico ante una necesidad inmediata de interacción, todo eso debe darse en un alto grado de motivación (Ortiz, et al., 2006).

Si se le permite y se le da la posibilidad de crear sobre la base de sus motivaciones personales para desarrollar sus competencias y su autonomía, el estudiante tendrá más oportunidad de éxito que si depende de otras personas o de recompensas externas para lograr su motivación; esta aseveración lleva implícito la toma en consideración de las necesidades e intereses de los propios estudiantes durante el proceso. El alcance de la seguridad y la autoconfianza en sus intentos de desarrollo, incide en su motivación para aprender y usar sus conocimientos.

Si el estudiante tiene claros los eventos contextualizados, buscará diversas estrategias para resolverlos, podrá probar en qué momento las usa, lo que le llevará a entender que hay diversas formas de llegar a construirlo y no solamente una; este proceso reafirma el autoconcepto de sí mismo y le ayuda a encontrar cuáles son los recursos que tiene para usar.

Es decir, el sentido de la responsabilidad y la motivación, requieren del conocimiento de sí mismo. Es por ello que estos dos procesos se ven enriquecidos con la reflexión, convirtiéndose en su propio crítico y evaluador de sus alcances. Este tercer proceso, la reflexión, requiere del distanciamiento para identificar cuáles son los aspectos o áreas en las que presenta una mayor dificultad, lo que le permitirá utilizar los recursos más apropiados a cada situación. El reflexionar, permitirá que adquiera un mayor grado de conciencia y mayor motivación por sí mismo.

Ortiz, et al. (2006) señala que "La reflexión es el elemento clave que va a facilitar el desarrollo de la metacognición y el conocimiento de otras formas de enfrentarse a una misma tarea". Esa capacidad autónoma en el acto comunicativo, se armoniza dialécticamente con el desarrollo de la competencia estratégica y las relaciones entre responsabilidad, motivación y reflexión en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Estar consciente del proceso de cognición tiene implicaciones ya que hacen ser responsable de las propias decisiones, de las acciones y de las interacciones, porque también se aprende a aprender al socializar y conversar con los demás (Ortiz, et al., 2006). A través de la autonomía se es capaz de dirigir, controlar, regular y evaluar la propia forma de aprender, manifestándose en estadios progresivos que permiten la satisfacción propia, porque se es cada vez más consciente.

4. Conclusiones

En este capítulo se muestra el marco teórico que fundamenta, en buena medida, a la Fase Didáctica de la TMCC. Se trata de la teoría de Vygotsky sobre la interacción socio-cultural y la teoría de Ausubel sobre los aprendizajes significativos. Como ambas han sido diseñadas para niños, se rescata lo que es congruente con la didáctica de la Matemática en Contexto.

De Vygotsky se consigue el *trabajo en equipo colaborativo*, no el cooperativo, que se presenta en el ambiente de aprendizaje de tipo sociocultural. En este tipo de trabajo las

interacciones entre los miembros del equipo juegan un papel preponderante. Además se busca que cualquiera de los miembros pueda liderar la resolución de los eventos contextualizados, para lo cual la didáctica de la Matemática en Contexto trabaja con tres tipos de líderes, el intelectual, el emocional y el operativo.

En relación al trabajo de Ausubel, el cual establece que los conocimientos nuevos deben ser anclados a las estructuras cognitivas con el conocimiento previo, para el logro de esto, él propone materiales de trabajo, sin embargo, para la Matemática en Contexto se trabaja con eventos contextualizados que deben resolver los alumnos en equipos colaborativos.

De esta forma, se rescatan los siguientes elementos: que el alumno maneje **diferencias y semejanzas**, que se le pueda **motivar** al estudiante, que se trabajen **varios contextos**. Con la experiencia de la Matemática en Contexto se ha encontrado que cuando los estudiantes trabajan con eventos contextualizados se encuentran motivados, porque están vinculados con sus demás asignaturas, con actividades de la vida profesional o laboral o con actividades de la vida cotidiana. Asimismo, la Matemática en Contexto ya tiene contemplado el ofrecer una diversidad de contextos para los eventos contextualizados. Las diferencias y semejanzas las maneja el docente, a través de los lineamientos didácticos para el diseño de actividades de aprendizaje cuando descontextualiza, para que luego lo reproduzca el alumno con su conocimiento nuevo.

Finalmente se cierra el capítulo con el aprendizaje autónomo, el que es considerado, por varios autores como fin último de la formación del estudiante. El aprendizaje autónomo es un elemento pedagógico ya que si el estudiante alcanza su autonomía, le permitirá llegar a la condición transformadora en el mundo. Es decir, los estudiantes deben poseer un grado de independencia que les permita enfrentar exitosamente su actividad profesional y laboral. Éste se logra a través de las dos teorías mostradas y la aplicación del Modelo Didáctico MoDiMaCo de la Fase Didáctica de la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*.

CAPÍTULO 9

SOPORTE ESENCIAL DE LA MATEMÁTICA EN CONTEXTO

1. Introducción

Este capítulo presenta el soporte que contribuye al desarrollo de la didáctica de la Matemática en Contexto.

Los eventos contextualizados, elemento central de la didáctica, son la herramienta de trabajo de la Matemática en Contexto. La Matemática Social se trabaja en profesiones donde no se van a formar matemáticos y se trata de construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella.

Se incorpora la modelación matemática, la que permite resolver los eventos contextualizados que se presentan en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, en donde no se van a formar matemáticos y se trata de construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella. Se incluyen los registros semióticos de representación de Duval (1999), así como los registros semióticos de Camarena (2002b). Finalmente, pero no menos importante, se tiene el uso de la tecnología electrónica, como mediadora del aprendizaje, para el trabajo con la didáctica de la Matemática en Contexto.

2. Eventos contextualizados

Los eventos contextualizados se definen como problemas, proyectos o estudios de caso que se comportan como entes integradores de las disciplinas, donde hay tres fuentes de contextualización que son de la realidad del alumno: las demás asignaturas que cursa el alumno, dando por resultado eventos contextualizados escolares, las actividades profesionales y laborales, que son su futuro inmediato de realidad y situaciones de la vida cotidiana, que representan su realidad presente.

Es importante dejar establecido que los eventos contextualizados no son ejercicios, no son problemas ni proyectos *rutinarios*. Sí son problemas o proyectos que deben causar un conflicto cognitivo al leer el enunciado y también deben motivarlos e intrigarlos para querer continuar con la tarea. Los eventos contextualizados son implícitos, porque nadie le dice a los alumnos qué deben hacer, ellos lo deben identificar al entender el evento (Camarena, 2002a). Ejemplos de eventos contextualizados pueden localizarse en las siguientes referencias: Accostupa (2009), Alvarado (2008), Bianchini et al. (2017, 2019), Camarena (1987; 1993, 2003), Camarena et al. (2012), García (2000), Gomes et al. (2017, 2019), Hernández 2009, Lima et al. (2019), Muro (2000), Ndjatchi (2019), Neira (2012), Ruiz, et al. (2016), Sauza (2006), Suarez et al. (2000), Trejo (2005), Vite (2007).

Un ejercicio es una situación en donde la persona puede solucionarlo con solo repetir un proceso conocido o de manera inmediata saber cómo resolverlo, es decir, no le causa un conflicto cognitivo. Esto deja ver que los problemas o proyectos, en algunos estudiantes les causará un conflicto cognitivo, pero en otros no lo será, siendo un ejercicio para ellos.

A través de los eventos contextualizados se establece la interdisciplinariedad, en la Matemática en Contexto, porque los conceptos no están aislados, están constituidos en forma de red y mantienen relaciones entre ellos, de ahí la complejidad de la interdisciplinariedad (Camarena, 1990; Camarena, et al. 2012). Además, parafraseando a Sánchez (1993), la división entre asignaturas provoca formas de autismo intelectual, porque impide ver la variedad de interacciones que se vinculan en la realidad. La disciplinariedad impide la ruptura de fronteras entre disciplinas, de esta forma, el aprendizaje se logra con la mediación de los eventos contextualizados. La descontextualización permite el desarrollo de habilidades operativas de los conceptos matemáticos. La contextualización se establece en tres fuentes:

- Las demás ciencias que estudia el alumno, es decir, articulación entre disciplinas.
- Las actividades profesionales y laborales futuras del alumno, esto es, la vinculación entre matemática y las necesidades de los distintos ámbitos sociales.
- Las situaciones de la vida cotidiana, es decir, la relación de la matemática con el quehacer diario de todo individuo.

Todo ello con el propósito de ofrecerle al estudiante una formación integral, mediante un propósito en común de los saberes interdisciplinarios (Camarena, 2000; Camarena y Flores, 2012). En función de estas tres fuentes, el profesor diseña eventos contextualizados, que son enriquecidos por la epistemología disciplinaria, los cuales crean conflictos y que a través de reflexiones los superan. Asimismo, los eventos contextualizados pueden ser abordados desde diferentes perspectivas, lo que da la posibilidad de un aprendizaje flexible, en el que el estudiante puede encontrar y reconocer esos diferentes caminos.

Los eventos contextualizados se clasifican en eventos escolares y eventos reales, de la profesión, ambos dentro de los intereses de los estudiantes. Los primeros se definen como aquellos eventos que se encuentran en los libros de texto de las asignaturas propias de la profesión que cursa el alumno durante sus estudios en la Universidad, son eventos contextualizados en las áreas del conocimiento de la carrera profesional en estudio. Mientras que los segundos se contextualizan en actividades profesionales y laborales, así como en situaciones de la vida cotidiana.

En la Fase Didáctica de la TMCC, se denomina *evento contextualizado robusto* a aquel evento que requiere de actividades complejas de aprendizaje, donde hay más de dos asignaturas presentes para abordar exitosamente el evento (Camarena, 2000).

Las fuentes, para la contextualización, por su complejidad relativa a la formación previa del estudiante, establecen niveles cognitivos para ser abordados:

Nivel bajo. Está dado por situaciones de la vida cotidiana, aunque hay situaciones que pueden llegar a un nivel alto. El punto es que esta fuente sí proporciona niveles bajos. Este nivel es idóneo para el nivel educativo básico, también denominado primaria en algunos países, sin embargo, se emplea en todos los niveles educativos.

Nivel medio. El nivel medio se localiza en las demás ciencias que cursa el alumno en sus estudios. El nivel educativo en donde se desarrolla este nivel cognitivo es en secundaria y bachillerato, o nivel educativo medio, así como en el nivel universitario.

Nivel alto. Este nivel, también denominado nivel complejo, proporciona contextos de la vida real en el ámbito profesional y laboral. Generalmente son aplicados en los últimos semestres de estudio del alumno, cuando tiene los conocimientos suficientes de matemática y de las demás asignaturas para enfrentar exitosamente el tipo de eventos que ofrece esta fuente. Este nivel es empleado en profesiones con carácter técnico o universitario.

En la didáctica de la Matemática en Contexto los eventos contextualizados son implícitos, para generar la reflexión en el alumno e irlo adaptando al trabajo real de su profesión. Un evento es implícito cuando no está claro para el alumno en la primera lectura que hace de éste, qué es lo que busca ni como lo tiene que hacer, generalmente estos son eventos reales. Un evento es explícito cuando dice claramente qué se busca, generalmente estos son problemas que se trabajan en las clases tradicionales de matemática. A continuación se da un ejemplo del tipo de eventos contextualizados que son dados a los equipos de estudiantes:

Se tiene una cuerda flexible de densidad uniforme, cuya longitud es L y cuyos extremos se encuentran fijos. La cuerda se hace vibrar, se desea conocer cuál es el movimiento de la cuerda en cualquier instante de tiempo, donde la argumentación, reflexión y respeto entre los miembros del equipo es esencial.

El equipo debe entender el evento, para lo cual pueden hacer un bosquejo o gráfica del enunciado del evento y ubicar los ejes coordenados, así como determinar las variables y constantes del evento, posteriormente pasar por las etapas 3, 5, 6, 7 y 8 de la Matemática en Contexto. Este es un caso en donde una función de dos variables es la que determina la forma de movimiento de la cuerda.

El presente evento involucra ecuaciones diferenciales parciales que se contextualizan en una cuerda vibrante. De hecho, el modelo matemático del evento es una ecuación de onda, al tener que resolverla tendrán que usar el método de variables separadas para ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y la clasificación de este tipo de ecuaciones. También tendrán que definir las

condiciones iniciales y las de frontera del evento que se aborda. Este es un evento en donde cobran especial papel la argumentación y discusión en el equipo, así como la metacognición. La representación gráfica de funciones de dos variables es un recurso muy favorable para el entendimiento del evento.

2. 1. FUNCIONES DE LOS EVENTOS CONTEXTUALIZADOS

Los eventos contextualizados poseen funciones, para qué se les destina, así como momentos didácticos que son los recomendados para aplicarlos:

- Diagnóstica
- Recuperación de conocimiento previo
- Motivación
- Construcción de conocimiento
- Reforzar conocimiento
- Desarrollo de competencias matemáticas de la profesión
- Evaluación
- Identificar o enfrentar obstáculos
- Introducción de un tema
- Otros

| FUNCIONES DEL EVENTO | MOMENTO DIDÁCTICO |
|-------------------------------|-------------------------------|
| generar conocimiento | según los tratado |
| reforzar conocimiento | según los tratado |
| desarrollar competencias | según los tratado |
| evaluar un tema | al final del tema |
| diagnosticar | al inicio del tema o el curso |
| motivar | al inicio del tema o el curso |
| recuperar conocimiento previo | al inicio del tema o el curso |
| introducir un tema | al inicio del tema o el curso |

Tabla 9. 1: Funciones de un evento y sus momentos didácticos.

Es claro que los momentos didácticos dependen de la sesión de trabajo, donde el docente debe decidir cuándo es más conveniente aplicarlos.

Los eventos identificados con DIPCING se resuelven para saber si están los contenidos matemáticos y competencias que se quieren trabajar y saber si los conocimientos previos que tienen los alumnos son los apropiados para ese contenido y generar aprendizaje significativo; de acuerdo a esto el docente decide con qué función emplear los eventos.

2. 2. HISTORIAL DE LOS EVENTOS CONTEXTUALIZADOS

A los eventos contextualizados se le va construyendo su historial, con los elementos siguientes:

- Función que tiene el evento
- Tipos de conocimientos de matemática que intervienen
- Tipos de conocimientos del contexto
- Componentes que intervienen de la competencia
- Posibles formas de solución del evento
- Tiempos empleados
- Obstáculos de los estudiantes
- Preguntas más frecuentes
- Respuestas-interrogantes más adecuadas
- Diversas problematizaciones

2. 3. ETAPAS DE RESOLUCIÓN DE LOS EVENTOS CONTEXTUALIZADOS

Las etapas de resolución de los eventos contextualizados (Camarena, 1987, 1993, 1999b; García, 2000; Muro et al. (2000), Olazábal et al. (2003), Trejo, 2013; Olazábal, 2004; Sauza, 2006; Vite, 2007; Accostupa, 2009; Hernández, 2009; Neira, 2012) son las que se muestran a continuación.

1. Entender qué se quiere del evento.
2. Identificar variables y constantes del evento.
3. Identificar los conceptos y temas involucrado en el evento.
4. Determinar las relaciones entre conceptos.
5. Construir el modelo matemático del evento.
6. Resolver el modelo matemático.
7. Dar la solución del evento.
8. Interpretar la solución del evento en términos del contexto.

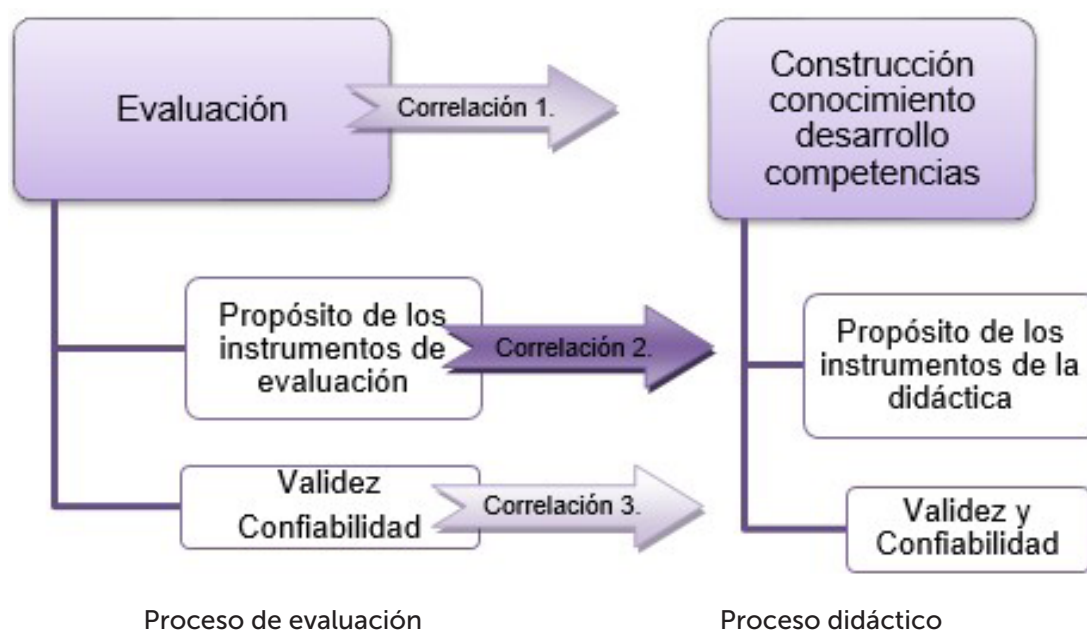
Cuadro 9. 1: Etapas de resolución de los eventos contextualizados.
Fuente: Camarena (2017, 2000)

2. 4. DISEÑO DE LOS EVENTOS CONTEXTUALIZADOS

En los eventos identificados o diseñados con DIPCING, desde un inicio tiene claro el docente cuál es la función que les quiere asignar; se resuelven para saber si están los contenidos matemáticos que se quieren trabajar y saber si los conocimientos previos que tienen

los alumnos son los apropiados para ese contenido y generar aprendizaje significativo. Trejo, et al. (2011) enfatizan la importancia de realizar la contextualización previamente, por un grupo de docentes, para identificar el tipo de conocimientos y habilidades y del contexto que se requiere poner en acción al abordar el problema contextualizado.

Para iniciar el estudio del diseño de los eventos contextualizados de la Fase Didáctica de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, es necesario tener en claro que cada instrumento de evaluación debe correlacionarse con los propósitos y procesos de construcción de conocimiento y desarrollo de competencias (Camarena, 2017). En general se acostumbra verificar la validez y confiabilidad de los instrumentos de evaluación pero no de los instrumentos didácticos. La Fase Didáctica de la TMCC considera esta etapa necesaria para los eventos contextualizado y saber si están bien diseñados, con la función que se les ha otorgado.



Esquema 9. 1: Correlaciones entre construcción de conocimiento y desarrollo de competencias.

En el Esquema 9. 1 se observan las principales correlaciones entre los procesos de construcción del conocimiento y desarrollo de competencias, con los instrumentos de evaluación. Los procesos didácticos, entre otras actividades de aprendizaje, se abordan con los eventos contextualizados, los que permiten llevar a cabo tanto construcción de conocimiento como desarrollo de competencias. Los procesos de evaluación también se realizan a través de eventos contextualizados y actividades individuales, de enseñanza que se diseñan de acuerdo a los lineamientos que otorga la didáctica. Esta tercera actividad de correlación permite verificar que el evento contextualizado contiene lo que se desea trabajar, es decir que incluye los contenidos curriculares, así como la función que se ha asignado al evento. La validez y confiabilidad puede ser cualitativa o cuantitativa.

Por otro lado, así como cada instrumento de evaluación debe correlacionarse con los procesos de construcción del conocimiento y desarrollo de competencias, correlación 1 del Esquema 9. 1, de manera natural, los propósitos de los instrumentos de evaluación se correlacionan con los propósitos de los instrumentos didácticos, correlación 2 del Esque-

ma 9. 1. Asimismo, si hay un proceso para verificar que un instrumento de evaluación está bien diseñado y mide lo que se quiere, lógicamente también tiene que haber un proceso para verificar que los instrumentos didácticos realmente desarrollan o apoyan que el alumno construya lo que se persigue, correlación 3 del Esquema 9. 1, ya sea que se trate del diseño de algún software, del diseño de actividades de enseñanza, en particular de eventos contextualizados, del diseño de un material de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje, etc. (Camarena, 2000).

Cómo saber si un evento realmente mide lo que se quiere. Es una pregunta que se puede responder a través de verificar que el evento es confiable. La confiabilidad dice que sí mide lo que queremos. Para ello se pone a prueba con los estudiantes. Es decir, se verifica que si hace lo que decimos debe hacer ya sea evaluar, diagnosticar, etc.

Para saber si un evento contextualizado realmente es efectivo para la función designada, es una pregunta que se puede responder a través de verificar que el evento es válido. Es decir, que sí incluye todos los rubros que describen la función del evento en relación al objeto en estudio y por tanto se puede decir que sí lo mide. Esto tiene que ver con el contenido del evento, las temáticas y acciones que contiene el evento.

Se tienen tres tipos de validaciones: Validez de Contenido que manifiesta que efectivamente el evento incluye las temáticas a tratar; Validez de Constructo se refiere a las acciones que determinan al concepto, es decir, si la operatividad que se requiere la puede realizar el estudiante y Validez de Criterio, el que menciona que el criterio que se ha tomado en cuenta para diseñar el evento es el correcto.

2. 4. 1 Confiabilidad de los eventos contextualizados

Se pone a prueba con una muestra pequeña de alumnos para verificar la confiabilidad, donde se analiza:

- Que sí lo pueden entender
- Que no es ambiguo
- Que la notación usada es clara.
- Que sí poseen los conocimientos previos de los conceptos involucrados
- Que el tiempo destinado para su resolución es correcto.

2. 4. 2 Validez de los eventos contextualizados

Validez de Contenido, indica que efectivamente el evento incluye las temáticas a tratar, para lo cual se realiza una revisión bibliográfica que lo muestre. Se requiere conocer muy bien el concepto a construir o la competencia a desarrollar.

Validez de Constructo, indica que la operatividad que se requiere la puede realizar el estudiante, punto que se puede verificar a través de la aplicación del evento a una muestra de estudiante.

Validez de Criterio, se correlaciona con el criterio que se toma como referencia y que se sabe que es un indicador de aquello que el test pretende medir. Para el caso de los eventos contextualizados, el criterio elegido es la resolución de los eventos que otorga el experto al evento, tomando en cuenta todos los caminos que lleven a la solución de éste. La resolución por el experto debe coincidir con la resolución que brinda el docente no necesariamente experto pero que sí conoce del tema.

Con los eventos contextualizados los estudiantes trabajan con una matemática integrada a la profesión, una matemática de su interés, una matemática no aislada, una matemática con sentido, con todo ello, se ha corroborado que el alumno va construyendo su conocimiento de matemática.

Es importante recalcar que la matemática describe eventos, incluyéndose fenómenos, objetos y situaciones de las áreas técnicas y universitarias. Los eventos contextualizados requieren de un modelo matemático para su resolución, como se observa en las etapas de la Matemática en Contexto, tema que se aborda en este capítulo.

3. Registros de representación de Duval

Como ha sido mencionado, aquí se presentan los registros semióticos de Duval para el aprendizaje de la matemática, los cuales constituyen el marco referencial para la didáctica de la Matemática en Contexto, la que forma parte de la Fase Didáctica de la TMCC.

La matemática es abstracta, lo cual se relaciona con la necesidad de buscar estrategias específicas para incorporar en la didáctica de la Matemática en Contexto. Duval (1999) describe que "las representaciones semióticas son producciones constituidas por el empleo de signos que pertenecen a un sistema de representación, el cual tiene sus propios constreñimientos de significancia y funcionamiento".

Para que un sistema semiótico pueda ser un registro de representación, debe permitir las tres actividades cognitivas fundamentales ligadas a la semiosis.

1. La formación de una representación identificable como una representación de un registro dado, como por ejemplo, dibujo de una figura geométrica.
2. El tratamiento de una representación es la transformación de una representación en el registro mismo donde ha sido formada. La reconfiguración es un tipo de tratamiento particular para las figuras geométricas, es una de las numerosas operaciones que otorga al registro de las figuras su rol heurístico.
3. La conversión de una representación es la transformación de esta representación en una representación de otro registro conservando la totalidad o sólo parte del contenido de la representación original.

Como se había apuntado anteriormente, son necesarios los registros de representación para enfrentar este conflicto, Duval (1999) trabaja con los registros numérico, algebraico, analítico y registro geométrico. Con la Matemática en Contexto se ha determinado que para los eventos contextualizados, cuando un estudiante trata de entender el evento, es decir, en la primera parte de resolución del evento contextualizado; se requieren tanto el registro icónico, el cual incluye gráficas, diagramas, esquemas y dibujos; el registro verbal, como el registro contextual (Camarena, 2002a).

Para Duval es importante que el estudiante pueda transitar entre los diferentes registros, él sostiene que es una forma de aprender matemática. Para la didáctica de la Matemática en Contexto es una forma de observar cómo está trabajando el evento que aborda el

estudiante, si está entendiendo bien o se va por otro rumbo que no representa el evento contextualizado.

A continuación se describen cada uno de estos registros, para lo cual se pone un ejemplo que puede mostrarlos.

Se lanza una moneda con la mano, a cierta altura, y se mide hasta dónde llegó, registrando altura y distancia. Luego la altura de la mano se modifica y se vuelve a lanzar la moneda y se toman nuevamente los datos de altura y distancia. Esta acción se repite varias veces seguidas para que la persona que lanza la moneda no se mueva, no cambie de posición, ni modifique la forma de lanzar; de esta forma se controlan variables externas. En una tabla se registra la información, véase la Tabla 9. 2. Dando por origen el **registro numérico**.

| ALTURA (y) | DISTANCIA (x) |
|------------|---------------|
| 110 cm. | 85 cm. |
| 120 cm. | 80 cm. |
| 125 cm. | 90 cm. |
| 130 cm. | 88 cm. |
| 135 cm. | 87 cm. |
| 140 cm. | 88 cm. |
| 145 cm. | 85 cm. |

Tabla 9. 2: Registro numérico.

Luego, si se grafican estos datos, se pasa al **registro geométrico**.

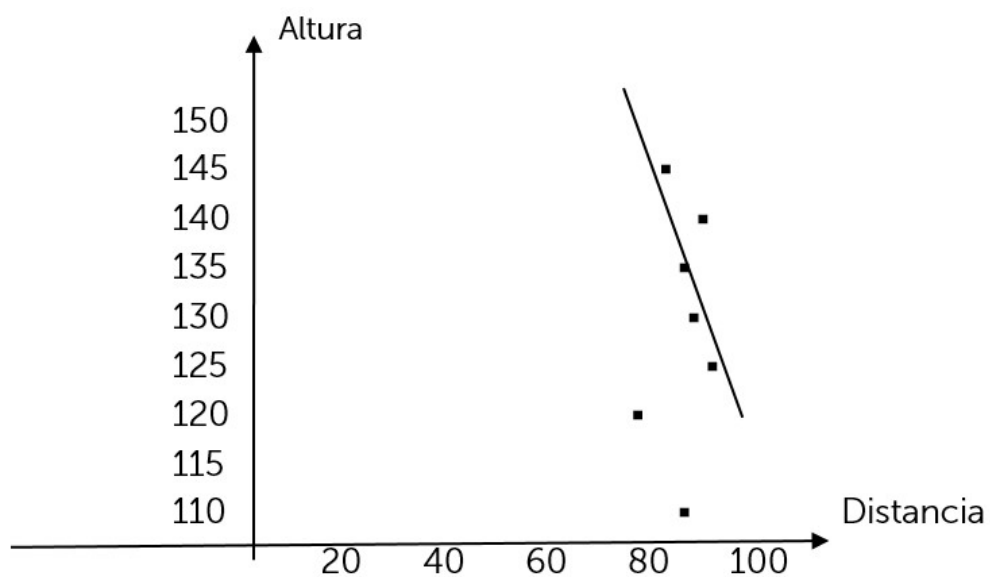


Figura 9. 1: Registro geométrico.

De la gráfica se identifica que cuatro de siete datos están prácticamente alineados. Lo que permite pasar al registro algebraico y construir su expresión algebraica. Considérense los puntos $P_1 = (88, 130)$, $P_2 = (87, 135)$, la pendiente "m" de la recta es:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{135 - 130}{87 - 88} = \frac{5}{-1} = -5 \quad \text{pendiente de la recta.}$$

A partir de la ecuación de la recta, del valor obtenido para la pendiente m y trabajando algebraicamente se tiene:

$$m(x - x_1) = y - y_1 \qquad -5(x - 88) = y - 87 \qquad -5x + 440 = y - 87$$

Así, el **registro algebraico** es: $-5x + 440 = y - 87$

Mientras que el **registro analítico** es:

$$-5x + 440 + 87 = y \qquad -5x + 527 = y \qquad y = f(x) = -5x + 527$$

Con el ejemplo se pueden entender los distintos registros semióticos de representación: **numérico, algebraico, analítico y geométrico**, los cuales constituyen parte del marco referencial que sustenta la didáctica de la Matemática en Contexto de la Fase Didáctica de la TMCC.

4. Modelación matemática

Para la modelación matemática es importante saber que el profesionista resuelve eventos de la matemática y desarrolla matemática que servirá a su profesión, en muchos casos sin ser consciente de ello; el profesionista usa matemática que se presentan ante él como modelos ya elaborados, y el paso que se tiene que dar entre la matemática y la profesión prácticamente se debe a unos pocos científicos en matemática o a profesionista con una fuerte formación en matemática, los cuales han desarrollado las bases de la profesión, como por ejemplo Paul Dirac, quien es conocido como el padre de la Mecánica Cuántica.

La modelación matemática es uno de los temas que aparecen en el currículo oculto de las carreras universitarias, ya que se supone que el egresado debe saber modelar y, en muchos planes y programas de estudio para nada se hace alusión al término "modelación matemática"; en otros currículos, dentro de los objetivos de los programas de estudio, se dice que el alumno deberá saber modelar problemas de otras áreas del conocimiento, y en muy pocos currículos viene este término incluido en el temario de las asignaturas. Pero, en ningún caso se dice cómo incorporar la modelación matemática a los cursos de matemática, ni cómo lograr que los estudiantes modelen situaciones de otras áreas o eventos de la vida cotidiana. De hecho, en general, no existe ninguna asignatura de las profesiones que se aboque a elaborar modelos matemáticos, además, resulta que los profesores de matemática sienten que este punto compete a los profesores de los cursos propios de la carrera, mientras que estos últimos presuponen que los maestros de matemática son quienes deben enseñar al estudiante a modelar fenómenos de la profesión (Camarena, 2002b).

El tema de los modelos se puede considerar que es un tema que está presente en el llamado *currículo oculto*, pero no se trata de un elemento con el cual nada pasa si no está presente en los cursos del futuro profesionalista, éste es un elemento clave para el desarrollo del profesionalista en ejercicio de su profesión por lo que no puede ser descuidado (Camarena, 1991, 1995).

La modelación matemática es concebida en la Fase Didáctica de la TMCC bajo una doble vertiente, una como un acercamiento de los estudiantes a los expertos, profesionales en su práctica profesional, con lo cual les ayuda a comprender el mundo que los rodea, tradicionalmente la matemática es concebida como un instrumento que ayuda a comprender la realidad que nos rodea, con ésta se puede describir y analizar el mundo. La segunda vertiente es para la construcción del conocimiento matemático en el alumno, a través de reflexionar acerca del contenido, sus representaciones, su mecanización, sus enfoques, etc., lo cual lo logra a través de la didáctica de la Matemática en Contexto, en particular con la resolución de los eventos contextualizados y la modelación matemática (Camarena, 1988).

Así, la modelación matemática aborda eventos reales, de la vida cotidiana o de la práctica profesional, para apoyar decisiones, predecir situaciones en el ámbito profesional ya sea de las ciencias duras, sociales, económicas o humanísticas.

En el proceso de resolución de eventos contextualizados los estudiantes tienen que ver relaciones entre los conceptos implícitos y explícitos, deben explorar diversas formas de representar el evento y con ello diversas formas de representarlas matemáticamente, y manipular las expresiones matemáticas con habilidades de mecanización.

En este capítulo interesa la modelación matemática desde la perspectiva de una matemática para profesionalistas, no por la matemática misma, así como, para el aprendizaje y enseñanza de la matemática.

Para los modelos matemáticos en la Fase Didáctica de la TMCC y en particular en la didáctica de la Matemática en Contexto, se presenta a continuación una caracterización y clasificación de los modelos matemáticos en las profesiones.

Para abordar el problema de investigación se tienen las siguientes preguntas: ¿Qué es un modelo matemático?, ¿Qué es modelación matemática?, ¿Qué elementos de orden cognitivo debe conocer el estudiante para construir el modelo matemático de un evento escolar de su profesión?, ¿Qué habilidades del pensamiento son indispensables para construir el modelo matemático de un problema escolar de ingeniería? Un evento escolar de una profesión se define como aquel evento que se encuentra en los libros de texto de las asignaturas propias de la profesión que cursa el alumno durante sus estudios en la Universidad (Camarena, 2000).

4. 1. MÉTODO DE TRABAJO

El método de trabajo para abordar los interrogantes sobre modelación matemática contempla dos etapas. La primera se aboca a definir los conceptos de modelo matemático y modelación matemática, lo cual se lleva a cabo a través del análisis de eventos que requieren modelación matemática para su solución. La segunda incide en la determinación de los elementos cognitivos y de habilidades del pensamiento para la construcción del modelo matemático, lo cual se logra a través de implementar, los eventos detectados en la primera etapa, a un grupo de estudiantes para observar el proceso de construcción del modelo matemático del evento e identificar las regularidades subyacentes. Es decir, se buscan regularidades, porque eso quiere decir que eso sucede en todos o la mayoría de los eventos. Con esto se tiene el mínimo de fenómenos que se suceden, pero son los que seguro van a aparecer en cualquier evento. Si no se hubieran tomado las regularidades lo que se tendría

serían todos los elementos que intervienen, pero no hay garantía de que en la mayoría de los eventos aparezcan. Por lo que es mejor tomar las regularidades, de esa forma se conoce lo que muy probablemente se necesitará o pasará al resolver un evento al azar (Camarena, 2000).

Dado el problema a abordar sobre modelos matemáticos, el material de trabajo son eventos de la profesión, la metodología que se emplea es la del análisis de textos de las profesiones que se establece en la Fase Epistemológica de la TMCC (Camarena, 1988), así como el análisis de algunos proyectos de investigación de la profesión en donde se han elaborado modelos matemáticos, los cuales corresponden a las áreas de la profesión aplicada.

Como es sabido, el análisis de textos constituye una metodología para la detección de ciertos elementos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Camarena, 1988), depende de lo que se persigue para mirar de la forma indicada a esos textos. Así, en la primera etapa lo que principalmente se busca es:

1. Eventos que se plantean para ser abordados por el autor.
2. La manera como representan matemáticamente los eventos que se han planteado.
3. Los conceptos de temas de la profesión que se describen matemáticamente.

La segunda etapa considera una muestra de estudiantes universitarios quienes resuelven una selección de los eventos analizados en la primera etapa, con el propósito de identificar los elementos cognitivos y habilidades del pensamiento que entran en acción en el proceso de construir el modelo matemático del evento.

Para esta etapa se seleccionaron a 21 estudiantes, tres de cada semestre, del tercero al noveno semestre de una profesión.

Al igual que cualquier objeto en donde la clasificación de éste no tiene porque ser única, se han detectado, a través del análisis que marca la metodología, que para los modelos matemáticos de las profesiones existen al menos dos clasificaciones.

La primera se estructura de acuerdo al uso que le otorga la profesión al modelo dado, mientras que la segunda clasificación se lleva a cabo en función de las etapas de conocimiento por las que tiene que transitar el futuro egresado.

Para iniciar, se tiene que la matemática en las profesiones es un lenguaje, ya que casi todo lo que se dice en la profesión se puede representar a través de simbología matemática (Camarena, 1988). Es más, el que se represente a través de la terminología matemática y se haga uso de la matemática en la profesión, le ayuda a la profesión a tener carácter de ciencia por un lado y por el otro, le facilita su comunicación con la comunidad.

Dentro del conocimiento de las profesiones, se tienen problemas de la profesión, así mismo, se tienen objetos de la profesión que para su mejor manejo o referencia se les representa matemáticamente y también se tienen situaciones que se pueden describir a través de la simbología matemática. Estos casos permitirán caracterizar a los modelos matemáticos.

4. 1. 1 Los conceptos: modelo matemático y modelación matemática

A continuación se muestran ejemplos de cada caso (Camarena, 2004, 2008)

a) Eventos

Se quiere conocer el fenómeno de carga de un condensador (capacitor), cuya capacitancia es C , el cual está conectado en serie con un resistor de resistencia R , a las terminales de una

batería que suministra una tensión constante V , este planteamiento se puede representar a través de la ecuación diferencial lineal siguiente: $Rq'(t) + (1/c)q(t) = V$

Es de mencionar que bajo el término eventos se están incluyendo los fenómenos que se presentan en la ingeniería, como la carga de un condensador, la caída libre de un cuerpo, el movimiento de un péndulo, etc.

b) Objetos

Considérese una señal eléctrica del tipo alterno sinusoidal, la señal es el objeto de la ingeniería eléctrica el cual se representa a través de la función de ecuación $f(t) = A \sin(t + \emptyset)$

c) Situaciones

El condensador de carga $q=q(t)$ está totalmente descargado al inicio del evento. Esta situación se puede representar matemáticamente, tomando en cuenta que al inicio del evento $t=0$ y que la carga es una función del tiempo, como [2]: $q(0)=0$.

El concepto de Modelo matemático

De los tres casos mencionados, los que caracterizan a los modelos que se trabajan en esta investigación, los objetos y eventos forman parte de un modelo matemático, así la definición es (Camarena, 2000):

Un modelo matemático es aquella relación matemática que describe objetos o eventos de la profesión.

Cuadro 9. 2: Concepto de modelo matemático.

El concepto de modelación matemática

De las etapas de la *Matemática en Contexto* y lo detectado en el análisis de los eventos estudiados para la investigación se construye la definición del término modelación matemática, ver Cuadro 9. 3 (Camarena, 2000).

Este proceso cognitivo de la modelación matemática, consta de tres momentos, los que constituyen los indicadores de la modelación matemática:

1. Identificar variables y constantes del evento, se incluye la identificación de lo que varía y lo que permanece constante.
2. Establecer relaciones entre éstas a través de los conceptos involucrados en el evento, implícita o explícitamente, ya sean del área de la matemática o del contexto.
3. Validar la "relación matemática" que modela al evento, lo cual se hace a través de regresar y verificar que involucre a todos los datos, variables y conceptos del evento.

La modelación matemática se concibe como el proceso cognitivo que se tiene que llevar a cabo para llegar a la construcción del modelo matemático de un evento u objeto del área del contexto.

Cuadro 9. 3: Concepto de modelación matemática.

Dependiendo del evento, algunas veces se puede validar el modelo matemático a través de ver si la expresión matemática predice la información otorgada o la información experimental. En otros casos, para validar el modelo, es necesario dar la solución matemática para ver que sí, efectivamente, predice los elementos involucrados.

Un punto importante de mencionar es que el modelo matemático no es único, hay varias representaciones matemáticas que describen el mismo evento, razón por la cual se hace necesaria la validación del mismo (tercer momento). La forma de abordar o resolver matemáticamente el modelo matemático tampoco es única, elemento que permite verificar la versatilidad de la matemática, así como su consistencia.

4. 2. CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS

Cuando los modelos matemáticos describen objetos de la profesión, éstos dan origen a modelos de tipo dinámico o estático. Los modelos dinámicos son relaciones matemáticas que constantemente, por las necesidades de la profesión, requieren de modificaciones matemáticas, ya sea que se efectúen operaciones matemáticas con éstas, como el caso de una señal eléctrica que se modela matemáticamente a través de una función real de una variable real y su gráfica se puede observar en un osciloscopio, si se le altera su amplitud de onda y su frecuencia la función quedará modificada por la multiplicación de ésta por una constante y la composición de la misma con una función constante (Camarena, 2000), lo que se observa en el osciloscopio. O que se les utilice para establecer nuevos modelos matemáticos. Los modelos estáticos son relaciones matemáticas que describen a un objeto de la profesión como si fuera un "apodo", es decir, matemáticamente no se hace nada más, como el caso de la función impulso en ingeniería electrónica (Camarena, 2000).

Como se puede observar de esta clasificación, modelos estáticos y dinámicos, están en función del uso que se le da en la profesión, por lo que es obvio que un modelo dado podrá ser dinámico en alguna especialidad de la profesión, mientras que en otra podrá ser estático. Como se puede ver de este punto, es importante conocer la profesión en donde el docente labora para determinar los elementos de la clasificación, al igual que la enseñanza de la matemática en carreras donde la matemática no es una meta por sí misma, esto se trabaja con la didáctica de la Matemática en Contexto.

Cuando los modelos matemáticos describen eventos de la profesión, éstos se pueden clasificar en modelos de primera generación, segunda, tercera o cuarta generación. Se ha determinado que en las profesiones, generalmente, estas generaciones se correlacionan con las áreas cognitivas de las profesiones, véase la Tabla 9. 3.

Para el caso de modelos de primera generación, éstos se obtienen de datos experimentales de la profesión, como por ejemplo determinar la ley de Ohm; también se incluyen en este tipo de modelos los fenómenos de la profesión como la carga de un condensador, la caída libre de un cuerpo, el movimiento de un péndulo, etc. En general son relaciones matemáticas que dan origen a leyes o teoremas de la física, la cual es el cimiento de las profesiones con que trabaja la TMCC y sus ramas afines, ya por ejemplo, para el caso de las ingenierías se pueden considerar que son física y/o química aplicadas (Camarena, 2000).

| ÁREAS COGNITIVAS DE LA INGENIERÍA | TIPOS DE MODELOS |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Ciencias básicas | Modelos de primera generación |
| Ciencias básicas de la ingeniería | Modelos de segunda generación |
| Ciencias de especialización | Modelos de tercera generación |
| Ingeniería aplicada | Modelos de cuarta generación |

Tabla 9. 3: Asociación entre áreas cognitivas y tipos de modelos.

Si se hace uso de estos modelos de primera generación para construir nuevas relaciones, a éstas se les denomina modelos de segunda generación, como por ejemplo cuando se construye la ecuación diferencial que modela un circuito eléctrico (Camarena, 1987) en el que interviene una resistencia, o sea, que aparece la relación que establece la ley de Ohm, que es de primera generación. Estos elementos se estudian en las asignaturas de circuitos eléctricos que forma parte de materias básicas.

| CARACTERIZACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS | | | | | |
|--|-------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Modelaje de objetos de la ingeniería | | Modelaje de problemas de la ingeniería | | | |
| La clasificación está en función del uso que le da la ingeniería | | La clasificación está en función de las áreas cognitivas de la ingeniería | | | |
| Modelos estáticos | Modelos dinámicos | Modelos de primera generación | Modelos de segunda generación | Modelos de tercera generación | Modelos de cuarta generación |

Tabla 9. 4: Caracterización de los modelos según su clasificación.

Si a partir de estas ecuaciones se construyen nuevos modelos, como por ejemplo sistemas de ecuaciones que modelan una red de circuitos eléctricos, entonces se tienen los llamados modelos de tercera generación. Estos sistemas son utilizados en la teoría de control, materia que pertenece al grupo de materias de especialización.

Cuando el profesionalista está en ejercicio de su labor profesional y requiere de modelos que describen problemas complejos, los cuales puede trabajar de forma más eficiente a través de la paquetería de software existente, por ejemplo simuladores, a esto modelos se les denomina de cuarta generación. Es decir, los modelos de cuarta generación son aquellos modelos que requieren de varios de tercera generación o que por su complejidad no es suficiente la combinación de modelos de tercera generación, en algunas ocasiones tienen la posibilidad de ser simulados a través de la computadora, con lo cual se construye una familia de modelos matemáticos sobre el mismo elemento, ver Tabla 9. 4. Resumiendo, se tiene que los modelos se clasifican en función del uso que se les da en la profesión (Camarena, 2000).

4. 3. ELEMENTOS COGNITIVOS

A continuación se muestran elementos cognitivos que intervienen en la construcción del modelo matemático. El análisis de la implementación con los alumnos, de eventos específicos de cada área cognitiva de la profesión permitió detectar las regularidades que se reportan en este trabajo, las cuales son independientes de los niveles escolares e independientes de las áreas del conocimiento. Para llevar a cabo la modelación matemática se hace necesario poseer los siguientes elementos cognitivos:

- Los enfoques de los temas y conceptos matemáticos del área del contexto (Camarena, 1991). Cada tema y concepto matemático posee varios enfoques, por ejemplo, la derivada es un cociente de diferenciales, es un límite muy particular, es la operación inversa a integrar, es una razón de cambio, es la pendiente de la recta tangente a la curva, etc. Conocer estos enfoques es necesario para modelar.
- La transposición contextualizada (Camarena, 2001). Es conocido el hecho de que el saber científico sufre una transformación para convertirse en un saber a enseñar, denominado transposición didáctica. El conocimiento que se lleva al aula sufre otra transformación para convertirse en un saber de aplicación, a lo que se denomina *transposición contextualizada*.
- El manejo conceptual de la matemática descontextualizada (Camarena, 1999b). Es importante que el alumno conozca que la matemática es universal en el sentido de que es aplicable a varios contextos. Dentro de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* se concibe como matemática conceptual a aquella matemática que si se tiene el concepto es porque se puede transferir ese conocimiento, porque se conocen los diferentes enfoques de concepto, porque se conocen los puntos de control de error del concepto, porque se conocen los patrones de comportamiento del concepto cuando se mueven los parámetros que lo componen, porque se puede transitar entre los diferentes registros de representación del concepto, etc.

4. 4. HABILIDADES DEL PENSAMIENTO

Aquí se muestran habilidades del pensamiento que intervienen en la construcción del modelo matemático. Al igual que en los elementos cognitivos, a través del análisis de la implementación de eventos de cada área cognitiva de la profesión se detectan las habilidades del pensamiento que entran en acción en la construcción del modelo matemático. Así, para llevar a cabo la modelación matemática es necesario desarrollar en el estudiante las siguientes habilidades del pensamiento:

- Habilidad para identificar los puntos de control de error. Esta habilidad forma parte de tener una matemática conceptual, como se ha mencionado.
- Habilidad para transitar del lenguaje natural al lenguaje matemático y viceversa. Para este punto se puede ver la referencia de Olazábal (2004), quien hace una categorización de problemas de matemática contextualizados respecto a la demanda de traducción del lenguaje natural al matemático.
- Habilidades para aplicar heurísticas. Las heurísticas como estrategias para abordar un evento, con la clasificación que otorga Nickerson, et al. (1994) a las dadas por Polya (1976).

- Habilidad para identificar regularidades. Entre las habilidades básicas del pensamiento, esta habilidad se hace notoria.
- Habilidad para transitar entre las diferentes representaciones de un elemento matemático.
- Habilidad para hacer "consideraciones" o "idealizar" el evento cuando proceda. Hay problemas tan complejos que deben ser idealizados para poderse matematizar, en otras ocasiones es necesario hacer consideraciones, como controlar variables para poder lograr la matematización.

Cabe mencionar que se han tomado como sinónimos a modelación matemática, matematización y modelaje. Por otro lado, una clasificación interesante es la de Wagensberg (2004), quien menciona que la realidad se compone de objetos y fenómenos. Los objetos ocupan el espacio, los fenómenos ocupan el tiempo. Los objetos son distribuciones espaciales de materia, energía e información. Los fenómenos son cambios temporales de los objetos.

4. 5. EXPERIENCIAS SOBRE MODELACIÓN MATEMÁTICA

En la primera experiencia se montó un experimento para modelación matemática en donde fue impartido un curso sobre el análisis de Fourier en el contexto del análisis de señales eléctricas y electromagnéticas al grupo A, mientras que de forma simultánea el mismo tema se impartió en el grupo B de forma tradicional (Camarena, 1993).

Las evaluaciones, bajo un mismo instrumento de evaluación, de ambos grupos al finalizar los cursos no fueron tan diferentes, se consideró que la diferencia no era significativa, aunque cabe mencionar que el grupo A, el que recibió la Matemática en Contexto obtuvo mejores calificaciones que el grupo B, quien recibió un curso tradicional.

Se les hizo un seguimiento a ambos grupos y después de dos semestres, cuando cursaban la asignatura de Comunicaciones I: análisis de señales, la disciplina del contexto, los resultados fueron asombrosos, los alumnos del grupo A podían modelar matemáticamente con destreza las señales que se les proporcionaban, tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia, e interpretaban las características de las señales a partir de las expresiones matemáticas sin dificultad, se podría decir que con familiaridad.

Mientras que el grupo B tuvo un comportamiento igual que todos los demás estudiantes que están en el mismo semestre de la carrera y dos semestres atrás cursaron el tema de análisis de Fourier. Es decir, para ellos la herramienta matemática parece que nunca la han recibido, las señales no podían modelarlas matemáticamente, las características de las señales no podían predecirlas, tal parecía que no tenían las bases que se suponía les había brindado su curso de matemática sobre el análisis de Fourier y los conocimientos sobre señales que proporcionaban sus cursos básicos.

La segunda experiencia relata el caso de un grupo piloto de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica campus Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional en México, en el cual se trabajó todo el proceso metodológico que describe la Fase Didáctica de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (Camarena, 2000, 2008). El trabajo con el grupo piloto permitió ver el éxito de la didáctica de la Matemática en Contexto en su formación integral.

Cuando egresaron los estudiantes, el 70 % de estos estudiantes fueron a realizar estudios de posgrado a otros países, luego no regresaron por ser invitados a trabajar con los investigadores de los países de estudio, ya que les vieron mucho potencial como profesionistas e investigadores.

Las industrias en las que trabajaron los demás estudiantes, fueron empresas que hicieron llegar un reconocimiento a la Escuela por la calidad de los ingenieros egresados, los cuales resolvían satisfactoriamente los problemas de la empresa realizando modelación matemática.

5. Tecnología electrónica

La educación en el siglo XXI, de una u otra forma debe incorporar la tecnología electrónica a los procesos de aprendizaje y enseñanza. Ya sea como medio de trabajo en las diversas áreas institucionales, como objeto de estudio, como medio de comunicación, como ambiente de aprendizaje, como material de apoyo didáctico o como mediadora en los procesos de aprendizaje de los educandos.

Cuando la tecnología electrónica es incorporada como material de apoyo didáctico o como mediadora del proceso de aprendizaje, posee formas particulares de tratarse y problemáticas específicas que deben ser abordadas desde una mirada interdisciplinaria y transdisciplinaria.

Es importante el uso de la tecnología con los estudiantes, ya sea para que aprendan a usarla, para que les apoye en su trabajo o que sea una mediadora de su aprendizaje. De hecho, el porcentaje de docentes que hacen uso de la tecnología electrónica en general es bajo, es más, se dice que los docentes usan didácticas del siglo XIX, siendo profesores del siglo XX y con alumnos con mentalidad del siglo XXI; esta disparidad hay que ir emparejándola para beneficio de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los estudiantes.

Heller (1994) parte de la idea de que existen diferencias en relación al uso de las TIC. Según la autora la vida cotidiana no es igual en toda sociedad y en toda persona, varía según el espacio y tiempo, es decir, desde el marco de esta investigación, aunque todos los estudiantes usen las TIC, se advierte que no las usan de la misma manera, pues dentro de la cotidianidad existen diversos elementos de orden sociocultural y familiar que juegan un papel importante, que marcan las particularidades entre los jóvenes.

Siempre habrá diferencias en términos de cantidad de tiempo, espacio, actividades, utilidad, conocimientos, etc. Por ejemplo, pese a que los estudiantes utilizan Internet, se observa que no la usan de la misma manera, es decir, los jóvenes cuentan con particularidades que los identifican dentro de un espacio que ellos construyen en su andar cotidiano.

Por otro lado, en relación a la tecnología en sí, en los setenta se hablaba de tecnología educativa donde se decía que el profesor no tenía en claro todo lo que tenía que enseñar, luego se tendrían que redactar el objetivo general, los objetivos particulares y los específicos de cada tema y subtema del programa de estudios para que tuviera en claro el docente lo que se perseguiría. Estas técnicas resultaron ser buenas solamente para quienes redactaban los objetivos, pero no para los demás profesores. Los redactores de objetivos tenían que reflexionar sobre los contenidos del curso, así como sobre su práctica docente, factores que los sensibilizaban y daban apertura para impartir una mejor clase, pero esto no necesariamente garantiza que se diera aprendizaje en los estudiantes.

Esta manera de referirse a la tecnología educativa, en la actualidad no es entendida de esa forma. Actualmente cuando se habla de tecnología educativa, se refiere a la incorporación de la tecnología electrónica en los procesos de aprendizaje y enseñanza en el ambiente de aprendizaje.

Cabe mencionar que actualmente se localiza mucho software educativo como material de apoyo didáctico y mediador del aprendizaje, el cual puede usar el docente basándose

en una fundamentación teórica (Camarena, 2014). El software educativo permite que el alumno vaya a sus ritmos vitales, porque los tiempos cognitivos son diferentes a los tiempos didácticos, además, le permite retroceder o avanzar cuando quiera, reforzando conocimientos.

Para mostrar de forma más clara los usos de la tecnología como mediadora del aprendizaje, a continuación se presenta un modelo didáctico para el diseño de material computacional interactivo. Asimismo, se muestran los resultados de dos investigaciones específicas que dan cuenta del uso de la tecnología en la didáctica de la Matemática en Contexto, como mediadores del aprendizaje.

5. 1 MODELO PARA EL DISEÑO DE MATERIAL COMPUTACIONAL INTERACTIVO

Para adentrarse en la temática, se da un recuento de los materiales tecnológicos más empleados. Actualmente se encuentran materiales tecnológicos educativos abiertos, es decir, libres o gratuitos, que versan desde ideas sobre la temática a aprender hasta software educativo enfocado a ciertas asignaturas, como el caso de la matemática. Cuando estos materiales son empleados por el profesor en las clases que imparte, él da cuenta de que los alumnos se sintieron muy contentos, motivados y que el aprendizaje fue mejor que si no se hubiera empleado ese material. Desde luego que el material motivó a los estudiantes, porque es algo nuevo en su curso, es una forma diferente a la tradicional de recibir su asignatura y además, es algo cercano a la modernidad en que viven.

Es importante mencionar que existe material tecnológico específico para el aprendizaje de la matemática, el cual ha sido desarrollado por grandes consorcios empresariales que cuentan con un equipo interdisciplinario de trabajo conformado por expertos exprofeso para el desarrollo de estos materiales. Entre el tipo de material tecnológico se encuentra software que han desarrollado consorcios empresariales, como Maple, GeoGebra, Mathematica, Derive, Cabri, Geómetra, etc., que con teorías constructivistas, como la de Piaget (1991) o la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (Camarena, 2006), se pueden diseñar actividades de aprendizaje para que el material tecnológico funja como mediador en la construcción de conocimiento matemático en estudiantes de bachillerato y nivel superior.

Cabe hacer mención que para el caso de educación básica se desarrolló el programa Logo, cuyo éxito está en los fundamentos teóricos usados para su diseño y desarrollo, los cuales versan en teorías psicológicas constructivistas, enfocadas principalmente para la construcción de conocimiento matemático y el desarrollo de habilidades geométricas y lógicas. Asimismo, se cuenta con el trabajo realizado por el Grupo Editorial Santillana, en España, quien ha implementado una plataforma en la web que pretende que los niños de educación básica aprendan matemática. En América está la plataforma en la web implementada por el National Council of Teachers of Mathematics de Estados Unidos de Norte América para el aprendizaje de matemática, quienes incluyen sus Principles and Standards for School Mathematics. También eduteka es otra plataforma en la web para la enseñanza de la matemática en niveles básicos. En general se puede decir que para los niveles básicos se ha trabajado mucho en el desarrollo de material computacional interactivo.

Para el caso del nivel universitario, Mantilla (2009) menciona que ha desarrollado una herramienta computacional de tipo interactivo para el aprendizaje del diseño de reactores, donde el estudiante encuentra un resumen de la teoría a aprender, un conjunto de ejercicios interactivos de opción múltiple y un grupo de ejercicios de diseño para aplicar el conocimiento; con el conjunto de ejercicios interactivos de opción múltiple, menciona el

autor que el estudiante tendrá la oportunidad de una retroalimentación específica a través de un mensaje al usuario, donde se le explica si la opción elegida es correcta o no y porqué.

Si el alumno seleccionó una opción incorrecta, el programa elimina esa opción y le permite que elija otra. Por su lado, Ardilla, et al. (2004) desarrollan un material educativo computacional de tipo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de operaciones de absorción y desorción en sistemas isotérmicos y binarios para transferencia de masa; los autores además de conocer la disciplina a enseñar se forman en tecnología para realizar el diseño del material, sin embargo, en el trabajo reportado no se identifica claramente la interacción prometida, al parecer al estudiante le sirve sólo para comprobar resultados.

En Mantilla (2009), no se aprecia ningún modelo que guíe el desarrollo de su herramienta computacional, mientras que en el caso de Ardilla, et al. (2004) aunque tampoco hay un modelo de diseño a seguir, ellos se centran tanto en el contenido a enseñar como en los elementos tecnológicos a usar, mas no se establece explícitamente la vinculación entre ambos.

Si se incursiona en la Internet, se puede encontrar mucho material computacional educativo para la enseñanza de las ciencias, en particular para la enseñanza de la matemática. Este material si es pasado por la lupa del investigador en educación matemática o didáctica de la matemática, se puede identificar que tiene una teoría que sustente el contenido o que guíe el diseño de las actividades que se pueden desarrollar con dicho material, porque hay un "ni ton ni son" que no se sabe hacia dónde van o qué persiguen, simplemente cubren un contenido curricular; es más, algunas veces parece que solamente los apuntes de clase tradicional son puestos en la web.

Es claro que este comportamiento no siempre es así, pero en la mayoría de los materiales identificados, por el equipo de investigación de la Red Internacional de Investigación en Matemática en el Contexto de las Ciencias (MaCoCiencias), éste es el problema detectado. Para estar ciertos de esta percepción se aplicó un instrumento de indagación, de forma virtual o presencial cuando fue posible, a una muestra de autores de este tipo de material, los cuales son docentes o desarrolladores de tecnología, quienes se ubican tanto en Francia, Estados Unidos de Norte América, como en México. Este estudio de indagación se localiza en el Reporte Técnico del Proyecto de Investigación intitulado: *Diseño de estrategias didácticas para competencias matemáticas en el nivel superior* (Camarena, 2011b).

El instrumento consistió de dos preguntas abiertas: ¿En qué se basó para desarrollar su material educativo?, ¿Hay alguna teoría educativa que lo haya guiado para diseñar las actividades que ha de desarrollar el estudiante con su material? Llama la atención el hecho de que siendo países muy distintos y ubicados en diferentes continentes, dos en América y uno en Europa, el 88% de las respuestas fueron del mismo estilo, las cuales se clasifican en cinco categorías de respuestas (Camarena, 2014):

Pregunta 1: *¿En qué se basó para desarrollar su material educativo?* Categoría 1.1 de respuesta:

"..... a los estudiantes les gusta", con este tipo de respuesta ellos garantizan que es un buen material

Categoría 1.2 de respuesta: "..... uno fue estudiante y por eso uno sabe qué es lo que es mejor para aprender", lo que les permite creer que los estudiante están aprendiendo.

Pregunta 2: *¿Hay alguna teoría educativa que lo haya guiado para diseñar las actividades que ha de desarrollar el estudiante con su material?*

Categoría 2.1 de respuesta: "..... ¿teoría?, ¿qué quiere decir?". Insistiendo más en esta interrogante, se llega al punto en que las respuestas son:

Categoría 2.2 de respuesta de los tecnólogos: "..... yo no soy educador, yo desarrollo esto porque sé de tecnología y creo que así van a aprender".

Categoría 2.3 de respuesta de los profesores: "..... en mis clases eso hago y los alumnos aprenden, por eso así usé el software".

Estas categorías de respuestas dan evidencia de que los tecnólogos y docentes desarrollan y usan la tecnología a su personal sentir, es más, consideran que simplemente por usar tecnología los estudiantes están aprendiendo, independientemente de cómo se diseñe o cómo se use esa tecnología.

Del restante 12% de la muestra entrevistada, el 11% corresponde a profesores que desarrollan investigación educativa disciplinaria y usan la tecnología existente para diseñar actividades de aprendizaje. El 1% complementario al 12%, está formado por profesores investigadores que han trabajado de forma conjunta con tecnólogos, para desarrollar materiales de apoyo al aprendizaje elaborados con recursos didáctico tecnológicos; donde cada parte aporta su experticia, el tecnólogo en el desarrollo de tecnología y el profesor investigador con las teorías educativas para el desarrollo y uso del material computacional educativo.

El estudio de indagación muestra la problemática de que los profesores y tecnólogos no cuentan con un modelo didáctico-tecnológico que guíe los pasos para el diseño y uso de material tecnológico en la enseñanza de las ciencias. Es cierto que cada rama, la tecnológica y la didáctica, posee modelos propios de su área de conocimiento, lo que ahora se busca es un modelo interdisciplinario que integre las dos áreas, ver Esquema 9. 2, para construir un modelo didáctico-tecnológico que guíe el diseño de material computacional interactivo en la enseñanza y aprendizaje efectivos de la matemática (Camarena 2014).



Esquema 9. 2: Integración de las dos áreas para el diseño del modelo.

Un punto importante de tomar en cuenta es que los tiempos didácticos son distintos a los tiempos cognitivos, y cada persona es diferente, luego, los materiales tecnológicos para que cumplan con su función de materiales de apoyo al aprendizaje en toda la extensión de la palabra, es necesario que permitan al estudiante avanzar y retroceder cuando lo considere necesario, ir a sus propios ritmos vitales, usarlo en los espacios de tiempo que considere pertinentes, que conozca su avance, que lo motive, etc. Es decir, materiales tecnológicos que tiendan a hacer autónomo al estudiante en su aprendizaje.

El carácter interactivo del material aunado a los estándares de calidad como la norma SCORM (Sharable Content Object Reference Model, por sus siglas en inglés), ofrecen estas características de fomento al aprendizaje autónomo en los estudiantes (Blando, et al. 2001).

La norma SCORM es un conjunto de estándares y especificaciones que permite crear objetos pedagógicos estructurados. El modelo SCORM se sustenta en el concepto de la base de datos XML. Son seis los estándares de calidad que cubre la norma SCORM (Blando, et al. 2001):

Accesibilidad: Hacer que el contenido quede disponible en localizaciones remotas a través de la web.

Adaptabilidad: Permitir que el material se adapte a las necesidades del interesado.

Viabilidad: Reducir los tiempos y costos de entrega de materiales educativos al interesado.

Durabilidad: Capacidad de resistir la evolución de la tecnología, es decir, no debe requerir rediseñarse, reconfigurarse o reprogramarse frecuentemente.

Interoperabilidad: Capacidad de utilizarse en otros sistemas o en otros LMS (Learning Management System, en inglés) los cuales se instalan en redes de comunicación como internet.

Reusabilidad: Flexibilidad que permita que un material pueda ser reusado, es decir, que pueda usarse en diversas aplicaciones y contextos.

Lo que se pretende principalmente con el material computacional interactivo es que el estudiante construya conceptos, que desarrolle procesos, que trabaje la mecanización de los conceptos, que resuelva eventos contextualizados de su realidad, es decir, que construya una matemática para la vida, con lo cual contará con una matemática que apoya su inserción en la sociedad de forma efectiva (Camarena, 2014).

La incorporación de la tecnología en la educación se puede dar como medio de trabajo en las diversas áreas institucionales, como objeto de estudio, como medio de comunicación, como ambiente de aprendizaje, como material de apoyo didáctico o como mediador en los procesos de aprendizaje de los educandos. Entendiendo como mediación pedagógica toda intervención capaz de promover y acompañar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los estudiantes, favoreciendo las tareas de construcción y de apropiación del mundo.

Para el diseño de material computacional interactivo es necesario el apoyo de recursos didáctico tecnológicos, los que toman especial énfasis, pues la mediación pedagógica se realiza a través del uso de ellos. Estos recursos didáctico-tecnológicos considerados son: Internet, plataformas tecnológicas educativas, computadora, software educativo, simuladores, Realidad Virtual, foros de discusión, chat, Comunidades Virtuales, software, simuladores, sitios web, etc.

Desde un enfoque pedagógico, estos recursos requieren de un aprovechamiento que va más allá de un buen funcionamiento técnico o del contar con la versión más actualizada del equipo. Los recursos didáctico-tecnológicos, cuando son empleados para la elaboración de materiales computacionales interactivos, son tan poderosos en el aprendizaje que pueden lograr en el estudiante sentir una realidad virtual, porque se usan diferentes sentidos sensoriales, transformando los materiales en verdaderos objetos de apoyo al aprendizaje.

Los recursos didáctico-tecnológicos abarcan dos aspectos (Panchí, 2006b):

- a) el aspecto didáctico, la organización y estructura del proceso de enseñanza y de aprendizaje en la elaboración del contenido que se va a enseñar y,
- b) el aspecto técnico en sí, maquinaria, equipo, funcionamiento técnico de producción, y transmisión o logística necesaria para materializar el contenido.

Es clara la participación, al menos, del profesor y el ingeniero en estos aspectos de los recursos didácticos tecnológicos.

Los procesos para el diseño se enfocan en tres acciones principales:

1. El tratamiento del contenido matemático desde las fases de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.
2. La concretización e identificación de los indicadores del aprendizaje de los conceptos matemáticos involucrados en el contenido a aprender.
3. El diseño del material computacional interactivo, con los elementos de las acciones anteriores.

5. 1. 1 Tratamiento del contenido

Se ha mencionado que la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* contempla al proceso educativo como un sistema en donde intervienen las cinco fases de la teoría, para impartir un contenido curricular en una asignatura es necesario que sea tratado desde cada una de las cinco fases (Camarena, 2000).

Tratamiento del contenido matemático desde la *Fase Cognitiva* de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Se identifican y documentan investigaciones en educación matemática, el tipo de problemas cognitivos que usualmente presentan los estudiantes sobre el contenido matemático, ya que la superación de estos problemas contribuye a la construcción del conocimiento y dan luz sobre indicadores en el aprendizaje del concepto. Los conocimientos previos del concepto matemático a aprender, deben ser tomados en cuenta para el diseño de actividades didácticas.

Tratamiento desde la *Fase Epistemológica* de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, sobre el concepto matemático a abordar. En esta fase se identifican los obstáculos epistemológicos del contenido matemático en tratamiento, ya que la superación de éstos apoya la construcción del conocimiento y determinan indicadores para el aprendizaje. También se toman en cuenta las características del contenido matemático a aprender, como por ejemplo el enfoque del concepto que debe ser enseñado en las actividades didácticas.

Tratamiento del contenido matemático desde la *Fase Didáctica* de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Se revisan y analizan las historias de vida de los eventos contextualizados a ser utilizados, para usar los más convenientes, de acuerdo a lo que se pretende con el concepto.

Tratamiento de la *Fase Curricular* de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, sobre el contenido matemático. Se establece la vinculación del contenido matemático con los contenidos curriculares de otras asignaturas del ciclo escolar del estudiante. Se identifica cuál es el papel del concepto dentro de los estudios generales del alumno,

con lo cual se pueden identificar los enfoques, representaciones semióticas y habilidades requeridas del concepto a enseñar, entre otros.

Tratamiento del contenido matemático desde la *Fase Docente* de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Se documentan las problemáticas que frecuentemente tiene el docente en la enseñanza de este tema, así como las buenas prácticas sobre la enseñanza del mismo.

En general es importante indagar en investigaciones sobre educación matemática para identificar indicadores para la construcción del concepto matemático. Aunque cabe mencionar que para el caso del nivel universitario, prácticamente no hay estudios en esta dirección, por lo que se recomienda que el docente los vaya construyendo. En la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, los eventos contextualizados se contextualizan en fuentes de tipo científico y social: en las asignaturas científicas de la profesión que se encuentran estudiando los alumnos, en situaciones de la vida cotidiana y en la praxis social de su futura actividad, tanto laboral como profesional.

5. 1. 2 Concretización e identificación de los indicadores

Con todo lo anterior se establece una matriz sistémica, que permite construir los indicadores del aprendizaje del contenido matemático. Ver Tabla 9. 5.

| | FASE COGNITIVA | FASE EPISTEMOLÓGICA | FASE DIDÁCTICA | FASE CURRICULAR | FASE DOCENTE | IDENTIFICADOR | INDICADORES |
|---------------|----------------|---------------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|-------------|
| Problemáticas | | | | | | | |
| Aciertos | | | | | | | |

Tabla 9. 5: Matriz sistémica para diseño de indicadores.

Se colocan las problemáticas y aciertos identificados en el análisis anterior de cada Fase y con ello se establecen los identificadores del concepto, colocando las problemáticas en negativo para obtener identificadores positivos en los dos últimos renglones. Con éstos, se debe ir agrupando en categorías todo lo que es común o representa lo mismo para formar los identificadores finales, a los cuales se les asocian los indicadores, como son entendidos en la investigación educativa: observables cualitativos o cuantitativos (Camarena, 2014).

A continuación se describen el tipo de actividades que se recomiendan en la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias para la construcción del conocimiento matemático, éstas dependerán de los indicadores que se han establecido para un concepto en particular que se quiere enseñar.

Actividades para la construcción del conocimiento.

Actividades para transitar entre las diferentes representaciones semióticas de los conceptos matemáticos: numérica, algebraica, analítica, geométrico y contextual (Duval, 1999; Trejo, et al., 2011).

Actividades para transitar del lenguaje natural al lenguaje matemático y viceversa (Olazábal, 2004).

Actividades de predicción, en particular, a partir de las representaciones semióticas se pueden proponer valores para que el estudiante conjeture el valor asociado que le debe corresponder, en la misma o diferente representación (Camarena, 1987; Muro, et al., 2007).

Actividades en donde el estudiante mueva los parámetros en la representación contextual para ver la repercusión en el modelo matemático del evento, y en las diversas representaciones semióticas de los conceptos involucrados y viceversa (Camarena, 1987).

Actividades que pongan a la luz los puntos de control de error que debe manejar el estudiante (Camarena, 1987). En general, actividades para desarrollar la metacognición (Nickerson, et al., 1994).

Actividades que desarrollen habilidades operativas del concepto matemático (Camarena, 2006).

Actividades para aplicar diversas heurísticas como estrategias para abordar un evento, con la clasificación que otorgan Nickerson, et al. (1994) a las dadas por Polya (1976).

Actividades para identificar regularidades en el comportamiento de los datos (Santos, 1997).

Posteriormente, dependiendo de los indicadores, se diseñan las acciones didácticas que deberá realizar el estudiante para la construcción del conocimiento, las cuales se relacionan con las acciones computacionales que deberán poderse realizar con el material computacional interactivo. Para aclarar este punto, a continuación se muestra un ejemplo en la Tabla 9. 6 que da cuenta de estas acciones para un caso particular. Para los conceptos de razón y proporción (Ruiz, et al., 2011) se establecen los indicadores y a partir de éstos se definen las acciones didácticas en niños de primaria (Camarena, 2014).

| CONCEPTOS | CATEGORÍAS DE ANÁLISIS | INDICADORES | ACCIONES DIDÁCTICAS |
|--|---|--|---|
| Razón como relación entre dos magnitudes a través de un cociente y proporción como equivalencia de dos o más razones | Razones y proporciones de forma intuitiva | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Compara directamente ◆ Compara indirectamente | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Sobreponer figuras ◆ Usar un instrumento de medición |
| | Razones y proporciones de forma explícita | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Compara indirectamente ◆ Expresa la razón como una fracción ◆ Expresa la proporción como equivalencia de fracciones ◆ Usa razones internas y externas | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Usar un instrumento de medición ◆ Usar una tabla relacionando datos y escribir la razón como una fracción ◆ Usar una tabla relacionando datos de una misma columna ◆ Usar una tabla relacionando datos de dos columnas ◆ Realizar operaciones numéricas |
| Pensamiento Proporcional | Pensamiento proporcional cualitativo | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Amplifica y reduce ◆ Usa categorías verbales | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Seleccionar figuras reducidas o amplificadas mediante la visualización ◆ Usar expresiones lingüísticas |
| | Tránsito del pensamiento proporcional cualitativo al cuantitativo y viceversa | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Compara ◆ Cuenta ◆ Amplifica y reduce figuras | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Sobreponer figuras ◆ Contar lados de cuadrados en una cuadrícula ◆ Dibujar figuras amplificadas y reducidas en una cuadrícula |
| | Desarrollo del pensamiento proporcional cuantitativo | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Mide con instrumentos ◆ Expresa la razón como una fracción ◆ Expresa la proporción como equivalencia de fracciones ◆ Usa la regla de tres | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Medir con un instrumento convencional ◆ Llenar una tabla con datos para establecer proporciones ◆ Realizar operaciones numéricas |

Tabla 9. 6: Indicadores y acciones didácticas para conceptos de razón y proporción.

5. 1. 3 Diseño computacional

Es importante mencionar que los eventos contextualizados se diseñan tomando en cuenta los conocimientos previos del estudiante. El docente debe tomar en cuenta si el evento requiere de realizar consideraciones o idealizaciones, para dar los espacios a esta actividad en el material computacional interactivo; hay problemas tan complejos que deben ser

idealizados para poderse matematizar, en otras ocasiones es necesario hacer consideraciones, como controlar variables para poder lograr la modelación matemática. Como parte de las características de la matemática, se tiene su función pronosticadora en los eventos contextualizados, para lo cual se debe cuestionar a los estudiantes acerca de la solución del evento en términos del modelo matemático.

El material computacional interactivo debe generar aleatoriamente diversos contextos, abordando el mismo contenido matemático a aprender para que no se vuelva mecánica la actividad.

Tomando en cuenta el diseño de los eventos contextualizados y los indicadores descritos en el apartado anterior, se diseñan las acciones computacionales junto con el ingeniero en computación, como se muestra en el ejemplo de la Tabla 9. 7. En este ejemplo, si es necesario que el alumno sobreponga figuras, entonces, es necesario que con el mouse el estudiante pueda arrastrar las figuras de la pantalla de la computadora para poder sobreponerlas, y así con cada una de las acciones didácticas. De hecho, dependerá de lo que el profesor requiere que haga el material computacional interactivo para que el ingeniero defina qué recursos didáctico tecnológicos usar, como multimedia, realidad virtual, simuladores, etc., vinculándose con los recursos didáctico tecnológicos (Camarena, 2014).

| ACCIONES DIDÁCTICAS | ACCIONES COMPUTACIONALES | VENTAJAS COMPUTACIONALES |
|------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Sobreponer figuras | Arrastrar figuras | Flexibilidad para el trabajo |
| Usar instrumentos de medición | Uso de regla virtual | Realizar mediciones |
| Usar tablas | Tabla para ser llenada por el alumno | Uso de simulaciones |
| Seleccionar figuras | Acceder a figuras | Uso de imágenes |
| Dibujar figuras en cuadrícula | Usar un lápiz virtual | Uso de herramientas virtuales |
| Contar cuadrados de una cuadrícula | Uso de una cuadrícula | Uso de materiales virtuales |
| Realizar operaciones numéricas | Uso de la calculadora y block de notas | Uso de herramientas computacionales |

Tabla 9. 7: Acciones didácticas y acciones computacionales. Fuente: Ruiz, et al. (2011).

Dicho de otra forma, el ingeniero sólo no podrá hacer un desarrollo computacional interactivo que realmente lleve a que el estudiante construya el conocimiento, porque no es experto en el tema a enseñar y el docente no podrá desarrollar el material computacional interactivo, haciendo lo que se requiere para la construcción del conocimiento porque no es experto en computación. Esta situación reafirma la necesidad del trabajo interdisciplinario en equipo.

Con las acciones computacionales y el diseño de los eventos contextualizados, el ingeniero en computación, y cuando se requiera el diseñador gráfico, el editorial y comunicólogo, desarrollan el material computacional interactivo que es consultado con el profesor

en cada etapa. Con trabajo en equipo interdisciplinario se lleva a cabo el diseño y desarrollo del material computacional interactivo en matemática. Se puede recurrir a la fuente de Ruiz, *et al.* (2011) para ver el diseño y desarrollo completo del material computacional interactivo para los conceptos de razón y proporción en niños de primaria.

Para terminar se esquematiza, en el Esquema 9. 3 el modelo didáctico-tecnológico para el diseño de material computacional interactivo; donde el contenido curricular a enseñar y a aprender es tratado desde cada una de las cinco fases de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Con ello se determinan los indicadores para la construcción del conocimiento, de donde emergen las acciones didácticas y con éstas las acciones computacionales que son diseñadas de forma conjunta entre el docente y el ingeniero, cuando es necesario se incorpora el diseñador gráfico, el editorial y comunicólogo y el pedagogo. Con estos elementos el profesor diseña las actividades didácticas, el ingeniero en computación las actividades computacionales y en trabajo interdisciplinario desarrollan el material computacional interactivo (Camarena, 2014).



Esquema 9. 3: Material computacional interactivo.

Con el material computacional interactivo se elaboran estrategias que apoyan al aprendizaje de los estudiantes en un proceso sincrónico y asincrónico, ya que pueden usarlo en una computadora de su casa y continuar desarrollando actividades, apoyando la autonomía del estudiante. Es importante resaltar que hay dos elementos sustanciales que son imprescindibles en el diseño y desarrollo de los materiales computacionales interactivos, las investigaciones en educación matemática y el trabajo en equipo interdisciplinario, donde cada participante aporta su experticia.

En el siglo XXI, donde cada área del conocimiento es muy extensa, es casi imposible que cada persona sea experta en más de un área. Es claro y conocido el hecho de que hay docentes que incursionan en el diseño y desarrollo de materiales computacionales, porque hay herramientas que prácticamente es una plantilla que el docente llena para tener su material, pero la diferencia entre este tipo de material tecnológico y los que puede desarrollar el equipo del docente y el ingeniero en computación distan mucho en calidad y uso específico para una objetivo educativo perseguido.

El uso de tecnología como mediadora del aprendizaje, ha sido trabajada por Manuel Santos-Trigo y con él algunos de sus estudiantes, entre los que se encuentran García, *et al.* (2007), así como por Blando, *et al.* (2001).

5. 2. USO DE TECNOLOGÍA COMO MEDIADORA EN EL APRENDIZAJE

Como fue mencionado, se muestran dos investigaciones donde se emplea la tecnología electrónica como mediadora del aprendizaje. En el primer caso el estudiante tiene que construir una calculadora de números complejos, donde esta actividad lo motiva a cons-

truir su conocimiento. En el segundo caso se usa un software que es empleado para realizar la operatividad en prerrequisitos previos, permitiéndole construir el conocimiento nuevo que está aprendiendo y al mismo tiempo desarrollar las habilidades operativas de los prerrequisitos previos.

5. 2. 1 Investigación 1

La investigación de Ndjatchi (2019) se ubicó en el área de Sistemas Computacionales y tuvo como objetivo determinar cómo favorece la tecnología en eventos contextualizados la construcción del conocimiento de números complejos en los alumnos. Los resultados mostraron que la didáctica de la Matemática en Contexto contribuye a que los alumnos construyan su conocimiento de números complejos cuando la matemática se vincula con el objeto principal de estudio de su carrera, dado que ellos tuvieron que desarrollar, en un lenguaje de programación de alto nivel, una calculadora para números complejos.

La didáctica de la Matemática en Contexto, ayuda al profesionista a utilizar el conocimiento de las ciencias y su experiencia para encontrar los mejores resultados de los problemas que enfrenta durante su labor profesional; ya que él crea, durante este proceso de construcción de soluciones, diferentes modelos matemáticos que le permiten analizar las situaciones rigurosamente y probar sus resultados potenciales.

Por otro lado, en la actualidad, la tecnología electrónica está presente en todos los ámbitos de la educación, esta puede ser usada de diversas formas, en la mayoría de los casos, éstas se utilizan cuando ya existen y el profesor las toma y emplea en su práctica docente. Todo ello lleva a preguntarse si existe otro papel diferente a lo conocido que pueda tomar la tecnología electrónica, cuyo fin principal es el desarrollo de software y hardware, con el propósito de favorecer la construcción del conocimiento del estudiante.

Es importante mencionar que los números complejos, además de que son usados en Sistemas Computacionales para entender problemas de asignaturas básicas como la descripción de señales periódicas variables, también son empleados en asignaturas subsecuentes como el caso de electrónica analógica y teoría de comunicaciones y señales, es decir, el tema de los números complejos es esencial para los Sistemas Computacionales.

El método de trabajo con la didáctica de la Matemática en Contexto para la experimentación de la investigación, consta de dos etapas, para lo cual se eligieron dos grupos de estudiantes. El grupo control quien recibe una clase tradicional, por su lado el grupo experimental toma una clase contextualizada de dicho tema con base en la didáctica de la Matemática en Contexto Ndjatchi (2019). Las dos etapas son: 1. Construcción del evento contextualizado. 2. Aplicación de la didáctica de la Matemática en Contexto.

Etapas 1.

Construcción del evento contextualizado

Con el fin de determinar la forma en que se puedan vincular estos números con los conocimientos que tienen los estudiantes sobre su profesión en estudio, la tecnología, se aplica la metodología DIPCING para vincular la tecnología con la matemática.

Resultados

Para esta primera etapa del método de trabajo, de acuerdo a la metodología DIPCING, se analizan los textos más usados en asignaturas de la formación profesional de los estudian-

tes. De acuerdo al proceso de análisis de textos de la Fase Epistemológica de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, el análisis se lleva a cabo a través de identificar en qué tipo de conceptos de la profesión se emplea la matemática, cómo los emplean y qué notación les imprimen (Camarena, 2000).

Se identificó que, hasta el semestre cursado por los estudiantes, en sus textos no aparecen los números complejos, por lo que se procede a determinar la forma en que se puedan vincular estos números con los conocimientos que tienen sobre tecnología. Así, se construye un evento contextualizado robusto donde la vinculación se establece a través del *desarrollo de una calculadora para números complejos* por parte de los alumnos.

Etapa 2.

Aplicación de la didáctica de la Matemática en Contexto

La segunda se implementa, en el grupo experimental, para la construcción del conocimiento de los números complejos en contexto. Para esta etapa se aplicaron cada una de las nueve etapas de la didáctica de la Matemática en Contexto. En este capítulo se muestran sólo las etapas más relevantes, para mayores detalles se puede consultar el artículo de Ndjatchi (2019).

Resultados

Se plantea a los equipos el evento contextualizado. Se les pide a los alumnos que formen equipos de tres integrantes para realizar la actividad, la cual consiste en el desarrollo, en cualquier lenguaje de programación, de una calculadora que realice operaciones de suma, resta, multiplicación y división con dos o más números complejos, que calcule la n -ésima raíz de un complejo, que calcule las potencias de un número complejo con un exponente entero, además, que represente estos números en sus formas algebraica, trigonométrica, exponencial, etc., asimismo que realicen la representación gráfica de éstos en el plano complejo.

Se determinan las variables y las constantes del evento por los equipos. Las variables en el evento son las diversas operaciones mencionadas anteriormente que deberá efectuar la calculadora, éstas deben ser identificadas por los estudiantes. Así, cada equipo de alumnos que desarrolla esta aplicación determina de manera implícita las variables definidas por las diferentes operaciones mencionadas que realiza la calculadora. Cabe mencionar que para poder llevar a cabo la actividad los alumnos buscaron en Internet y bibliotecas, información sobre números complejos.

Los alumnos determinaron cómo usar las reglas de cálculo de las operaciones mencionadas y las diferentes formas de representación de un número complejo cuando concibieron el proceso (algoritmo) de desarrollo de su aplicación.

Se supervisa que la calculadora de cada grupo de estudiantes realice bien y eficientemente la actividad asignada, es decir, todas las operaciones mencionadas anteriormente. Así, con los software y los reportes entregados por los equipos de estudiantes, se pudo constatar el desarrollo de las diferentes calculadoras.

Los alumnos presentaron calculadoras con diferentes interfaces, lo que significa que ellos tienen los conocimientos sólidos en su área de especialidad para realizar una aplicación. Además, se pudo constatar que la mayoría de las calculadoras desarrolladas realizan operaciones con un grado de dificultad elevado sobre los números complejos. Por ejemplo, ellas calculan la raíz de cualquier orden de números complejos y grafican dichas raíces en el plano complejo. Para desarrollar una calculadora que realice bien y eficientemente la actividad asignada, los estudiantes tuvieron que entender el concepto de los números

complejos y las diferentes propiedades que los rigen.

Los estudiantes del grupo experimental mostraron un buen desempeño con respecto a los del grupo control. Es importante mencionar que el evento contextualizado motivó a los estudiantes para que hicieran más ejercicios sobre números complejos e indagaran más sobre el tema para aprender mejor, situación que con los cursos tradicionales no se observa, Ndjatchi (2019).

5. 2. 2 Investigación 2

La investigación de Ruiz, et al. (2016) persigue evaluar el desarrollo de habilidades operacionales de estudiantes al resolver eventos contextualizados de la Transformada de Laplace en circuitos eléctricos, al emplear el *software* Maple 13. El trabajo permite que el alumno aborde sus deficiencias en prerrequisitos matemáticos del conocimiento nuevo de la Transformada de Laplace. Los resultados indican que el uso de *software* en prerrequisitos deficientes mejora las habilidades operativas al resolver eventos contextualizados de conocimientos nuevos, como el caso de la Transformada de Laplace, porque los alumnos pueden entender mejor los conceptos cuando hay precisión tanto en cálculos como en gráficas, y tienen menos distractores para concentrarse en los conceptos que deben construir.

Es importante comentar que en algunas profesiones no sólo es necesario solucionar las ecuaciones diferenciales que modelan eventos de la profesión, también es importante el método empleado para su resolución (Camarena, 2001). Tal es el caso de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales que modelan circuitos eléctricos, cuya herramienta de solución es la Transformada de Laplace, la cual ayuda a entender qué sucede dentro de un circuito eléctrico, cuyo concepto fundamental es la función de transferencia (Suárez, et al., 2000).

Para su conceptualización y manejo operacional, esta herramienta requiere de conceptos y procesos matemáticos previos, donde generalmente los estudiantes tienen problemas cognitivos. Ejemplos de estos prerrequisitos son los conceptos de integrales impropias con límites de integración infinitos, integrales propias, métodos de integración, propiedades operacionales básicas con límites de una variable, descomposición de una función racional en fracciones parciales, sistemas de ecuaciones lineales, etcétera.

El uso de calculadoras y *software* matemático, como Derive, Maple, Matlab, Mathematica, además de servir como auxiliares en los cálculos, permiten el desarrollo de procesos cognitivos (García, et al., 2007).

Por otro lado, para la didáctica de la Matemática en Contexto, los identificadores que se presentan en la construcción de conceptos matemáticos son tres: la conceptualización formal del concepto, la operatividad de los procesos y la contextualización del concepto (Camarena, 2013a). Los tres identificadores de un concepto inciden en conocimientos nuevos; dependiendo del tipo de enfoque, teórico o de aplicación, que usa la profesión con el conocimiento nuevo, se requiere más un identificador que otro (Camarena, 2002a). El caso de la Transformada de Laplace para las áreas eléctrica y electrónica y sus ramas afines necesitan los correspondientes a la operatividad de los procesos y contextualización del concepto, más que su conceptualización formal; esto no significa que se esté desechando, esta última solamente es una ponderación de los identificadores según el currículo de matemática en la profesión (Ruiz, et al., 2016) mientras que sus prerrequisitos necesitan de la operatividad de los procesos.

Como se ha mencionado, la operatividad de los prerrequisitos de la Transformada de Laplace son deficiencias usuales en estudiantes. Por tal razón, el problema es el conflicto

que subyace en la operatividad de procesos en los alumnos cuando enfrentan eventos de un conocimiento nuevo, como la Transformada de Laplace en el contexto de los circuitos eléctricos.

En la presente investigación se utiliza Maple 13 debido a que es un *software* matemático bastante completo y didáctico y no requiere de una sintaxis complicada. Además, incluye diversos tutoriales donde el alumno puede trabajar y experimentar con diferentes registros de representación para fortalecer la comprensión de conceptos matemáticos y el desarrollo de algoritmos.

La investigación se llevó a cabo con dos grupos de alumnos, uno control y otro experimental. La propuesta de uso de tecnología en prerrequisitos se aplicó al grupo experimental, al mismo tiempo que el de control recibió clases tradicionales, ambos cursaban el tema de Transformada de Laplace. Para familiarizar al estudiante con la herramienta tecnológica y abordar los prerrequisitos de la Transformada de Laplace, se usaron en los temas de límites de funciones, integral definida, teorema fundamental del cálculo, integral indefinida y métodos de integración. Para los estudiantes esto fue una novedad, por lo que, muchos de ellos, se adentraron en el tema logrando desarrollar sus habilidades operativas en los prerrequisitos previos.

Se diseñaron e implementaron, de acuerdo con la didáctica de la Matemática en Contexto, eventos contextualizados de la Transformada de Laplace en el contexto de los circuitos eléctricos, que los alumnos de ambos grupos resolvieron; el grupo experimental usando el *software* solamente en aquellos aspectos que formaban parte de los prerrequisitos curriculares del tema en estudio, en este caso, elaboración de gráficas y cálculos operacionales, como descomposición en fracciones parciales, resolución de sistemas de ecuaciones lineales y otros cálculos operacionales requeridos por el evento contextualizado, para mayores detalles de la investigación se puede recurrir a la referencia de Ruiz, et al. (2016).

Resultados Grupo de control

El grupo control no usó el *software*, trabajó de forma tradicional a través de la Transformada de Laplace, los estudiantes convirtieron de manera correcta la ecuación diferencial en una ecuación algebraica para obtener $q(t)$, luego procedieron con el uso de la Transformada inversa de Laplace para obtener la carga del capacitor en función del tiempo, donde requerían descomponer una fracción, lo que fue erróneo, ya que la encontrada por los alumnos fue otra, originando un cálculo erróneo de la carga en el capacitor en función del tiempo. Además, hubo una falta de comprensión o conocimiento del área del contexto del evento ya que no se percataron de dicho error, pues la condición inicial indicaba que la carga del capacitor era cero, contrario a lo que presentaron.

Resultados del Grupo experimental

Los estudiantes del grupo experimental usaron adecuadamente la Transformada de Laplace para convertir la ecuación diferencial en una ecuación algebraica y efectuaron procedimientos adecuados para determinar $q(t)$; después emplearon el *software* para efectuar el cálculo de descomposición en fracciones parciales; algunos de ellos que ya habían desarrollado habilidades operativas, no requirieron del *software* Maple 13. Es importante aclarar que el hecho de usar el *software* no exime a los estudiantes de cometer errores de los cuales pudieran no percatarse, sin embargo, el mérito es emplearlo adecuadamente en cuanto a la sintaxis.

A diferencia del grupo control, los estudiantes del experimental manejaron las unidades de medida correspondientes a la carga y al tiempo, lo que representa tener un mejor cono-

cimiento del área de contexto del evento. Con la ayuda del *software*, los estudiantes describieron de manera correcta las gráficas de la corriente y la carga en función del tiempo. Además, calcularon acertadamente los límites pedidos, así, se identifica un mejor desarrollo procedimental en el grupo experimental que en el grupo de control.

En este evento, el grupo experimental mostró un desarrollo procedimental completo y acertado; lo que no ocurrió con el de control, que mostró procedimientos incorrectos. Las principales diferencias se identificaron cuando se pidió hacer una descripción del comportamiento de la carga y la corriente conforme pasa el tiempo, el grupo de control no contestó y el experimental dio una descripción detallada y aceptable.

A diferencia del grupo de control, los estudiantes del experimental, con la ayuda del *software*, describieron de manera precisa y correcta las gráficas de la carga y la corriente en función del tiempo. Es necesario aclarar que el buen resultado no sólo se obtuvo por el uso del programa, pues igualmente las gráficas pudieron ser erróneas por no utilizar una sintaxis adecuada.

En este evento, el grupo experimental no contestó para qué valor de t la carga en el capacitor es máxima, por lo demás obtuvo un desarrollo procedimental completo y correcto. Mientras que el grupo de control mostró procedimientos incorrectos al efectuar la descomposición en fracciones parciales para determinar la carga en el circuito, determinar la carga y la corriente en función del tiempo, determinar para qué tiempo el valor de la carga en el capacitor es máxima, y elaborar las gráficas de la carga y la corriente en función del tiempo.

Se puede concluir que el uso de *software* para apoyar los procesos operacionales en prerrequisitos previos favorece el desarrollo de las habilidades operativas de los conceptos por aprender, porque los alumnos pueden entender mejor cuando hay precisión, tanto en los cálculos como en las gráficas, y tienen menos distractores para concentrarse en los conceptos que tienen que construir; es decir, su atención puede estar fija en el objeto de aprendizaje.

En cuanto al desarrollo de la operatividad de procesos que presentaron los estudiantes de ambos grupos en la resolución de los eventos de Transformada de Laplace contextualizada en circuitos eléctricos, con base en la didáctica de la Matemática en Contexto, se observa que disponer de un *software* matemático como herramienta en cálculos operacionales y elaboración de gráficas correspondientes a prerrequisitos previos, le permite al alumno, respecto de la resolución de eventos contextualizados:

- a) Ser más eficaz porque puede contar con la elaboración de gráficas, donde intervienen intervalos de tiempo muy cortos, situación compleja de graficar manualmente.
- b) Ser más eficiente, ya que efectuar cálculos operacionales y graficar con el *software* representa para un ahorro muy significativo en tiempo, puede dedicarse a cuestiones como interpretar y obtener la solución requerida por el evento, propiciando con esto una mejor comprensión e interpretación del evento en el contexto de los circuitos eléctricos, así como de los conceptos nuevos involucrados.

6. Conclusiones

De este capítulo se puede resaltar la descripción de los eventos contextualizados, el eje de trabajo de la didáctica de la Matemática en Contexto. Se presentan las funciones de los eventos, pasando al historial de los mismos y las etapas de resolución. Para llegar al diseño de eventos contextualizados, parte esencial en la didáctica de la Matemática en Contexto.

Luego, se abordan los registros semióticos de Duval que se emplearán en la Matemática en Contexto. Se incorpora la modelación matemática, la que permite resolver los eventos contextualizados; describiendo lo que es un modelo matemático, así como la modelación matemática; continuando con una clasificación de modelos matemáticos y dos experiencias sobre modelación matemática.

Finalmente, pero no menos importante, se tiene el uso de la tecnología electrónica, como mediadora del aprendizaje para el trabajo con la didáctica de la Matemática en Contexto. Como parte del uso de tecnología se presenta un Modelo para el Diseño de Material Computacional Interactivo, que es una de las fortalezas de la tecnología en la didáctica de la Matemática en Contexto. Asimismo, se muestran dos investigaciones donde se emplea la tecnología electrónica como mediadora del aprendizaje.

CAPÍTULO 10

DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA EN CONTEXTO

1. Introducción

En este capítulo se describe la didáctica de la matemática en contexto que es uno de los elementos principales y centrales de la Fase Didáctica de la Teoría Científica de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, la cual se genera de la línea de investigación de la *matemática social*. la matemática social se trabaja en profesiones donde no se van a formar matemáticos y se trata de construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella.

En el presente trabajo se muestran los resultados de varias investigaciones educativas relacionadas con los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática en estudios profesionales, específicamente en áreas en donde la matemática no es una meta por sí misma, donde no se van a formar matemáticos, sin embargo, esta ciencia se encuentra vinculada con las demás áreas del conocimiento estableciéndose la interdisciplinariedad en el medio educativo.

La matemática en contexto es una didáctica que se aboca a los procesos de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva sistémica, en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, donde no se van a formar matemáticos y se desarrollan competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella (Camarena, 1984, 1999a, 2004, 2008).

La matemática en contexto plantea la construcción del conocimiento y desarrollo de competencias a través de la realización de eventos contextualizados sobre el campo de conocimiento en cuestión con la intención de que el estudiante visualice el porqué y el para qué debe aprender acerca de tal o cual tema o concepto de conocimiento.

Es decir, el aprendizaje contextualizado implica que lo teórico tiene una aplicación en una práctica social que se inserta en espacios multiculturales y que es producto de la incorporación física, psicológica y emocional del estudiante, para que construya su conocimiento y desarrolle competencias, ya que de esta manera él verá la utilidad del conocimiento dándole especial relevancia en su vida personal y profesional.

El capítulo aborda la didáctica de la matemática en contexto. Posteriormente se describen las características de la matemática en contexto, las cuales incluyen la contextualización y la descontextualización, así como el tema de la transferencia del conocimiento. Pasando a la construcción del conocimiento y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión.

2. Didáctica de la matemática en contexto

La didáctica de la matemática en contexto se ubica en el constructivismo y posee las siguientes características generales, está centrada en el estudiante, se realiza trabajo colaborativo en equipo, el trabajo es interdisciplinario, se desarrollan competencias matemáticas de la profesión, se favorece la formación integral del alumno, se favorece el aprendizaje significativo, se induce al aprendizaje autónomo, entre otras más (Camarena, 1995b, 1999a; Muro, 2000; Olázabal, 2004; Trejo, et al., 2013).

La estrategia didáctica se clasifica en estrategias de enseñanza, las que sigue el docente y estrategias de aprendizaje las que usa el estudiante. En la didáctica de la matemática en contexto, las estrategias de enseñanza son la aplicación de eventos contextualizados para ser trabajados en equipo colaborativo por los estudiantes y la aplicación de actividades para la abstracción de los conceptos, usando tecnología como mediadora del aprendizaje. Mientras que las estrategias de aprendizaje son los recursos propios de cada estudiante donde enfatiza en la realización de trabajo colaborativo en equipo, el uso de tecnología y trabajo de investigación extraclase (Camarena, 2017).

Asociadas a las estrategias están las actividades, donde las actividades didácticas son las que posibilitan la construcción de los procesos de enseñanza y aprendizaje, con la peculiaridad de ser intencionales y orientadas a los objetivos de aprendizaje, así como la evaluación de los aprendizajes. éstas se dividen en actividades de enseñanza, las que desarrolla el profesor y actividades de aprendizaje las que desarrolla el estudiante (Camarena, 2017).

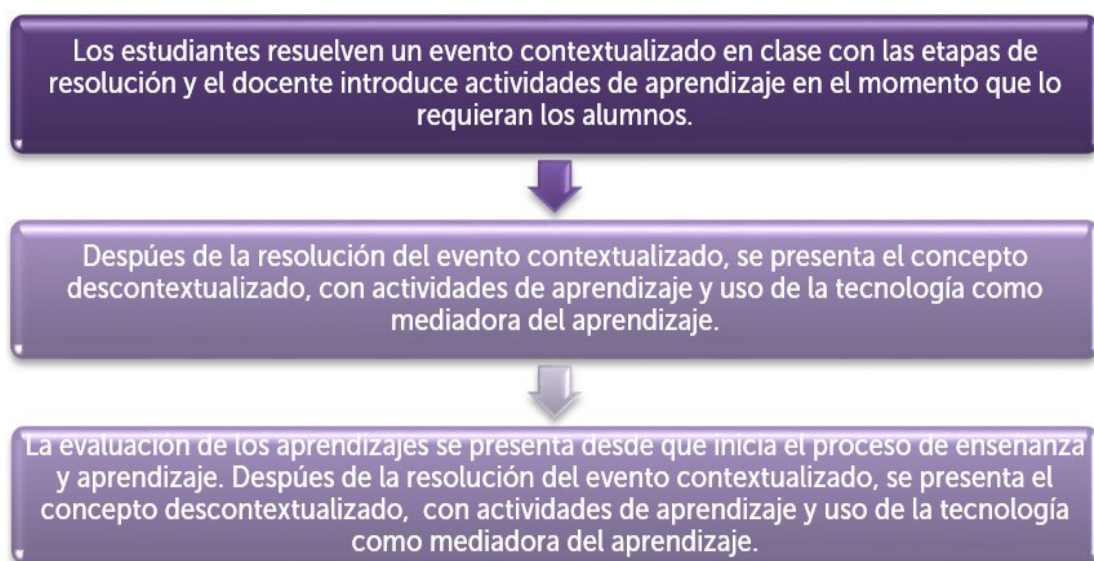
| Estrategia Didáctica - trabajo interdisciplinario. - Trabajo disciplinario. | Actividades Didácticas - posibilitan procesos de enseñanza y aprendizaje. - Son intencionadas. - Orientadas a los objetivos de aprendizaje. - Evaluación de los aprendizajes. |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Estrategias de Enseñanza (Docente) - aplicar eventos contextualizados. - Aplicar actividades individuales y grupales. | <ul style="list-style-type: none"> ● Actividades de Enseñanza (Docente) - diseño de eventos contextualizados. - Diseño de actividades con tecnología. - Diseño de los instrumentos de evaluación. |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Estrategias de Aprendizaje (Estudiante) Para realizar - Trabajo colaborativo. - Trabajo individual. - Uso de tecnología. - Investigación fuera de clase. | <ul style="list-style-type: none"> ● Actividades de Aprendizaje (Estudiante) - resolución de eventos contextualizados. - Realizar las actividades individuales con uso de tecnología. - Indagar sobre las investigaciones de eventos en contexto de la vida diaria. |

Tabla 10.1: Relación entre estrategias y actividades didácticas.

Fuente: Camarena (2017, 2000)

Las actividades de enseñanza las realiza el docente de forma reflexiva y flexible para apoyar la construcción de conocimiento. Se centran en el diseño de los eventos contextualizados y diseño de actividades, individuales o en equipos, para el aprendizaje del alumno, usando la tecnología como mediadora del aprendizaje, así como el diseño de los instrumentos de evaluación de los aprendizajes del estudiante. Por su lado, las actividades de aprendizaje en esencia son la resolución de los eventos contextualizados, la realización de las actividades individuales con uso de tecnología, la indagación sobre las investigaciones encomendadas, entre las que se encuentra la identificación o diseño de eventos contextualizados en la vida diaria. Ver Tabla 10.1.

En términos generales el proceso metodológico de la didáctica de la matemática en contexto contempla los siguientes pasos (Camarena, 1987): los estudiantes resuelven un evento contextualizado en clase, con las etapas de resolución; el docente introduce actividades de aprendizaje en el momento que lo requieran los alumnos. cuando los alumnos terminan la resolución del evento contextualizado, el profesor retoma la clase para presentar el concepto o tema descontextualizado, con la formalidad que requiera la profesión y esto se refuerza con actividades de aprendizaje y uso de la tecnología como mediadora del aprendizaje, en esta parte el estudiante pasa a la abstracción del concepto. La evaluación de los aprendizajes se presenta desde que inician los procesos de enseñanza y aprendizaje. Ver el Esquema 10.1.



Esquema 10. 1: Proceso metodológico de la didáctica de la matemática en contexto. Fuente (Camarena, 2017)

El proceso metodológico de la didáctica de la matemática en contexto detallándolo un poco más se puede describir como sigue:

- a) Se define qué se persigue con la actividad didáctica. Este propósito lleva a saber qué tipo de actividad de aprendizaje hay que diseñar. Ya sea un evento contextualizado o actividades de aprendizaje individuales o en equipos, usando o no tecnología.

- b) Se identifican o construyen los eventos contextualizados. Se usa la etapa central de la metodología DIPACING para identificar eventos contextualizados. De esta forma trabajan con matemática no aislada y matemática de su interés.
- c) Se determina la validez y confiabilidad del evento contextualizado y se va construyendo el historial del evento.
- d) Se forman equipos de tres estudiantes: líder emocional, líder intelectual y líder operativo.
- e) Se les menciona qué se espera de ellos.
- f) Se les dice qué significa trabajar en equipo.
- g) Se les da el evento contextualizado para que lo aborden con las etapas de resolución de los eventos contextualizados. En este momento los estudiantes requieren de elegir los conceptos matemáticos que puedan responder a las necesidades del evento a abordar, así como verificar que es válida la relación o modelo matemático, o sea, requieren de evaluarla para verificar su validez. Es decir, requieren del uso de lo aprendido en situaciones nuevas.
- h) Cuando han terminado de resolver el evento contextualizado se presenta una matemática descontextualizada con actividades de aprendizaje y uso de tecnología.

La matemática en contexto es más eficiente si los eventos contextualizados son los adecuados, el docente está preparado y los estudiantes conocen el contexto. De hecho, generalmente hay que dar soporte sobre el contexto, porque no siempre está construido el conocimiento contextual en el estudiante (Gómez, et al., 2019). Se deben dar otras situaciones en donde el alumno verifique lo que aprendió, es decir, que se dé cuenta que ha aprendido y que puede desempeñar exitosamente otras tareas. Aplicándolo a otros contextos. El alumno debe obtener retroalimentación, reforzamiento y corrección.

3. Características de la matemática en contexto

La didáctica de la matemática en contexto con su proceso metodológico de trabajo favorece que el estudiante se motive, que el alumno construya y reconstruya su conocimiento. Asimismo, los dos ejes dinámicos y rectores de la didáctica de la matemática en contexto: contextualizar y descontextualizar, permiten que el estudiante construya conocimientos integrados, donde la contextualización permite la vinculación de combinaciones complejas con otras áreas del conocimiento, estableciéndose la interdisciplinariedad.

3.1. CONTEXTUALIZACIÓN

La contextualización en el ambiente de aprendizaje se presenta cuando el docente da a los alumnos un evento contextualizado para trabajarlo. Los estudiantes resuelven el evento contextualizado con las etapas de resolución. El docente introduce actividades de apren-

dizaje con la tecnología como apoyo y/o mediadora del aprendizaje, esto, en el momento que lo requieran los alumnos.

La contextualización es importante porque un concepto matemático contextualizado adquiere sentido mediante las actividades propias del contexto, porque los conceptos no están aislados, están constituidos en forma de red y mantienen relaciones entre ellos (Camarena, 2000; Muro, 2000; Trejo, et al., 2013). También es importante que el estudiante tenga en claro que no toda la matemática se puede contextualizar, esto permite que la descontextualización ayude a la construcción de conocimiento.

Con las actividades de la didáctica de la matemática en contexto en todos sus sectores se van desarrollando habilidades para la transferencia del conocimiento.

Es menester mencionar que mientras más contextos diversos pueda emplear el docente, más claro es para el estudiante la transferencia del conocimiento a diversas áreas científicas y la forma de transferirla.

3. 2. DESCONTEXTUALIZACIÓN

La descontextualización apoya el desarrollo de habilidades operativas de la matemática, en general, dominar los procesos propios de la disciplina para complementar la formación integral del alumno, además, la descontextualización lleva a la reconstrucción de significados, es decir, a la reconceptualización de significados (Camarena, 2000, 2002b).

La descontextualización permite dar la formalidad matemática que es requerida por la profesión en la que estudian los alumnos; además, les permite a los alumnos darse cuenta de que la matemática es universal y que es aplicable en diversas situaciones, no sólo en el contexto en que conocen al concepto. También es importante que el estudiante tenga en claro que no toda la matemática es contextualizable. En la descontextualización los alumnos trabajan con el conocimiento abstracto, mientras que en la contextualización los estudiantes trabajan con los conceptos en concreto, porque están ubicados en un contexto que les da sentido (Camarena, 1987; Trejo et al., 2011).

La descontextualización se lleva a cabo a través de actividades de aprendizaje que diseña el docente y aborda el estudiante ya sea de forma individual o en equipo. Las actividades de aprendizaje no sólo son ejercicios o resolución de ecuaciones, éstas pueden ser de asociación entre conceptos, mapas conceptuales, indagación sobre cómo se vinculan los conceptos con sus demás asignaturas, etc., esto depende de lo que persigue el docente y el tipo de grupo de estudiantes con el que trabaja.

Para el diseño de las actividades de aprendizaje (Camarena, 2003) el profesor debe tomar en cuenta los lineamientos que se muestran en el Cuadro 10. 1.

- Que el estudiante pueda transitar entre los diferentes registros de representación del concepto a ser construido.
- Que se consideren los distintos enfoques de los temas y conceptos matemáticos.
- Que sea explícita la vinculación con los conocimientos previos.
- Que se ayude al estudiante a superar obstáculos que posea, ya sean obstáculos cognitivos, epistemológicos, curriculares o didácticos.
- Que se muestren analogías con conocimientos anteriores.
- Que se muestren diferencias y semejanzas del conocimiento.
- Que el docente use el concepto de conocimientos en espiral.
- Que se use la tecnología electrónica como reforzadora o mediadora del aprendizaje.
- Que el estudiante pueda transitar del lenguaje natural al lenguaje matemático y viceversa.

Cuadro 10. 1: Lineamientos para el diseño de actividades de aprendizaje.

En relación a la tecnología electrónica, cabe mencionar que actualmente se localiza mucho software educativo como material de apoyo didáctico y mediador del aprendizaje, el cual puede usar el docente basándose en una fundamentación teórica (Camarena, 2014). El software educativo permite que el alumno vaya a sus ritmos vitales, porque los tiempos cognitivos son diferentes a los tiempos didácticos, además, le permite retroceder o avanzar cuando quiera, reforzando conocimientos.

Es importante el uso de la tecnología con los estudiantes, ya sea para que aprendan a usarla, para que les apoye en su trabajo o que sea una mediadora de su aprendizaje. De hecho, el porcentaje de docentes que hacen uso de la tecnología electrónica es bajo a nivel mundial, es más, se dice que los docentes usan didácticas del siglo XIX, siendo profesores del siglo XX y con alumnos con mentalidad del siglo XXI; esta disparidad hay que ir emparejándola para beneficio de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los estudiantes.

Continuando con las características de *la matemática en contexto*, es importante mencionar que a través de su proceso metodológico desarrolla valores como la tolerancia, el respeto, así como habilidades tales como la argumentación.

A través de la matemática en contexto se logran conocimientos integrados, no fraccionados, se desarrollan las habilidades metacognitivas y habilidades del pensamiento, se logran aprendizajes significativos que coadyuvan a que el estudiante construya su conocimiento. Al mismo tiempo, se contribuye en su preparación para participar en la sociedad, ya que la estrategia didáctica toma en cuenta los factores de tipo social, emocional, económico, político y cultural (Camarena, 1987; Trejo et al., 2011).

Toda actividad profesional, laboral y de la vida real es interdisciplinaria y así debe ser la educación. El atomismo de los eventos de la vida diaria y laboral es irreal y totalmente opuesta a la interdisciplinaria. Este atomismo que conduce a que cada partecita se vaya resolviendo según se van aprendiendo las asignaturas, no deja nada al estudiante, porque mira un conocimiento aislado al que no le puede atribuir ningún sentido, más que el operativo, de ahí que los estudiantes busquen los procesos operativos al aprender algún tema de la matemática.

La didáctica de la matemática en contexto se fundamenta principalmente en dos fuentes: el trabajo colaborativo en equipo de Vygotsky (1978), donde menciona que se aprende de forma social e individual. el aprendizaje significativo de Ausubel, et al. (1990). para lo cual el trabajo de los estudiantes al resolver eventos contextualizados es de tipo colaborativo y los conocimientos nuevos se vinculan con los viejos para el anclaje a las estructuras cognitivas.

La matemática es un lenguaje, que permite optimizar diseños y recursos, favorece el minimizar errores, permite realizar cálculos teóricos en vez de cálculos prácticos y con ello ahorrar tiempo y recursos, pronostica comportamientos, otorga mayor precisión en el análisis de un problema. Estos elementos pueden ser identificados y aplicados por los estudiantes en su vida laboral y profesional, cuando sus profesores los han favorecido durante su carrera estudiantil con la fase didáctica de la *matemática en el contexto de las ciencias*.

Con la didáctica de la matemática en contexto la construcción de los conocimientos y desarrollo de competencias es a través de saberes integrados, donde no se usa la memoria, se emplea el razonamiento y la lógica. Lo que ofrece una visión global de los fenómenos, generando en el estudiante una perspectiva integral, semejante a los retos del contexto que enfrentará en la profesión. Por otro lado, la construcción del conocimiento matemático está en correspondencia con la modelación matemática y el uso de la misma manifestado en el lenguaje de herramientas matemáticas y vinculación entre disciplinas. Estos elementos que caracterizan a la matemática como herramienta pueden ser identificados y aplicados por los estudiantes en su vida laboral y profesional, cuando sus profesores los han favorecido durante su carrera estudiantil, como se ve con la fase didáctica de la *matemática en el contexto de las ciencias* (Camarena, 2000).

Esto se debe a que los cursos de matemática los viven con una matemática vinculada con las áreas de la profesión que están estudiando, así como con problemas sociales relacionados con su profesión, lo que les permite poder trabajar con la modelación matemática; dicho en otros términos, les permite aplicar el conocimiento en su futura actividad laboral y profesional. Al mismo tiempo, se contribuye en su preparación para participar en la sociedad, ya que la estrategia didáctica toma en cuenta los factores de tipo social, emocional, económico, político y cultural. Se considera que la fragmentación del conocimiento provoca formas de autismo intelectual, porque impide entender la variedad de interacciones que se vinculan en los fenómenos de la realidad, y son susceptibles de producir propiedades inéditas o acontecimientos imprevistos.

Como ha sido mencionado anteriormente, sobre las problemáticas de la matemática, se busca una matemática con sentido para el alumno y tomando en cuenta que la matemática es abstracta, es de la imaginación, se ha determinado que "para una matemática con sentido es necesario que esté vinculada con objetos reales para el estudiante", en donde pueda ver, sentir y percibir la "aplicación" de la matemática, situación que se relaciona con la didáctica de la matemática en contexto, una matemática inmersa en una problemática real para el alumno.

Con la matemática en contexto se considera al proceso didáctico centrado en el estudiante, viéndolo como un individuo que construye su propio conocimiento, diseña y define sus propias trayectorias e intensidades de trabajo, dejando de lado la concepción tradicional del estudiante como un ente abstracto, receptor de conocimientos y de información.

La conexión con el mundo real de las actividades de aprendizaje y con los intereses de los estudiantes, son elementos que aportan significatividad y motivación al proceso didáctico, lo que permite la construcción de conocimiento y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión. Sin embargo, son diversos los factores que afectan el desempeño académico de los estudiantes, destacan algunos factores fisiológicos, psicológicos y sociológicos como lo menciona Padilla (2004), y otros propuestos por González, et al. (2005) quienes agruparon en dos factores: factores o variables personales (cognitivas, motivacionales y estrategias de aprendizaje), y factores o variables ambientales (socio ambientales e institucionales).

3. 3. TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO

La transferencia del conocimiento es el proceso cognitivo que permite establecer la articulación entre 2 o más áreas del conocimiento, con mayor precisión es una de las habilidades catalogadas entre las de orden superior (Nickerson, et al., 1994). se entiende por transferencia del conocimiento a la habilidad que tiene un individuo para plasmar su bagaje matemático en la resolución de un evento contextualizado, así como saber emplear las habilidades formativas que ofrece la matemática en la resolución de eventos de toda índole científica, esto es, desde transitar entre el lenguaje natural y el lenguaje matemático (en ambas direcciones) cuando se trata de fenómenos o problemas de otras áreas científicas, hasta hacer uso del espíritu científico, crítico y analítico que desarrolla la matemática en cualquier tarea profesional.

El término de transferencia del conocimiento también empleado por Ausubel, et al. (1990) lo sustenta en su teoría sobre aprendizajes significativos. Él entiende por aprendizajes significativos aquellos aprendizajes que tienen significado o sentido para el estudiante. para determinar la significancia del contenido a enseñar Ausubel establece que debe hacerse referencia a situaciones conocidas, es decir, el nuevo conocimiento deberá ser relacionado con otros conocimientos familiares, en donde los elementos sustanciales son en relación con la disciplina que está en tratamiento. Se considera que la forma de dar esta relación no necesariamente es a través de la misma disciplina, sino a través de algo que sea atractivo para el alumno, como lo son para la MCC las propias asignaturas que cursa de su carrera profesional. De hecho, este supuesto es un elemento de la Teoría De La Matemática En El Contexto De Las Ciencias, en donde se ha demostrado que la vinculación de la matemática con las áreas de estudio de la carrera en cuestión es un gran motivador y significativo para el estudiante. Así, la traducción que se hace de los elementos que señala Ausubel a la enseñanza de la matemática del nivel superior es la vinculación entre la matemática y asignaturas de las carreras en estudio.

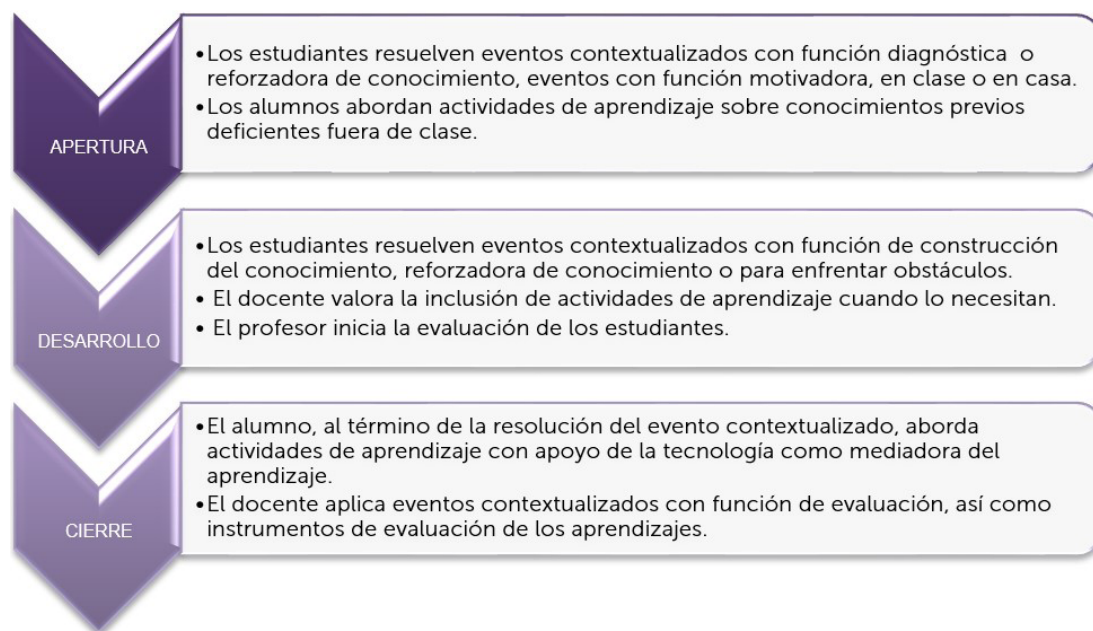
La detección de los indicadores de la transferencia del conocimiento se lleva a cabo con las actividades de la didáctica de la matemática en contexto. A continuación se muestran algunos de estos indicadores (Ortiz, et al., 2006).

Indicadores de la transferencia del conocimiento:

- Manejar la matemática descontextualizada
- Construir el modelo matemático de un evento contextualizado
- Emplear las habilidades formativas que ofrece la matemática en la resolución de eventos contextualizados
- Transitar del lenguaje natural al lenguaje matemático y viceversa
- Hacer uso del espíritu científico, crítico y analítico que desarrolla la matemática para cualquier tarea profesional
- Manejar y conocer la transposición contextualizada
- Conocer los diferentes enfoques del concepto matemático
- Interpretar la solución matemática de un evento en términos del propio evento
- Habilidad para transitar entre las diferentes representaciones de un elemento matemático
- Habilidad para hacer "consideraciones" o idealizar el evento
- Reconocer patrones de comportamiento en un evento contextualizado

4. Implementación de la matemática en contexto

La implementación de la didáctica de la matemática en contexto para un concepto o un tema curricular dado, tiene tres momentos claves que son de apertura, de desarrollo y de cierre, los cuales se pueden llevar a cabo en varias sesiones o en una sola sesión (Camarena, 2017). En el Esquema 10.2 se describe la articulación de cada momento con el proceso metodológico de la didáctica de la matemática en contexto.



Esquema 10. 2: Articulación entre momentos y proceso metodológico.
Fuente: Camarena (2017)

Momento de apertura

El momento de apertura, es donde inicia el proceso y es importante mencionar a los estudiantes qué se pretende que aprendan con el tema, porque es importante que lo aprendan, cómo se relaciona con sus demás asignaturas y cómo se vincula con los conocimientos de los cursos que preceden.

En este momento se recuperan los conocimientos previos del alumno en relación al tema a tratar y/o se identifican los obstáculos que posea, ya sean cognitivos, didácticos, epistemológico o cualquier otro, esto, a través de la aplicación de eventos contextualizados con función diagnóstica o instrumentos diagnósticos de evaluación.

Dependerá de los tiempos curriculares para aplicar en clase o dejar como tarea, eventos contextualizados con función reforzadora de conocimientos previos o con función para enfrentar obstáculos. También, se les dan actividades de aprendizaje sobre los conocimientos previos deficientes para ser resueltos en casa, dependerá del grupo de estudiantes para que el docente decida si los alumnos trabajan en equipos o de forma individual.

Asimismo, en este momento inicial o de apertura, cuando se trata de un tema o concepto nuevo, se implementa, ya sea en clase o como tarea, un evento contextualizado

con función motivadora para introducir al estudiante a la temática de estudio, para que se ubique en el ambiente conceptual y genere expectativas adecuadas.

Estas decisiones de trabajo en casa o en la clase, dependerán de las instituciones, su programa curricular y tiempos curriculares, situación que el docente debe valorar.

Momento de desarrollo

En el momento de desarrollo el docente define qué persigue, ya sea que el alumno construya su conocimiento o refuerce conocimiento anterior del mismo curso, esto lo ayuda a establecer si aplica eventos contextualizados con función de construcción de conocimiento, con función reforzadora de conocimientos o, diseña actividades de aprendizaje, ya sea de forma individual o grupal.

El tipo de actividades depende del tipo de contenido curricular matemático. Es importante mencionar que no todo el conocimiento es contextualizable, es decir, hay conceptos que son conectores de conocimientos y difícilmente se pueden contextualizar, a menos que se dé un evento forzado, sin sentido para el estudiante. Para esos conocimientos no contextualizables es que se desarrollan actividades de aprendizaje con los lineamientos mostrados en el Cuadro 10. 2, cuando se habla de la descontextualización. En este momento de desarrollo, según sea el concepto, se hace necesario aplicar varios eventos contextualizados con diversos contextos.

Cuando los estudiantes están resolviendo un evento contextualizado y tienen dudas o están estancados, para apoyarlos, el docente valora si es necesario introducir actividades de aprendizaje. De igual forma, el profesor valora qué tanto pueden usar la tecnología como apoyo, según lo que se persigue que aprenda el alumno.

Con la contextualización el estudiante trabaja con la integración de conocimientos, desarrolla habilidades y actitudes y es capaz de transferir su aprendizaje a diversos escenarios con esquemas mentales más enriquecidos. La evaluación del estudiante, no se refiere solamente a los aprendizajes, sino que también se considera el desarrollo de habilidades y actitudes, situación que toma en cuenta el profesor a través de una bitácora que elabora para los equipos y para cada estudiante. El docente observa si el estudiante sabe trabajar en equipo, si ha participado como se le solicita, si entrega tareas, si asiste regularmente a las clases, si puede contribuir a la resolución de los eventos porque tiene los conocimientos necesarios o cuáles son sus fallas y conocimientos deficientes.

Momento de cierre

El momento de cierre pretende concluir el proceso en relación al aprendizaje de un tema o concepto, asimismo, se busca que el alumno tenga una visión sintética, integradora y crítica del tema. Este momento es importante porque es el instante en que se descontextualizan los conceptos que han sido contextualizados a través de los eventos.

Cuando los equipos han terminado con la resolución de el(los) evento(s) contextualizado(s), el profesor retoma la clase para presentar el concepto descontextualizado con la formalidad curricular que requiere la profesión del estudiante. El docente diseña actividades de aprendizaje que el alumno trabajará de forma individual o en equipo, haciendo uso de la tecnología como mediadora del aprendizaje. En este momento es cuando el alumno puede pasar de lo concreto a lo abstracto, sin el contexto que fue el que le dio sentido en un inicio al concepto.

Todo el proceso de trabajar un concepto de forma contextualizada y después descontextualizada, le permite al estudiante lograr una mejor codificación y conceptualización de

los contenidos de aprendizaje y, organizar, estructurar e interrelacionar las ideas importantes, luego, se enriquecen sus estructuras mentales para lograr aprendizajes significativos.

Es importante mencionar que el proceso metodológico de la didáctica es flexible, el profesor no tiene porque seguir los pasos tal cual se presentan, la flexibilidad es lo que permite abordar diversas culturas, niveles sociales y estilos de aprendizaje, entre otros más.

Desarrollo en una sesión de clase

Para este proceso, el docente con antelación tiene en claro los tres momentos claves, ver el Esquema 10. 2 para los objetivos de aprendizaje que persigue, así como, cuáles son las actividades de aprendizaje, ver Cuadro 10. 1 que va a aplicar a los estudiantes.

Estructura de los equipos de trabajo colaborativo

El profesor para aplicar el eventos contextualizado, forma los equipos colaborativos de tres estudiantes, se ha determinado que si son más, algunos de ellos no trabajan, se confían en el trabajo de sus compañeros; y si son menos de tres tardan más tiempo del que el profesor tiene destinado (Camarena, 2000). Los equipos de tres integrantes, están compuestos por un líder emocional, un líder intelectual y un líder operativo, cuyas características son complementarias para un trabajo colaborativo (Camarena, 2000). El líder emocional es aquella persona que es muy entusiasta, motiva al equipo y les dice "nosotros lo vamos a hacer muy bien, vamos a terminar primero que los demás, seremos los mejores, etc.". El líder intelectual es aquel estudiante que tiene conocimientos previos bien arraigados a sus estructuras cognitivas y es una persona analítica y reflexiva. Mientras que el líder operativo es una persona muy trabajadora que, en general, hace con gusto el trabajo operativo del equipo, él dice al equipo "díganme qué hago, yo resuelvo las ecuaciones, yo paso a exponer, etc." el docente aplica el cuestionario de identificación de líderes para poder formar los equipos, se puede recurrir a la referencia de Camarena (2003).

Instrucciones a los equipos de estudiantes

Formados los equipos, se les menciona qué se espera de ellos (Camarena, 2004).

- Se espera que estén interesados en el evento.
- Que si no les interesa el evento que se les dio, entonces, se les pide que busquen otro que sea de su interés y que considere el tema o concepto matemático que se está abordando en la clase.
- Se espera que lo resuelvan, es más, que no lo dejen hasta que esté resuelto.
- Se espera que cualquiera de ellos pueda estar preparado para hacer una presentación ante el grupo sobre la resolución del evento que trabajaron en equipo.

Asimismo, se les menciona qué significa trabajar en equipo colaborativo (Camarena, 2004).

- Respetar la opinión de sus compañeros.
- Saber escuchar a los compañeros, es decir, "no quedarse con el micrófono".
- Si no están de acuerdo con un compañero deberán dar argumentos y dialogar con él, no callarlo.
- Se deben poner de acuerdo los tres integrantes de cada equipo sobre cómo resolver el evento.

- Se deben poner de acuerdo cómo colaborarán cada uno de los tres líderes, nadie debe quedar fuera de las acciones.
- Al término de la resolución del evento contextualizado tiene que haber un consenso consciente por cada integrante, sobre el proceso y resultado logrados.
- Cualquiera de ellos debe poder defender con argumentos el proceso desarrollado por el equipo.

5. Construcción del conocimiento y desarrollo de competencias

De acuerdo a la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel et al. (1990) donde se requiere que el estudiante vincule la información actual con la establecida en el estudiante en sus estructuras cognitivas, esto se puede lograr con varios procesos como: la espiral, analogías, diferencias y semejanzas, tecnología, acción de los sentidos sensoriales, motivación.

El aprendizaje de la matemática y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión, se produce con la mediación de los eventos contextualizados y las actividades de aprendizaje, es decir contextualizando y descontextualizando. El proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión, se lleva a cabo a través de la resolución de los eventos contextualizados, para lo cual es necesario la construcción del modelo matemático, la conexión del enfoque requerido de los conceptos matemáticos por el evento y el contexto, la vinculación de temas y conceptos tanto matemáticos como del contexto.

El proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión, también se lleva a cabo a través del desarrollo de las actividades de aprendizaje, que le permiten transitar entre los diversos registros de representación y entre el lenguaje natural y el matemático. Hacer uso de los diferentes enfoques de los conceptos y temas matemáticos y desarrollar habilidades operativas. El proceso de construcción del aprendizaje y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión, debe ser un proceso de reorganización interna de esquemas de cada individuo, en donde él autoestructura su conocimiento.

Se abordan dos elementos, que no han sido tratados, para la vinculación de establecer la conexión entre conocimientos nuevos y conocimientos previos, los cuales, también apoyan la resolución de eventos contextualizados. Asimismo, se insiste en el uso de la tecnología electrónica.

5. 1. APRENDIZAJE EN ESPIRAL

Hay que tener presente que el conocimiento se presenta en forma de espiral progresiva, es muy difícil que el conocimiento se construya al primer contacto que tiene una persona con éste. Cada vez se aprende un poquito más, es decir, se aumenta el nivel de conocimientos según las veces que se estudia el tema, o sea, cada vez que se aprende algo más se está en otra rama de la espiral. Si el lector hace un esfuerzo por reconstruir el proceso de aprendizaje de algún concepto de su disciplina, con una probabilidad alta, recordará que después de reflexionar sobre el concepto, una o varias veces, llegó a expresar el famoso ¡ah! ya entendí.

Conocimiento en espiral: el conocimiento se construye paulatinamente como si fuera corriendo por una espiral y cada vez que el conocimiento se encuentra en la intersección de la espira con la línea tangencial de actividades de aprendizaje en el ámbito de acción del

estudiante, se contribuye a la construcción del conocimiento de éste. Así, es importante que el docente tome en cuenta esta situación porque ello le abre el camino a estar repasando continuamente conocimientos que ya han sido tratados dentro del mismo curso o en estudios anteriores, los cuales debe estar retomando para la construcción y reconstrucción del conocimiento.

El sujeto que aprende construye significados y esquemas mentales cada vez más complejos, lo que le permite enriquecerlos al utilizarlos y transferirlos a diferentes contextos. Es por ello que el papel del profesor es la búsqueda y diseño de experiencias contextualizadas que le enfrenten a diversas situaciones de la vida real, así como, del ejercicio profesional de la carrera. Cuando se es capaz de transferir el conocimiento a diferentes contextos, de diversos niveles de dificultad, está dentro de una espiral, donde cada espira determina un nivel superior de dificultad y al encontrarse en las espiras de arriba puede decirse que se logró un aprendizaje significativo, por el hecho de haber incorporado la información de forma lógica y congruentes a los esquemas mentales previos.

5. 2. SENTIDOS

Mientras más de nuestros sentidos sensoriales estén en acción mejor se pueden establecer los amarres a las estructuras cognitivas y mejor se puede ir construyendo el conocimiento.

Obsérvese el siguiente ejemplo en donde se muestran tres episodios de una misma situación en la que se quiere que el estudiante maneje una máquina que hace diferentes tipos de cortes a hojas de cartón, después de cada episodio se le pide al alumno que realice diferentes cortes con formas específicas que se le dan:

1. Se le dice al estudiante que hay una máquina la cual se enciende con la perilla que se encuentra atrás de la máquina, que hace cortes con diversas formas a hojas de cartón, que con los botones de la izquierda se ajusta el tamaño, mientras que con los de la derecha se define la forma de la figura que se cortará.
2. Se le dice al estudiante que hay una máquina la cual se enciende con la perilla que se encuentra atrás de la máquina, se le muestra la máquina y se voltea para que el estudiante mire la perilla en donde se enciende el aparato. Se le comenta que la máquina hace cortes de hojas de cartón con diversas formas, que con los botones de la izquierda se ajusta el tamaño, mientras que con los de la derecha se define la forma de la figura que se cortará, se le muestran diferentes posiciones de los botones para que se dé cuenta de las diferentes formas y tamaños de las figuras que corta el aparato.
3. Se le dice al estudiante que hay una máquina la cual se enciende con la perilla que se encuentra atrás de la máquina, se le muestra la máquina y se voltea para que el estudiante mire la perilla en donde se enciende el aparato y se deja que él mismo la encienda. Se le comenta que la máquina hace cortes con diversas formas a hojas de cartón, que con los botones de la izquierda se ajusta el tamaño, mientras que con los de la derecha se define la forma de la figura que se cortará, se le muestran diferentes posiciones de los botones para que se dé cuenta de las diferentes formas y tamaños de las figuras que corta el aparato; se le pone al muchacho a hacer diversos cortes en hojas de cartón para que practique y le quede claro cómo es el funcionamiento del aparato cortador.

No es difícil para el lector darse cuenta que después de cada episodio cuando se le pide al alumno que haga diferentes cortes de diversos tamaños en una hoja de cartón, el que se

aproxima más a hacer un corte de experto es el de la tercera escena, mientras que el más alejado es el del primer caso.

En el primer episodio solamente está en acción el oído del estudiante. en el segundo acto entran en acción el oído y la vista, y en la tercera escena están presentes el oído, la vista y el tacto, mas no sólo eso, sino que hay práctica por parte del estudiante antes de realizar el reto de hacer cualquier tipo de corte a nivel de experto.

El ejemplo anterior conduce a ver la importancia de los laboratorios en el aprendizaje de las ciencias de física, química y biología, ya que es el ambiente en donde pueden entrar en acción más de los sentidos; oído, tacto, vista, olfato y gusto.

5. 3. TECNOLOGÍA

Uso de la tecnología electrónica. En el siglo en que vivimos la tecnología no puede estar fuera de nuestra actividad profesional. Para el caso de la docencia es necesario que se incorpore como una herramienta de apoyo al aprendizaje, como el propio ambiente de aprendizaje o como mediadora en el aprendizaje del estudiante (Camarena, 2014). En general, no hay tiempo en los espacios didácticos para incursionar en actividades didácticas que aborden la reconstrucción de conocimientos de ciclos educativos anteriores, se debe incursionar en la tecnología electrónica, usar plataformas tecnológicas educativas, foros de discusión, comunidades virtuales, etc., los cuales ayudan a extender los tiempos del aula.

El uso de la tecnología electrónica permite que el estudiante vaya a sus ritmos vitales, porque los tiempos cognitivos son diferentes a los tiempos didácticos. Además, le permiten retroceder o avanzar cuando quiera, repasando y reforzando los conocimientos.

Con la didáctica de la matemática en contexto se reconocen las particularidades de cada estudiante, la diversidad de sus capacidades, ritmos y estilos de aprendizaje. Asimismo, se propicia la creación de comunidades virtuales de aprendizaje y se fomenta el uso y aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación como mediador en la construcción del conocimiento y desarrollo de competencias.

La matemática en contexto inicia en el aula presencial, dado que el tiempo dedicado a cada sesión de clases no es suficiente, los estudiantes voluntariamente continúan el trabajo en equipo colaborativo en una comunidad virtual que se abre para tal efecto. Cuando en algún equipo no pueden continuar con la resolución del evento contextualizado, el docente en su función de guía los orienta con cuestionamientos que provocan la reflexión de los estudiantes.

5. 4. ELEMENTOS GENERALES

El pensamiento matemático se desarrolla en la medida que son desarrolladas las habilidades del pensamiento, la criticidad, creatividad, analiticidad y los criterios científicos, asimismo, si la matemática es usada como un lenguaje de las ciencias y como una herramienta pronosticadora.

El caso de la matemática es especial porque todos los objetos matemáticos son objetos de la mente, son abstractos, son de la imaginación. para poder transmitirlos hacen falta nuestros sentidos, pero hay un mundo específico de percepción de la matemática que son los llamados registros algebraicos, numéricos y visuales, los cuales deben ser usados cada vez que se quiera ayudar a construir el conocimiento de la matemática. No solo eso, sino que hay que ayudar a desarrollar habilidades geométricas, numéricas y algebraicas en los

muchachos para poder pasar de un registro a otro con facilidad en un concepto u objeto matemático. Así, cuando se habla de la ecuación algebraica $x^2 + y^2 = 1$ se piensa en una circunferencia si es que se tiene desarrollado un pensamiento geométrico o visual.

Para desarrollar y/o fortalecer habilidades críticas, analíticas y creativas en los estudiantes, desde el punto de vista de las teorías epistemológicas sobre la forma en cómo el hombre aprende, se sabe que la construcción ocurre siempre a partir de la actividad concreta de las personas sobre los objetos y de las reflexiones sobre las acciones con esos objetos, así como de las necesidades de modelar diversas situaciones tanto en el contexto vivencial como en el de las ciencias, especialmente cuando se combina el pensamiento inductivo con el deductivo. Por lo tanto, se puede considerar que para contribuir al desarrollo del pensamiento matemático, se pueden plantear situaciones problemáticas de la vida cotidiana o en el contexto de alguna ciencia como lo plantea la TMCC (Camarena, 2000, 2003).

Lo cual presupone superar la enseñanza de contenidos matemáticos fragmentados y desvinculados, para ubicarse en el dominio de un campo conceptual (Vergnaud, 1990), que involucra conceptos y procedimientos interestructurados y vinculados que permitan analizar, organizar y modelar matemáticamente situaciones y problemas tanto de la actividad práctica del hombre, como de las ciencias.

Otro factor relevante respecto al conocimiento de los estudiantes es la forma en cómo aprenden, de hecho, existen diferentes estilos de aprendizaje los cuales se correlacionan con nuestros sentidos, dicho de otra forma, hay diferentes canales por los que aprende un sujeto. Incluso, ahora se habla de la inteligencia emocional, un canal más para aprender. Esta situación lleva a que hay que abordar el mismo tema de diferentes formas para poder llegar a los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos.

5. 5. OBSTÁCULOS EN EL APRENDIZAJE

Existen varios tipos de obstáculos en el aprendizaje del estudiante, entre otros, se localizan los obstáculos cognitivos, epistemológicos, ontogénicos, didácticos, contextuales. a continuación se describen brevemente cada uno de éstos.

Los obstáculos cognitivos son los que están inferidos a los conocimientos previos del estudiante, los cuales no han sido construidos con antelación y esto impide que el conocimiento nuevo pueda anclarse a las estructuras cognitivas para su estructuración con el conocimiento anterior.

Los obstáculos ontogénicos son aquellos que son inherentes a las características físicas y hereditarias del estudiante. Por ejemplo, si el estudiante tiene vista que le impide ver desde lejos con claridad, esto se convierte en un problema para él si tiene un lugar para sentarse que está retirado del pizarrón; misma situación si su audición no tiene buen alcance.

Obstáculos didácticos son los que provoca el profesor. Esto se escucha un poco extraño, pero véase el siguiente ejemplo. Un docente por dejar en claro el concepto de ecuación algebraica lineal, pone solamente ejemplos en donde los coeficientes son número reales enteros. cuando el joven, al resolver un problema de la realidad tiene que trabajar con una ecuación como las de las clases, pero ahora con números que no son enteros, él se cuestiona si se trabajará igual que las demás ecuaciones que trabajó su profesor o si éstas tendrán otro tipo de solución.

Obstáculos contextuales son los que se generan cuando al resolver un evento contextualizado el estudiante no cuenta con los conocimientos suficientes del contexto, lo que impide que pueda resolver el evento. es importante que en este tipo de obstáculos se genere material sobre el contexto que permita que el estudiante construya este conoci-

miento. Al respecto Gómez, et al. (2019), han estructurado una interesante propuesta junto con los expertos del contexto.

Para los obstáculos epistemológicos es importante mencionar que quien primero habla de obstáculo para la enseñanza es Brousseau (1983), él se dedica al estudio de los obstáculos epistemológicos, que son obstáculos de las ciencias. Este teórico establece que cada ser humano que va a aprender un concepto científico pasará por las etapas que pasó la humanidad para desarrollar el concepto. Es decir, si el concepto tuvo tropiezos en su evolución, esos mismos tropiezos tendrá el estudiante, y esto sucederá no porque el estudiante sea tonto, porque no haya entendido, porque el maestro no haya sabido explicar o por las razones que se quieran dar, es un fenómeno que se dará de forma natural y es denominado obstáculo epistemológico. Es claro que depende del estudiante, sus capacidades, sus conocimientos previos y sus habilidades para que enfrente más rápido que otros tal obstáculo. Luego, es importante que el profesor conozca de antemano tales obstáculos para que diseñe con antelación las experiencias de aprendizaje que ayudarán al estudiante a superar el obstáculo epistemológico. Esta situación lleva a que el docente no puede estar aislado de la investigación educativa, debe conocerla y mucho mejor si la lleva a cabo.

5. 6. LA EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES Y DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Antes de entrar en materia, se hace la diferencia entre evaluación y calificación. La calificación es la asignación de un valor que puede ser numérico o alfabético, esta asignación se establece en función a los instrumentos evaluativos que son aplicados a los alumnos sin tomar en cuenta su desarrollo durante el curso. En general en la calificación numérica se califica en escalas de cero a diez o escala de cero a cien; donde cero es la calificación más baja y, diez o cien, según sea el caso, es la calificación más alta; además, se considera que para valores menores o iguales a 5 y 59, según sea el caso, el alumno está reprobado. En la calificación alfabética, se califica asignando las letras a, b, c, en otros lados la asignación de letras es a, b, c, d, e; donde a es la calificación más alta y c o e, según sea el caso es la calificación reprobatoria.

El conocimiento implica información interiorizada y adecuadamente integrada en las estructuras cognitivas de un sujeto. Es algo personal e intransferible: no podemos transmitir conocimiento, sólo información, que puede ser o no convertida en conocimiento por el receptor, en función de diversos factores, los conocimientos previos del sujeto, la adecuación que haga de la información, su estructura cognitiva fortalecida, etc. (Adell, 1996).

La evaluación se refiere a enjuiciar sistemáticamente el mérito y/o apreciación de las competencias adquiridas por los estudiantes en un contexto específico, el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental por medio de imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento.

El aprendizaje se presenta en un ambiente de eventos escolares y de eventos reales de la profesión y de la vida cotidiana, siendo el profesor un guía en todas las actividades que lleva a cabo el estudiante. El trabajo en equipo es de tipo colaborativo, tanto de forma presencial como virtual. Cabe mencionar que para la fase didáctica hay dos formas generales de verificar que el alumno ha construido su conocimiento.

Uno de los niveles más altos de comprensión de un concepto se presenta cuando éste se puede explicar a diferentes niveles, es decir, el mismo concepto se le puede decir a un estudiante universitario, a uno de preparatoria, a otro de secundaria, hasta a un niño de primaria, claro que con diferente lenguaje.

Otra forma de verificar si se ha interiorizado un conocimiento es cuando en una situación en la que no se tiene ni la menor idea que se utiliza un tema estudiado, la persona lo saca a relucir sin que nadie le diga que puede usarlo al resolver un evento en esa área. Es decir, en la resolución de eventos contextualizados, es cuando se hace uso de conocimientos anteriores que están bien establecidos en las estructuras cognitivas.

De forma particular, la evaluación todo el tiempo debe ser vista como un proceso de reflexión, aprendizaje y retroalimentación. El proceso de evaluación es un sistema que debe indicar: cuándo, para qué, qué se evalúa y cómo se evaluará (Camarena, 2002a).

La evaluación de los aprendizajes (Camarena, 1993) se realiza de manera transversal y de manera puntual. Transversal durante todo el curso, observando el actuar del alumno a través del trabajo en equipo para la resolución de los eventos contextualizados, tanto de forma presencial como virtual, y sus evidencias de las actividades individuales. De manera puntual con su producción escrita los días de evaluación explícita.

Cabe hacer mención que tomando en cuenta las funciones de los eventos contextualizados, el proceso de evaluación de la construcción del conocimiento se lleva a cabo con eventos contextualizados, los cuales se aplican a los equipos para que se dé retroalimentación entre los miembros del equipo por un lado, y por el otro, para observar las habilidades de argumentación, de aplicación de heurísticas y elementos metacognitivos que han desarrollado; de manera individual para observar el nivel de desarrollo de herramientas conceptuales que han logrado, lo cual al mismo tiempo valora el nivel de construcción de conocimiento, esto a través de las evidencias para la identificación de los diversos enfoques de los conceptos del evento, de la relación que establecen entre conceptos identificados, variables y constantes del evento para formular el modelo matemático y, del tránsito entre el lenguaje natural y el lenguaje matemático a través del modelo matemático y la interpretación de la solución en términos del evento, esto último permite transitar del lenguaje matemático al lenguaje natural.

En cuándo a determinar los momentos en que se evalúa: evaluación diagnóstica, al inicio de la actividad, evaluación continua, durante la actividad y evaluación sumativa, que se lleva a cabo al cierre de la actividad, la cual también incluye la autoevaluación del alumno. El para qué, la evaluación es un proceso sistemático y continuo que ayuda a determinar el grado de logro en la construcción de conocimiento, así como el desarrollo de las competencias.

El qué evaluar, la resolución de eventos contextualizados, en su función de evaluación, que permiten ver el avance en la construcción del conocimiento, así como: desarrollo de competencias; realización de tareas; participación activa en comunidades virtuales; participación activa en los equipos; exámenes objetivos; realización de proyectos específicos; reflexiones escritas; autoevaluación.

Para el cómo se evaluará, la evaluación se realiza a través de criterios definidos con antelación. Por ejemplo: elegir correctamente el proceso o fórmula a emplearse; obtener la solución exacta; desarrollar correctamente el proceso; claridad y exactitud en el proceso de resolución de eventos; escrito con claridad y buena ortografía; claridad y pensamiento crítico en la redacción escrita del proceso seguido para la resolución de eventos; proyectos abordados con creatividad.

De las etapas de la didáctica de la matemática en contexto, las cuales a continuación se describen, se tienen asociados procesos cognitivos que permiten ver el desarrollo de competencias matemáticas; es decir, los procesos cognitivos determinan los indicadores para la construcción del conocimiento y el desarrollo de competencias matemáticas de la profesión (Camarena, 1988, 2002a, 2011).

1. Identificar los eventos contextualizados.
2. Plantear el evento contextualizado.
3. Determinar las variables y las constantes del evento.
4. Incluir Los temas y conceptos matemáticos necesarios para el desarrollo del modelo matemático y solución del evento.
5. Determinar el modelo matemático.
6. Dar la solución matemática del evento.
7. Determinar la solución requerida por el evento.
8. Interpretar la solución en términos del evento y disciplinas del contexto.
9. Presentar una matemática descontextualizada

Las actividades de aprendizaje son las relacionadas con las etapas 2, 3, 5, 6, 7 y 8. Las demás actividades son de enseñanza, las etapas 1, 2 (posee de las dos actividades), 4 y 9. A través de investigaciones se ha identificado que para la construcción de conocimiento y desarrollo de competencias es necesario que el estudiante haya desarrollado los procesos cognitivos (procog) que se enmarcan en la Tabla 10. 2 (Camarena, 2000).

| PROCESO COGNITIVO | DESCRIPCIÓN DE PROCESO COGNITIVO |
|-------------------|---|
| Procog 1 | Construcción conceptual de temas y concepto de cada disciplina involucrada |
| Procog 2 | Realización de la operatividad de cada disciplina |
| Procog 3 | Manejo de procedimientos , técnicas y métodos de cada disciplina |
| Procog 4 | Identificación de los contenidos disciplinares de un evento y las conexiones entre éstos |
| Procog 5 | Tránsito del lenguaje natural al lenguaje matemático y viceversa y construcción del modelo matemático |
| Procog 6 | Interpretación de la solución matemática en términos del evento |

Tabla 10. 2: Procesos cognitivos de la matemática en contexto.

La construcción conceptual de un concepto de las ciencias, se identifica porque posee los conocimientos previos, porque puede transitar entre los diferentes registro semióticos de representación y porque en un contexto específico el alumno puede transitar del lenguaje natural al lenguaje matemático y viceversa.

Las tres fuentes de contextualización de los eventos, por su complejidad relativa a la formación previa del estudiante, establecen niveles cognitivos para ser abordados (Camarena, 2000).

- Nivel bajo: está dado por situaciones de la vida cotidiana, aunque hay situaciones que pueden llegar a un nivel alto. El punto es que esta fuente sí proporciona niveles bajos. Este nivel es idóneo para el nivel educativo básico, también denominado *primaria* en algunos países, sin embargo, se emplea en todos los niveles educativos.

- Nivel medio: se localiza en las demás ciencias que cursa el alumno en sus estudios. El nivel educativo en donde se desarrolla frecuentemente este nivel cognitivo es en *secundaria* y *bachillerato*, o nivel educativo medio, así como en el nivel universitario.
- Nivel alto: también denominado nivel complejo, proporciona contextos de la vida real en el ámbito profesional y laboral. Generalmente son aplicados en los últimos semestres de estudio del alumno, cuando tiene los conocimientos suficientes de matemática y de las demás asignaturas para enfrentar exitosamente el tipo de eventos que ofrece esta fuente.



Esquema 10. 3: Niveles cognitivos de los eventos contextualizados.

Por otro lado, se había mencionado que *la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias* (TMCC), está constituida por cinco fases, las mismas permiten mirar las problemáticas del ambiente de aprendizaje desde diferentes aristas y abordar estas problemáticas desde cada fase y desde la interacción de las fases, dando por origen un *sistema complejo*.

Con la fase curricular:

- Se identifica el papel que juega el concepto dentro de la profesión
- Se identifica cómo y con qué asignaturas se vincula el concepto matemático
- Se identifican los eventos contextualizados

Con la fase cognitiva:

- Se identifican en los alumnos las nociones previas del concepto cuando proceda
- Se identifican los obstáculos cognitivos de los estudiantes
- Se identifican los obstáculos didácticos y ontogénicos en los alumnos

Con la fase epistemológica:

- Se identifican los prerrequisitos matemáticos del concepto para establecer amarres
- Se identifican los obstáculos epistemológicos del concepto matemático
- Se identifica la génesis de la vinculación matemática-profesión, cuando proceda

Con la fase didáctica:

- Se revisa el historial del evento contextualizado
- Se realiza la validez y confiabilidad del evento cuando es nuevo
- Se va construyendo el historial del evento contextualizado
- Se aplica la estrategia didáctica de la matemática en contexto

Con la fase docente:

- Se estudia el contexto del evento
- Se solicita apoyo a los profesores de las áreas del contexto
- Se prepara con la TMCC

6. Conclusiones

Se describe brevemente la didáctica de la matemática en contexto, en el siguiente capítulo se puede ver cómo implementarla y con ello verificar que se satisfacen los propósitos para los cuales fue creada. Entre las características más importantes de la didáctica se localiza la contextualización y descontextualización, así como la transferencia del conocimiento.

La siguiente sección aborda la construcción del conocimiento y desarrollo de competencia, en donde se presentan dos de los elementos que apoyan los aprendizajes significativos, los demás ya han sido abordados. Para la didáctica de la matemática en contexto son importantes los obstáculos en el aprendizaje, punto tratado de forma breve en el libro, así como el proceso de evaluación de la construcción del conocimiento y desarrollo de competencia,

Todo el proceso desarrollado da cuenta de que se favorece la formación integral del alumno, aprendiendo a trabajar en equipos colaborativos y actuando con conciencia, además de moverse con referentes científicos y tecnológicos en la vida diaria y en los diversos ambientes sociales.

Además, con la estrategia didáctica de la matemática en contexto, se cambia el paradigma de los denominados procesos de enseñanza y aprendizaje que se centra en el profesor ante un paradigma centrado en el estudiante, éste como ser activo y el profesor como un guía para el alumno.

CAPÍTULO 11

MODELO DIDÁCTICO

MoDiMaCo

1. Introducción

Este capítulo presenta el modelo didáctico MoDiMaCo que contribuye al desarrollo de competencias profesionales y aprendizaje de la matemática, siendo un eje de trabajo de la Fase Didáctica de Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Tal como se viene mencionando, la Matemática Social trabaja en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma, no se van a formar matemáticos y se trata de construir competencias matemáticas intrínsecas a la profesión, no aisladas de ésta, sino inmersas en ella.

Con ModiMaCo se desarrollan competencias en los estudiantes, sin embargo, como ha sido mencionado, en la época de gestación de este modelo didáctico no existía esa terminología.

MoDiMaCo es un modelo que contempla tres bloques para lograr sus propósitos, uno incluye el ambiente de aprendizaje y dos son exteriores al aula, lo que permite la adaptación social del estudiante en su futura vida profesional. Éstos son:

- Primer bloque: se implementa la didáctica de la Matemática en Contexto.
- Segundo bloque: se implementa un curso extracurricular.
- Tercer bloque: se implementa un taller integral e interdisciplinario.

Para adentrarse en los bloques se describen brevemente a continuación (Camarena, 1988).

En el primer bloque se implementa la didáctica de la Matemática en Contexto en donde se le presenta al estudiante una matemática interdisciplinaria que es contextualizada en fuentes de tipo científico y social, las áreas del conocimiento de su futura profesión en estudio, en actividades de la vida cotidiana y en actividades laborales, todo ello a través de eventos contextualizados, los cuales pueden ser problemas o proyectos contextualizados, o estudios de caso (Camarena, 1988).

En el segundo bloque se implementa un curso extracurricular en donde se llevan a cabo actividades para el desarrollo de habilidades del pensamiento, habilidades metacognitivas y habilidades para aplicar heurísticas al resolver eventos contextualizados, así como actividades para enfrentar creencias negativas. Se formula como complemento a la resolución de eventos contextualizados en el ambiente de aprendizaje (Camarena, 1988).

En el tercer bloque se implementa un taller integral e interdisciplinario, en los últimos semestres de los estudios del alumno, con el objetivo de resolver eventos reales de la profesión. Esta etapa se considera como la culminación del proceso didáctico de la contextua-

lización y de una matemática social, entendida como una matemática para el ámbito social de la profesión, ya que aquí es en donde se verán reflejadas las acciones de transferencia del conocimiento fomentadas en las etapas anteriores. La implementación de este bloque, a diferencia de los anteriores, requiere de un grupo interdisciplinario de profesores que se comprometan con el proyecto. Por la complejidad que representan los eventos reales de la industria, en el taller participan estudiantes egresados en las ciencias de física y matemática, ya que se ha visto que el trabajo en equipo es más eficiente y trabajando entre pares de las mismas edades el lenguaje y la confianza son componentes favorables para la resolución de los eventos contextualizados (Camarena, 1988).

2. Bloque 1. Matemática en contexto

En un mundo globalizado las demandas de calidad en la formación de profesionales son cada vez más intensas y necesarias, su preparación para enfrentar un mundo competitivo debe incluir no sólo el conocimiento científico, sino también aspectos relacionados con actitudes y valores, puntos que las universidades, a lo largo del tiempo habían considerado responsabilidad de los niveles básicos de educación (Parica et al., 2005). En la época actual las instituciones de educación superior se han preocupado por estos aspectos humanísticos y sociales que no tomaban en cuenta en su currículo escolar, en particular en las llamadas áreas duras, pero ahora con el concepto de "competencias" cobra importancia curricular (Camarena, 2011a).

El perfil de egreso deseado de los profesionistas en relación a las competencias está definido por la demanda de desempeños en el campo profesional. A través del proyecto de investigación titulado: "La Matemática en el Contexto de las Ciencias: las competencias profesionales" (Camarena, 2004), se identificaron competencias y componentes de competencias profesionales que son demandadas en todos los campos profesionales, como las siguientes: responsabilidad, compromiso, honestidad, autoestima, actitud colaborativa, trabajo en equipo, entre otros.

La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias tiene un carácter social ya que se aboca a analizar una matemática para la vida y que sea de utilidad a la sociedad científica, técnica y civil. Además, trata de desarrollar una cultura y un pensamiento matemático para moverse de forma científica en la vida. Se quiere construir una matemática con sentido para el estudiante, que le permita su aplicación en la praxis social de la profesión, que le ayude a desarrollar competencias profesionales, laborales y para la vida.

Con la Fase Epistemológica se investiga la vinculación científica de la matemática con la formación profesional del futuro egresado en un mundo globalizado y competente a nivel mundial. Concebir formas diferentes para educar a los futuros profesionales, no implica descalificar toda la experiencia anterior. La sociedad plantea nuevas exigencias y retos a las instituciones educativas. Lo anterior origina la concepción de *competencias* en la línea de investigación de la Matemática Social, definida como: *La movilización cognitiva de las fortalezas de un profesionista para enfrentar una situación problemática, haciendo uso de la integración de todo su bagaje de conocimientos, habilidades, actitudes y valores* (Camarena, 2011a).

En la Fase Curricular se presentan las competencias profesionales obtenidas de la Etapa Consecuente de DIPCIING, a partir de lo cual se identifican actitudes y valores que son integrados a los contenidos matemáticos para construir las competencias matemáticas de la profesión.

Para enfrentar estos objetivos la didáctica de la Matemática en Contexto contempla dos ejes rectores que son la contextualización y la descontextualización. La primera desarrolla el trabajo interdisciplinario que realiza el equipo; es pertinente que los docentes de las disciplinas del contexto, que se involucran en el evento contextualizado, trabajen en equipos interdisciplinarios, porque es imposible que el docente domine todas las disciplinas de la interdisciplinariedad. La contextualización incluye espacios específicos en donde se insertan los conceptos a aprender, la descontextualización es un trabajo disciplinario con la matemática. Además, MoDiMaCo incluye varias etapas que se desarrollan en el ambiente de aprendizaje en equipos colaborativos de tres estudiantes: Líder académico, Líder emocional, Líder de trabajo.

El proceso metodológico de trabajo incluye las siguientes etapas:

- Los estudiantes resuelven un evento contextualizado, con las etapas de resolución.
- El docente introduce actividades de aprendizaje con apoyo de la tecnología en el momento que lo requieran los alumnos.
- Cuando terminan la resolución del evento contextualizado, el profesor retoma la clase para presentar el concepto o tema, descontextualizado, con la formalidad que requiera la profesión y esto se refuerza con actividades de aprendizaje.

Los eventos contextualizados tienen tres fuentes para su elaboración: las ciencias que estudia el alumno, las actividades profesionales y laborales y las situaciones de la vida cotidiana, sin embargo, no es suficiente trabajar con un evento de cada fuente. Se requiere de diferentes contextos en cada una de las tres fuentes para que el estudiante construya cognitivamente la interdisciplinariedad que brinda el modelo didáctico MoDiMaCo.

Los eventos contextualizados poseen funciones, dependiendo de éstas, es el proceso que se lleva a cabo para el diseño del mismo. Los eventos se pueden emplear para motivar al estudiante, construir conocimientos, reforzarlos o evaluarlos, introducir un tema nuevo al curso, identificar conocimientos previos, identificar obstáculos en los alumnos (didácticos, cognitivos, ontogénicos, epistemológicos, contextuales), desarrollar competencias: conocimientos, habilidades, actitudes y valores, entre otros más (Camarena, 2002b).

2. 1. RESOLUCIÓN DE LOS EVENTOS CONTEXTUALIZADOS

Las etapas de resolución de los eventos contextualizados son las siguientes.

1. Entender qué se quiere con el evento.
2. Determinar variables y constantes, identificar conceptos involucrados, determinar las relaciones entre conceptos.
3. Incluir los temas y conceptos matemáticos necesarios para el desarrollo del modelo matemático y su resolución, cuando no los tienen los alumnos.
4. Determinar el modelo matemático.
5. Dar la solución matemática.
6. Determinar la solución requerida por el evento.
7. Interpretar la solución del evento.

En general, el hablar de la *Matemática en Contexto* es desarrollar la matemática a las necesidades y ritmos que dictan los cursos propios de los estudios profesionales o técnicos (Camarena, 1993; Muro, 2002). Como ha sido mencionado, la *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias* considera a los procesos de aprendizaje y enseñanza como un

sistema en donde intervienen las cinco fases de la teoría: cognitiva, didáctica, curricular, epistemológica y docente. A través del proceso metodológico de la didáctica se va identificando la presencia de cada fase.

Para las etapas de la resolución de los eventos contextualizados, se tienen los siguientes detalles. Antes de iniciar las etapas de resolución, el docente tiene que identificar los eventos contextualizados. Ésta es una actividad de enseñanza, por ser realizada por el profesor. Aquí se debe tomar en cuenta el diseño curricular determinado por la *Fase Curricular* de la teoría. Es decir, los eventos contextualizados se identifican de la primera etapa de la metodología DIPCING y los contenidos a aprender deben ser los pertinentes para la profesión en estudio, situación que establece la *Fase Curricular*. De igual forma, la Fase Epistemológica hace presencia en este momento con los diseños contextualizados previos que se han elaborado.

Para aplicar la didáctica de la Matemática en Contexto, se forman los equipos colaborativos mencionados, de tres estudiantes: líder académico, líder emocional, y líder de trabajo, cada equipo debe funcionar con los tres tipos distintos de líderes. Para determinar qué tipo de líder es un estudiante se puede aplicar el cuestionario de Honey-Alonso, el cual identifica 4 estilos de aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático. Esta forma de clasificarlos permite asociarlos con la definición de líderes, para la conformación de equipos colaborativos, que otorga la Didáctica de la Matemática en Contexto (Camarena, 1988).

El líder emocional se asocia con el estilo de aprendizaje activo. El líder intelectual se corresponde tanto con el estilo de aprendizaje reflexivo como con el estilo de aprendizaje teórico. Mientras que el líder operativo se vincula con el estilo de aprendizaje pragmático. Para saber qué tipo de líder es, en las categorías de Honey, en cada categoría de estilo de aprendizaje el estudiante debe señalar con una equis las características que posee, luego se suma el número de equis para cada categoría de líder. La categoría que tenga el mayor número de equis indica el tipo de líder que predomina en el estudiante.

Observación: No hay que sumar las dos categorías de líder intelectual, hay que dejarlas independientes y cualquiera de las dos puede determinar el líder intelectual, será la de mayor puntaje. Deben ser tres estudiantes por equipo, si son dos tardan mucho es resolverlo, si son más de tres siempre hay alguno que no trabaja (Camarena, 2000).

Después de formados los equipos, se les menciona qué se espera de ellos.

- Que estén interesados en el problema, y si no les interesa se les pide que den otro.
- Que lo resuelvan.
- Que no lo dejen hasta que esté resuelto.
- Que cualquiera de ellos debe estar preparado para hacer una presentación.

Asimismo, se les menciona qué significa trabajar en equipo.

- Que respeten la opinión de sus compañeros.
- Que deben saber escuchar a los compañeros.
- Que si no están de acuerdo con un compañero deberán argumentarlo.
- Que se deben poner de acuerdo en cómo resolver el evento.
- Que cualquiera de ellos debe poder defender con argumentos el proceso desarrollado.

Luego el profesor les da el evento contextualizado para que lo resuelvan con las etapas de resolución. Las etapas del proceso metodológico de trabajo incluyen:

1.- Entender qué se quiere con el evento.

La actividad de enseñanza emerge, ya que el docente tendrá que formar los equipos de tres estudiantes de acuerdo a los lineamientos de la *Fase Didáctica* de la teoría y la forma de hacerlo es tomando en cuenta la *Fase Cognitiva*, en donde se ha elaborado un instrumento de identificación de líderes (líder emocional, líder intelectual y líder operativo). El docente plantea el evento a abordar por los equipos, ya sea escribiéndolo en el pizarrón, diciéndoles que lo localicen en el sitio Web de trabajo o dándoles el material que lo contiene. Los miembros de cada equipo tienen que entender de qué se trata el evento, qué es lo que tienen que hacer; deben usar diversas heurísticas para lograrlo. De hecho, en esta etapa están vislumbrando el paso del lenguaje natural al lenguaje matemático.

2.- Determinar las variables y las constantes del evento, identificar conceptos involucrados, determinar las relaciones entre conceptos.

Esta es una actividad de aprendizaje, en donde los estudiantes han de identificar las variables y constantes del evento, así como lo que es variable y constante y que se encuentra de forma implícita en el evento contextualizado. Se hace necesaria en estos momentos la actividad de enseñanza, con la concepción que establece la *Fase Docente*, el profesor como guía en el aprendizaje del alumno, el profesor observa el trabajo sobre la identificación de constantes y variables, así como la identificación de los conceptos de matemáticos y de los contextos que están presentes en el evento contextualizado. La interdisciplinariedad emerge y el apoyo de los docentes de las áreas del contexto es necesario; sobre todo para determinar las relaciones entre conceptos. En este punto los estudiantes a través de distintas representaciones del evento, como gráficas, dibujos, esquemas, etc., tratan de representar el evento para su comprensión.

A través de investigaciones en las *Fases Docente y Cognitiva*, se ha identificado que la intensidad en la guía de los docentes, en cada equipo colaborativo de trabajo de los estudiantes, está en función de la experiencia que han tenido los alumnos al trabajar con eventos contextualizados y con la construcción del conocimiento que han establecido de los conceptos involucrados en los eventos.

Después de que los estudiantes han identificado los temas y conceptos involucrados en el evento contextualizado, deberán relacionar los conceptos a través de los significados científicos y las leyes de las disciplinas involucradas para la constitución del modelo matemático, asimismo, determinar las relaciones entre conceptos. Dependiendo de la función que se ha otorgado al evento contextualizado, según la *Fase Didáctica*, será la necesidad de incluir temas y conceptos matemáticos necesarios para el diseño del modelo matemático y su solución. También dependiendo del tipo de trabajo interdisciplinario que se esté llevando a cabo en el ambiente de aprendizaje, será necesario incluir temas y conceptos de los contextos para la resolución del evento.

3.- Incluir los temas y conceptos matemáticos necesarios para el desarrollo del modelo matemático cuando no los tienen los alumnos, así como su solución,

En esta etapa, se abre un espacio para que los estudiantes lleven a cabo las actividades de aprendizaje sobre la matemática descontextualizada, esto es de los temas y conceptos matemáticos y del contexto (cuando proceda). En este punto es necesario introducir la tecnología electrónica como mediadora del aprendizaje. Al término de este espacio se regresa al trabajo de los equipos para que continúen abordando el evento contextualizado.

Cabe mencionar que estas actividades de aprendizaje se realizan tanto de forma in-

dividual como en equipo. Además, se ha identificado con la *fase cognitiva* que en los niveles educativos básicos, es más beneficioso para el alumno el trabajo en equipo que el individual, invirtiéndose la proporción según van avanzando en los ciclos educativos, hasta llegar al nivel superior en donde para el estudiante es más necesario el aprendizaje individual que en equipo, además de que esto es recomendable para que cada quien se vaya haciendo responsable de su propio aprendizaje.

4.- *Determinar el modelo matemático.*

Para la determinación del modelo matemático es importante saber qué se quiere con el evento. Hay equipos que pueden llegar rápidamente a la construcción del modelo matemático, pero esto depende del evento y de los conocimientos previos bien asentados en las estructuras cognitivas del estudiante.

Dependiendo de la complejidad del evento contextualizado, se debe tomar en cuenta la transposición contextualizada de la *Fase Epistemológica* de la teoría. En esta etapa es importante el uso de la tecnología electrónica, situación que es ponderada por el docente, dependiendo de lo que quiere que realice el estudiante.

5.- *Dar la solución matemática del evento.*

Cuando es abordado el modelo matemático, la solución matemática es posible si los estudiantes han construido su conocimiento de los temas y conceptos matemáticos involucrados. De la experiencia se ha observado que muchas veces, el trabajo en equipo permite que si algún estudiante del equipo sí sabe cómo resolver la ecuación, o el sistema de ecuaciones, o lo que represente el modelo matemático, los demás estudiantes quieren que él les explique cómo resolverlo para saber hacerlo. Es decir, con la *Matemática en Contexto*, si un estudiante del grupo tiene bien construidos los conocimientos, los demás estudiantes con su apoyo pueden aprender los procesos algorítmicos que demandan las soluciones de las relaciones que representa el modelo matemático, es más, muchos de estos estudiantes también continúan con su proceso no algorítmico de construcción del conocimiento, ya que la motivación que otorga la contextualización despierta el interés por aprender en los alumnos, esto según investigaciones de la *Fase Cognitiva* de la teoría.

De esta forma, todos los estudiantes continúan con su proceso de construcción del conocimiento involucrado en el evento, desde los diferentes niveles de construcción de conocimientos previos en los que se encuentran. Es importante mencionar la necesidad de resolver otros eventos contextualizados que involucren los conceptos a aprender, de tal forma que no sean eventos semejantes para que no se vuelva rutinaria la actividad, además de que no sería un evento contextualizado según la definición dada en la *Fase Didáctica* de la *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*.

6.- *Determinar la solución requerida por el evento.*

Es sabido, por la *Fase Epistemológica* de la teoría, que no todas las soluciones matemáticas son soluciones del evento contextualizado. Además, esta etapa establece más claramente la interdisciplinariedad del trabajo, ya que no se trata solamente de poder resolver ecuaciones y ya, sino de darles sentido y significado a éstas y al mismo tiempo a los conceptos del contexto involucrados. Esta actividad permite arraigar los conceptos del contexto a las estructuras cognitivas. Nuevamente el uso de la tecnología electrónica es importante en este punto sobre todo como elemento que apoya la metacognición.

7.- Interpretar la solución en términos del evento y disciplinas del contexto.

La interpretación de la solución determinada permite transitar del lenguaje matemático al lenguaje natural y al lenguaje de las demás ciencias del contexto. Mientras que la interpretación en sí, apoya la construcción de los conceptos del contexto. De esta forma la interdisciplinariedad juega un papel importante teniendo espacios específicos para cada disciplina involucrada y espacios para la vinculación entre éstas. Con esta etapa, en eventos contextualizados específicos de las ciencias, se contribuye a la resignificación de los conceptos del contexto como se establece en la *Fase Epistemológica* de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

2. 2. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Es necesario que después que los estudiantes hayan abordado exitosamente los eventos contextualizados, los que resuelven en el ambiente de aprendizaje y los que resuelven en las comunidades virtuales de trabajo, los cuales son generalmente problemas de la vida cotidiana, el docente retome la clase para desarrollar la teoría matemática que fundamenta el o los conceptos a enseñar, a través de actividades de aprendizaje. Esto dependerá de los tiempos didácticos programados y del tipo de contenido disciplinar con el que se trabaje, como se establece en la *Fase Didáctica* de la teoría. Es importante que el estudiante sepa que el conocimiento es universal y que puede ser aplicado para resolver eventos de otras áreas del conocimiento diferente a su área de estudio (Camarena, 1984, 1988).

Es imperante el uso de tecnología electrónica como mediadora del aprendizaje para los conceptos que considere necesarios el profesor. En esta etapa la formalidad y profundidad dependerán de los objetivos que persigue la formación general e integral del alumno en el plan de estudios de la profesión en cuestión, situación del ámbito de la *Fase Curricular* de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

Con la Matemática en Contexto, la sesión se desarrolla con el trabajo de los equipos, quienes actúan libremente. Pueden platicar y ver lo que hace otro equipo. Pueden indagar en la biblioteca sobre algo desconocido o que tengan duda. Pueden preguntar al profesor.

Los estudiantes hacen uso de la tecnología para trabajar el evento, situación que es ponderada por el profesor dependiendo del objetivo que se persigue con el evento contextualizado. Cuando el trabajo de los equipos no ha concluido al término de la sesión, el profesor pondera si continúan con el mismo evento en la siguiente sesión o continúan en el foro virtual, lo que siempre hacen con agrado. El éxito del evento contextualizado, para que los estudiantes construyan conocimientos, tiene que ver con su elección adecuada y con la guía del profesor al momento de que los mismos resuelvan el evento contextualizado.

Es necesario mencionar que las etapas se han enumerado para establecer un orden genérico, es decir, esta numeración se debe cumplir en el sentido de que no debe omitirse ninguna etapa, pero las etapas pueden presentarse en el orden que sea necesario dentro del aula, dependiendo de las necesidades de los grupos con que se está trabajando. Esto depende del tipo de obstáculos que tiene el grupo, tanto en matemática como en las áreas del contexto; de igual forma depende de su motivación y entusiasmo sobre el evento contextualizado y el trabajo en equipo, etc.

Para el diseño de actividades de aprendizaje de conocimientos nuevos, del trabajo que se tiene que realizar con la estrategia didáctica de la *Matemática en Contexto*, se establecen dos elementos importantes. El primero referido a los lineamientos para el diseño de las actividades didácticas y el segundo referente a la modelación matemática.

Para el diseño de las actividades de aprendizaje (Camarena, 2003) el profesor debe tomar en cuenta los lineamientos que se muestran en el Cuadro 11.1.

- Que el estudiante pueda transitar entre los diferentes registros de representación del concepto a ser construido.
- Que se consideren los distintos enfoques de los temas y conceptos matemáticos.
- Que se muestren analogías con conocimientos anteriores.
- Que sea explícita la vinculación con los conocimientos previos.
- Que se ayude al estudiante a superar obstáculos que posea, ya sean obstáculos cognitivos, epistemológicos, curriculares o didácticos.
- Que se use la tecnología electrónica como reforzadora o mediadora del aprendizaje.

Cuadro 11.1: Lineamientos para el diseño de actividades de aprendizaje.
Fuente: Camarena (2000)

A continuación se describen con más detalle algunos elementos sobre los lineamientos didácticos.

- *Tránsito entre los diferentes registros de representación de los conceptos matemáticos* (Duval, 1999). En la matemática se cuenta con los registros numérico, algebraico, analítico, contextual y visual, éste último incluye gráficas, diagramas, esquemas y dibujos. Investigaciones de la Matemática en el Contexto de las Ciencias han determinado que estos registros de representación se correlacionan con los estilos de aprendizaje de los estudiantes, por lo cual deben ser usados por el profesor para poder llegar a los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos.
- *Tránsito del lenguaje natural al matemático y viceversa*. Se cuenta con una categorización de eventos matemáticos contextualizados respecto a la demanda de traducción del lenguaje natural al matemático: eventos con enunciado literal, eventos con enunciado evocador y eventos con enunciado complejo (Olazábal, 2003).
- *Los enfoques de los temas y conceptos matemáticos determinados por la Fase Epistemológica*. Cada tema y concepto matemático posee varios enfoques, por ejemplo, la derivada es un cociente de diferenciales, es un límite muy particular, es la operación inversa a integrar, es una razón de cambio, es la pendiente de la recta tangente a la curva, etc. Es importante que el docente tome en cuenta los enfoques de los conceptos para enriquecer el dominio y construcción del concepto en el estudiante.
- *Habilidades heurísticas*. El desarrollo de actividades en las que se puedan aplicar diversas heurísticas ayuda al estudiante a enfrentar los eventos contextualizados. Los elementos que intervienen en la resolución de problemas (Santos, 1997; Shoenfeld, 1985): heurísticas (Polya, 1976), metacognición, creencia.
- *Habilidades metacognitivas*. En la matemática hay puntos de control de error, los cuales forman parte de la metacognición, es importante que los estudiantes los conozcan.
- *Búsqueda de analogías*. Las analogías que pueda usar el docente en clase ayudará a que el estudiante establezca los amarres a las estructuras cognitivas.

- *Identificación de conocimientos previos.* Si se conoce el nivel de construcción del conocimiento previo con que cuenta el estudiante, el docente podrá diseñar actividades de aprendizaje a partir de éstas y apoyar la construcción de conocimientos significativos en el sentido de Ausubel (1990).
- *Identificación de obstáculos.* Los obstáculos se pueden clasificar en epistemológicos en el sentido que los trata Brousseau (1983); didácticos, los que provoca el profesor; cognitivos los que están inferidos a los conocimientos previos deficientes del estudiante; ontogénicos, aquellos que son inherentes a las características física y hereditarias del estudiante; así como los contextuales que se establecen con los conocimientos deficientes en las áreas del contexto de los eventos contextualizados.
- *Conocimiento en espiral.* El conocimiento se construye paulatinamente como si fuera corriendo por una espiral y cada vez que el conocimiento se encuentra en la intersección de la espira con la línea tangencial de actividades de aprendizaje en el ámbito de acción del estudiante, se contribuye a la construcción del conocimiento de éste. Así, es importante que el docente tome en cuenta esta situación porque ello le abre el camino a estar repasando continuamente conocimientos que ya han sido tratados dentro del mismo curso o en estudios anteriores, lo cual apoya la construcción y reconstrucción del conocimiento.
- *Uso de la tecnología electrónica.* En el siglo en que vivimos la tecnología no puede esta fuera de nuestra actividad profesional. Para el caso de la docencia es necesario que se incorpore como una herramienta de apoyo al aprendizaje, como el propio ambiente de aprendizaje o como mediadora en el aprendizaje de estudiante. En general, no hay tiempo en los espacios didácticos para incursionar en actividades didácticas que aborden la reconstrucción de conocimientos de ciclos educativos anteriores, se debe incursionar en la tecnología electrónica, usar plataformas tecnológicas educativas, foros de discusión, comunidades virtuales, etc., los cuales ayudan a extender los tiempos del aula. El uso de la tecnología electrónica permite que el estudiante vaya a sus ritmos vitales, porque los tiempos cognitivos son diferentes a los tiempos didácticos. Además, le permiten retroceder o avanzar cuando quiera y trabajar cuando su tiempo de actividades se lo permita.

Para el trabajo colaborativo en equipo, es claro que no es cuestión de juntar a varias personas y que trabajen juntas (Hollander, 1982), es responsabilidad mutua el compartir habilidades y conocimientos que los profesionales de un equipo se complementan en sus perfiles hay una relación de confianza. Además, no se trata de que cada quien realice una parte de la resolución del evento contextualizado, al contrario se quiere que todos estén de acuerdo en cómo resolverlo y juntos de común acuerdo, Goffman (1970). De tal forma que cada quien pueda explicar todo el proceso que han seguido, que la tarea a desarrollar es interés del equipo (Robins, 1996). El sujeto construye sus significados cuando es congruente y coherente con sus conocimientos previos.

Otro elemento sobre los lineamientos didácticos tiene que ver con la *modelación matemática*. La construcción del conocimiento matemático está en correspondencia con la modelación matemática y el uso de la misma manifestado en el lenguaje de herramientas matemáticas y vinculación entre disciplinas. Estos elementos que caracterizan a la matemática como herramienta pueden ser identificados y aplicados por los estudiantes en su vida laboral y profesional cuando sus profesores los han favorecido durante su carrera estudiantil, tal como se ve con la Fase Didáctica de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* (Camarena, 1988, 2000).

Los cursos de matemática están vinculados con las áreas de la profesión que se encuentran estudiando, así como con problemas sociales relacionados con su profesión, lo que les

permite poder trabajar con la modelación matemática; dicho en otros términos, les permite aplicar el conocimientos en su futura actividad laboral y profesional.

La modelación matemática permite resolver los eventos contextualizados que se presentan en profesiones donde la matemática no es una meta por sí misma, es decir, en donde no se van a formar matemáticos.

Así, la modelación matemática aborda eventos reales, de la vida cotidiana o de la práctica profesional, para apoyar decisiones (Mochón, 1997), predecir situaciones en el ámbito profesional ya sea de las ciencias llamadas duras, en las sociales, económicas o humanísticas.

En el proceso de resolución de eventos contextualizados para la modelación matemática los estudiantes tiene que ver relaciones entre los conceptos implícitos y explícitos, deben explorar diversas formas de representar el evento y con ello, diversas formas de representarlas matemáticamente y manipular las expresiones con habilidades de mecanización.

3. Bloque 2. Curso extracurricular

En el segundo bloque se implementa un curso extracurricular. Se formula a partir de la necesidad de desarrollar en los estudiantes habilidades y actitudes específicas para abordar los eventos contextualizados. Estas habilidades y actitudes versan en relación al desarrollo de habilidades del pensamiento, aplicar heurísticas, desarrollar la metacognición y enfrentar creencias negativas para contar con actitudes positivas hacia la resolución de los eventos contextualizados y el trabajo en equipo (Camarena, 1984, 1988, 2000).

3.1. HEURÍSTICAS

Las estrategias para abordar un problema en las diferentes partes del proceso de la resolución se les denomina heurísticas. El padre de las heurísticas fue George Polya (1976) quien a través de preguntas, guía la resolución de problemas; Polya fue un matemático a quien le planteaban problemas de otras áreas del conocimiento para que resolviera matemáticamente, al mirar la problemática que representaba la matematización y al ser una persona didáctica por naturaleza, le interesaba que sus alumnos también pudieran resolver problemas por lo que escribe su famoso libro titulado: "Cómo plantear y resolver problemas", en donde desde las primeras páginas da una guía en forma de preguntas para cada una de las etapas por las que el estudiante tiene que pasar en la resolución de un problema:

¿Con qué cuento?

¿Qué me preguntan?

¿Qué tipo de datos tengo?

¿Tengo condicionantes?

¿Cuáles son variables en mi problema y cuáles son constantes?

¿Se podrá ver para casos particulares y después resolverlo para cualquier caso?

¿Qué problema que ya he resuelto se parece a éste?

- ¿Cuál es la generalización del problema para ver si es más fácil de abordar?
- ¿Qué analogías, semejanzas puedo encontrar con otros problemas?
- ¿Puedo plantearlo de forma diferente para poder abordarlo?
- Y otras.

Es claro que las habilidades del pensamiento entran en juego en este proceso: observación, identificación, comparación, clasificación, jerarquización, asociación, inducción, deducción, síntesis, etc. Así como las habilidades para aplicar heurísticas.

Una de las actividades de aprendizaje para este punto está en función del planteamiento de eventos simples que den origen al uso de diversas heurísticas para cada etapa de la resolución de los eventos contextualizados.

Otra actividad puede darse mediante alguna tarea y pedirle al estudiante que la aborde al menos de tres formas diferentes. Como puede apreciarse, la creatividad es un elemento importante para abordar eventos contextualizados, ya que los procesos de resolución no son únicos (Camarena, 2003a).

3. 2. METACOGNICIÓN

Hay otro factor más que está presente cuando se resuelven problemas y es denominado metacognición. Tanto Nickerson (1994), De Bono (1997), Santos (1997) y Herrera et al. (2003) han trabajado en la metacognición. Los dos primeros como parte de la formación de un individuo, sin importar su área de estudio, mientras que el tercero, Santos, se aboca a la educación matemática y los de la cuarta referencia se dedican a la metacognición en las Ciencias en Contexto.

La metacognición es aquella parte interna del individuo que le hace ser consciente de su propio conocimiento, de sus procesos, de saber si tiene o no todos los elementos cognitivos cuando resuelve un problema, de saber si el conocimiento que tiene es útil para resolver un evento contextualizado o no, si tiene que ir a buscar en libros o consultar personas, etc. También la metacognición está presente cuando el individuo va y verifica si el resultado obtenido satisface o no el evento planteado.

Cuando se está en el proceso de resolución de un problema la metacognición es el elemento que se encarga de que el individuo se pregunte a sí mismo si va por buen camino o si se ha equivocado, es decir, hace que busque contradicciones, incongruencias o elementos que le den la pauta para decir que sí va bien, en la *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias* a estos puntos se le denominan "puntos de control de error".

Las actividades didácticas que elabore el docente para el desarrollo de la metacognición en los alumnos, pueden insertarlas en cualquier ámbito, ya que este es un elemento que ayuda a la formación integral del estudiante sin importar la ciencia con la que esté trabajando; además, la metacognición la requiere usar en su vida diaria y en la futura actividad profesional y laboral, para contribuir a la auto trascendencia del individuo.

3. 3. HABILIDADES DEL PENSAMIENTO

Las habilidades generales del pensamiento ayudan al entendimiento de las ciencias y a su vez las ciencias ayudan a desarrollar las habilidades del pensamiento en la persona que las

estudia. Las habilidades del pensamiento se clasifican en básicas y de orden superior (Nickerson, 1994).

Entre las habilidades básicas se encuentran: la observación, la identificación, la comparación, la clasificación, la jerarquización, la asociación, la inducción, la deducción, la síntesis, la memoria, etc. Las habilidades más sobresalientes de orden superior son: la creatividad, el razonamiento lógico, el razonamiento crítico, el razonamiento analítico, etc.

Las habilidades del pensamiento son necesarias para cualquier actividad que se quiera desarrollar con destreza. Tal es el caso que son habilidades que oficialmente están incluidas en los programas de estudio desde el nivel preescolar. El punto es que no todos los estudiantes las han desarrollado completamente, razón por la cual es necesario retomarlas en el nivel medio superior y nivel superior. Por ser habilidades tan genéricas para el individuo, afortunadamente, hay muchos juegos y actividades que ayudan a su desarrollo. Es claro que las habilidades del pensamiento que se han descrito entran en juego en el proceso de resolución de eventos, pero también están presentes en este proceso las habilidades para aplicar heurísticas, así como habilidades metacognitivas, todas ellas apoyando la transferencia del conocimiento.

3. 4. CREENCIAS

Las creencias son un factor que puede actuar de forma positiva o negativa en el alumno. De hecho, los alumnos, al igual que cualquier persona poseen creencias negativas y creencias positivas acerca de objetos, procesos, conceptos, etc., siendo creencias negativas las que los bloquean para actuar de forma eficiente y las creencias positivas al contrario, ayudan a que la persona sea segura de sí misma y pueda resolver eventos de forma eficiente.

Las creencias negativas para abordar eventos contextualizados se identifican desde el momento en que ni siquiera ha terminado de leer el evento el estudiante y menciona que es difícil, entre otros comentarios. Se ha identificado que este tipo de creencias están correlacionadas con la autoestima que el alumno tiene de sí mismo. Por lo que es importante apoyar la autoestima para ir bloqueando las creencias negativas que impiden que sea eficiente al abordar los eventos contextualizados. Luego, en particular en esta característica humana se observa la necesidad del trabajo interdisciplinario con docentes de las áreas psicológicas.

Es menester mencionar que los cursos extracurriculares toman un semestre como tiempo de implementación, dando muestras de su éxito a través de los resultados de los estudiantes en donde su aprovechamiento escolar se encuentra favorecido y la motivación hacia los estudios de la profesión se han incrementado.

También es importante comentar que este bloque ha tenido que incluirse como extracurricular, porque las habilidades y actitudes que aborda el curso, en general, no han sido desarrolladas en los estudiantes. Si los docentes de todas las asignaturas que cursa el estudiante trabajaran sobre estos temas, porque son necesarios para la formación integral del alumno, no sería necesario incluirlo como algo adicional. Es más, del análisis curricular por competencias que se ha trabajado en la Fase Curricular de la teoría, se sabe que los modelos curriculares por competencias deben incluir, en cada asignatura o módulo, estos elementos para la formación integral del estudiante (Camarena, 1988).

4. Bloque 3. Taller integral

En el tercer bloque se implementa un taller integral e interdisciplinario con el objetivo de resolver eventos reales de la industria. Este Bloque se considera como la culminación del proceso didáctico de la *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*, ya que aquí es donde se fortalecerán y verán reflejadas las acciones de transferencia del conocimiento fomentadas en los bloques anteriores, la adaptación al trabajo en equipo interdisciplinario, la formación integral y el desarrollo de las competencias profesionales y laborales (Camarena, 1988).

La implementación de este bloque, a diferencia de los anteriores, requiere de un grupo interdisciplinario de profesores que se comprometan con el proyecto. Por la complejidad que representan los eventos reales de la industria, en el taller participan estudiantes egresados en las ciencias de física y matemática, asimismo, por la eficacia del trabajo en equipo, participan estudiantes de la profesión, ya que trabajando entre pares el lenguaje y la confianza son componentes favorables para la resolución de los eventos contextualizados.

Conceptualizar formas diferentes para educar a los futuros profesionales, no significa descalificar toda la experiencia anterior. Los cambios son necesarios ante una sociedad que plantea nuevas exigencias y retos a las instituciones educativas. En general, la propuesta de las competencias matemáticas de la profesión integradas constituye un modelo que permite incorporar las actuales demandas laborales sin descuidar la formación integral de los estudiantes en los ámbitos humano, profesional y disciplinar. En ese sentido, la educación basada en competencias enriquece y retroalimenta considerablemente el currículo de la profesión sin contradecirlos de fondo; por el contrario, puede constituirse en una propuesta de formación profesional más actualizada y de mayor calidad.

Cabe hacer mención que el modelo didáctico se ha aplicado con resultados prometedores de una formación en competencias matemáticas de la profesión. Asimismo, a través de investigaciones también se ha encontrado que el uso de diversos contextos, favorece el desarrollo de competencias, por otro lado el sujeto construye sus significados cuando es congruente y coherente con sus conocimientos previos (Camarena, 1988).

5. Conclusiones

Con la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* el estudiante tiende a hacerse responsable de su propio aprendizaje generándose habilidades para la autonomía en el aprendizaje y trabajo en equipo. Con la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* se cambia el paradigma educativo que se centra en el profesor ante un paradigma centrado en el estudiante, donde el alumno construye su conocimiento, sin embargo, el profesor sigue siendo un guía para el alumno.

El modelo didáctico MODiMaCo al poseer tres bloques permite que el estudiante construya su conocimiento matemático, así, como que desarrolle competencias matemáticas de la profesión.

En el primer bloque desde la didáctica de la Matemática en Contexto se le presenta al estudiante una matemática interdisciplinaria que es contextualizada en fuentes de tipo científico y social, las áreas del conocimiento de su futura profesión en estudio, en actividades de la vida cotidiana y en actividades laborales, todo ello a través de eventos contextualizados.

En el segundo bloque se ofrece un curso extracurricular en donde se llevan a cabo actividades para el desarrollo de habilidades del pensamiento, habilidades metacognitivas y habilidades para aplicar heurísticas al resolver eventos contextualizados, así como actividades para enfrentar creencias negativas.

El tercer bloque se dedica a un taller integral e interdisciplinario, en los últimos semestres de los estudios del alumno, con el objetivo de resolver eventos reales de la industria.

La didáctica de la Matemática en Contexto, así como la interdisciplinariedad, dan una visión concreta de que el docente que actúa necesita realizar investigación educativa, que le sirva en su actividad laboral para elevar la calidad académica de la educación, porque la docencia y la investigación educativa van de la mano.

BIBLIOGRAFÍA

- Accostupa, Juan (2009). *Propuesta didáctica para las funciones sinusoidales de la forma $f(x)=A+B\text{Sen}(Cx+D)$ en el contexto de los circuitos eléctricos del área de la Ingeniería*. Tesis de Magister en Enseñanza de las Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Acier, Roberto (2018). *Nómadas y sedentarios*. Publicado en el Periódico Anarquista "Tierra y Libertad" Recuperado en octubre de 2017 de <https://www.portaloaca.com/historia/12324-nomadas-o-sedentarios.html>
- Adell, Jordi (2006). *Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información*. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, Núm 7.
- Alles, Martha (2008) *Desarrollo del talento humano basado en competencias*. Buenos Aires. Editorial Gránica.
- Alonso, Martin (1982). *Ciencia del lenguaje y arte del estilo, teoría y sinopsis*. Madrid. Editorial Aguilar.
- Angulo Marcial, Noel (2004). *De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento: más que un glosario*. Materiales para la Reforma. Talleres gráficos de la Dirección de Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional.
- Arnold, Marcelo y Osorio, Francisco (1998). *Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas*. Cinta Moebio 3. Revista de Epistemología y Ciencias Sociales de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile.
- Astin, Alexander y Panno, Robert (1983). *La evaluación de programas educativos*. México. Editorial UNAM.
- Ausubel, David Paul, Novak, Joseph D. y Hanesian, Helen (1990). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. México. Editorial Trillas.
- Bachelard, Gastón (1971). *Epistemología*. Barcelona. Editorial Anagrama.
- Bachelard, Gastón (1973). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires. Editorial Siglo Veintiuno Editores.
- Banco Mundial (2008) (BM). Recuperado en abril 2008 de <http://www.bancomundial.org/>
- Bautista Ramirez, José; Rincón Torres, Juan; Camargo Mayorga, David (2013). *Un análisis de los profesionales en Economía de la Universidad Militar Nueva Granada*. Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, Vol. XXI, Núm. 1, Colombia.
- Bautista Vallejo, José (2009). *Actitudes y valores: precisiones conceptuales para el trabajo didáctico*. Recuperado en octubre de 2009, de <http://www.peremarques.pangea.org/dioe/bautistaactitudes.doc>
- Berdichewsky, Bernardo (2002). *Antropología social: Introducción una visión global de la humanidad*. Santiago de Chile. Editorial LOM.
- Berger, Peter y Luckmann, Thomas (1979). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires. Editorial Amorrortu
- Bernardino, Elizabeth y Fernández Santos, Marieta (2014). *Formación de competencias para el gerenciamiento de enfermería*. Revista Cogitare Enfermagem Vol. 19 Núm. 2. Universidade Federal do Paraná Curitiba - Paraná, Brasil.

- Bertalanffy, Ludwing von (1972). *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas*. Nueva York: Wiley.
- Bianchini, Bárbara Lutaif, Lima, Gabriel Loreiro y Gomes, Eloiza (2019). *Linear algebra in engineering: an analysis of Latin American studies*. ZDM Mathematics Education 51. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01081-5>
- Bianchini, Bárbara Lutaif, Lima, Gabriel Loreiro, Gomes, Eloiza y Nomura, Joelma Iamac. (2017). *Competências matemáticas: perspectivas da SEFI e da MCC*. Educação Matemática Pesquisa, Vol.19, Núm.1, <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i1>.
- Black, James A. y Champion, Dean J. (1976). *Methods and issues in social research*. New York. Editorial John Wiley & Sons.
- Blalock, Hubert M. (1985). *Causal Models in the social sciences*. Chicago. Aldine Pub.
- Blando Chávez, Macarena y Arjona Gordillo, Martha Edith. (2001). *Diseño Instruccional, elemento clave en el desarrollo de cursos para Ambientes Virtuales de Aprendizaje*. México. Dirección de Tecnología Educativa-IPN.
- Bloom, Benjamin; Hastings, Thomas y Madaus, George (1956). *Evaluación del aprendizaje*. Buenos Aires. Editorial Troquel.
- Bobes, María del Carmen (1973). *La semiótica como teoría lingüística*. Madrid. Editorial Gredos.
- Brousseau, Guy (1983). *Obstacle sépistémologiques de la didactique des mathématiques*. Montreal. Recherches en didactique des mathématiques, 7 (2).
- Brousseau, Guy (1994). *Vingt ans de didactique des mathématiques en france. Hommage a Guy Brousseau et Gérard Vergnaud*. Montreal. Recherches en didactique des mathématiques.
- Bunge, Mario (1975). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires. Editorial Siglo XXI.
- Bunk, Gerhard (1994). *La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales*. Revista Europea CEDEFOP No. 1.
- Calderón, María Soledad (2012). *Competencias genéricas en enfermeras/os tituladas/os de la Universidad Arturo Pratt*. Sede Victoria. Chile. Revista Ciencia y Enfermería, Vol. 18 Núm. 1.
- Camarena Gallardo, Patricia (1987). *Diseño de un curso de ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos*. Editorial ESIME-IPN, México.
- (1988). Reporte de investigación: *Propuesta curricular para la Academia de Matemáticas de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN*. Sin número de registro, ganador del premio a la investigación Educativa del IPN. Editorial ESIME-IPN, México.
 - (1991). *La formación integral de los egresados del nivel superior y la matemática*. Memorias del IV Encuentro Nacional de Egresados de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN, México.
 - (1992). *Lineamientos curriculares y de actualización docente en ingeniería*. Resúmenes de la 7ª Conferencia Científica de Ingeniería y Arquitectura, Cuba.
 - (1993). *Curso de análisis de Fourier en el contexto del análisis de señales eléctricas*, Editorial ESIME-IPN, México.
 - (1994). *Una experiencia sobre un modelo de actualización docente para ingeniería*. Memorias de la 8va Conferencia Científica de Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba.
 - (1995). Reporte de proyecto de investigación: *El problema cognitivo de las funciones generalizadas y sus transformadas de Fourier y Laplace*. No. de registro DEPI-IPN: 953737, desarrollado de 1995 a 1998. Editorial ESIME-IPN, México.
 - (1999). Reporte de proyecto de investigación: *Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería*. No. de registro: CGPI-IPN: 990413. Editorial ESIME-IPN, México.
 - (1999b). *Hacia la integración del conocimiento: Matemáticas e ingeniería*. Memorias del 2º Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas, México.
 - (2000). *La Matemática en el Contexto de las Ciencias: Modelo Didáctico*. Documento de trabajo de la Red Internacional de Investigación MaCoCiencias. Editorial ESIME-IPN, México.
 - (2001). *Las Funciones Generalizadas en Ingeniería, construcción de una alternativa didáctica*. Colección Biblioteca de la Educación Superior, Series Investigación, Editorial

- ANUIES, México.
- (2002a). *Constructos teóricos de la metodología DIPACING en el área de la matemática*. Memorias del Tercer Encuentro de investigación educativa, IPN, México
 - (2002b). *Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería*. Revista: Innovación Educativa, Vol. 2, Núm. 10, primera parte y Núm. 11, segunda parte.
 - (2003). *La matemática en contexto y la resolución de problemas*. Revista Innovación Educativa, Vol. 3, No. 17.
 - (2004). Reporte de proyecto de investigación: *La matemática en el contexto de las ciencias: las competencias profesionales*. No. de registro: CGPI-IPN: 20040434. Editorial ESIME-IPN, México.
 - (2006a). *La formación de los profesores ante la educación en el siglo XXI*. Memorias del Programa de Formación y Actualización de profesores de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
 - (2006b). Reporte de proyecto de investigación : *La matemática formal en la modelación matemática*. No. de registro SIP-IPN: 20061457. Editorial ESIME-IPN, México.
 - (2008). *Mathematical models in the context of sciences*. Proceedings from Topic Study Group 21 at the 11th International Congress on Mathematical Education.
 - (2009a). Reporte de Programa de investigación: *Competencias Matemáticas: Marcos Teóricos y Metodologías*. No. de registro: SIP-IPN: 558. Editorial ESIME-IPN, México.
 - (2009b). Reporte del proyecto de investigación : *Procesos metodológicos que identifican competencias matemáticas*. No. de registro SIP-IPN: 20090244. Editorial ESIME-IPN.
 - (2011a). *Concepción de competencias de las ciencias básicas en el nivel universitario*. Capítulo IV del libro: *Competencias y Educación: Miradas múltiples de una relación*. Barraza M. A. y Jaik D. A. Editores. Red de Investigadores Educativos (REDIE) de Durango, México.
 - (2011b). Reporte de proyecto de investigación: *Fundamentos teóricos de las Ciencias en Contexto*. No. de registro: SIP-IPN: 20110229. Editorial ESIME-IPN, México.
 - (2012a). *Epistemología de las impedancias complejas en ingeniería*. Revista Innovación Educativa Vol. 12, Núm. 58.
 - (2012b). *La modelación Matemática en la Formación del Ingeniero*. Revista Brasileira de Ensino Ciência e Tecnologia, Vol. 5, Núm.3., pp. 1-10.
 - (2013a). *El conocimiento de las ciencias básicas en profesores de ingeniería*. Capítulo 8 del libro: *Formación docente: Un análisis desde la práctica*. Coordinadores. Carrillo A. J., Ontiveros H. V. y Ceceña T. P. pp. 212-249, Red Durango de Investigadores Educativos.
 - (2013b). *A 30 años de la teoría educativa "Matemática en el contexto de las ciencias"*, Revista Innovación Educativa, Vol. 13, Núm. 62.
 - (2014). *Un modelo para el diseño de material computacional interactivo*. Revista Iberoamericana de Informática Educativa, Núm. 19, de la Asociación para el desarrollo de la Informática Educativa (ADIE), España.
 - (2015). *Teoría de las Ciencias en Contexto y su relación con las Competencias*. Revista Ingenium, Vol. 16, Núm. 31, Colombia.
 - (2016a). *Competencias matemáticas en profesiones y la Matemática Social*. Memorias del VI Seminario de Matemática Educativa, fundamentos de matemática universitaria, de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
 - (2016b). *La Matemática Social*. Revista CONVERSUS, Núm. 118: Mujeres de Ciencia.
 - (2016c). Reporte de proyecto de investigación: *Vinculación Epistemológica entre Matemática Social y Ciencias en Contexto*. No. de registro: SIP-IPN: 20160925. México. Editorial ESIME-IPN.
 - (2017). *Didáctica de la Matemática en Contexto*. Revista Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, Vol. 19, Núm. 2.
 - (2018). *Formación por competencias en las ciencias básicas de la ingeniería*. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Vol. 11, Núm. 2.
- Camarena Gallardo, Patricia y Flores Allier, Irma Patricia (2012). *La interdisciplinariedad: nivel superior*. Colección: Experiencias de investigación. Tomo III: Procesos de enseñanza

- y aprendizaje: estudios en el ámbito de la educación media superior y superior. Coordinadores: Gutiérrez R. D., Ceniceros D. C., Monárrez V. H.
- Cambridge Dictionary (2020). Recuperado en marzo de 2020 de https://www.dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/____/
- Camps, Victoria (1993). *Virtudes Públicas*. Madrid. Editorial Espasa Calpe.
- Carrera, Beatriz y Mazzarella, Clemen (2001). *Vygotsky, enfoque sociocultural*. Revista Educere, Vol. 5, Núm. 13, 2001.
- Carvalho, Vilma (2003). *Sobre construtos epistemológicos nas ciências – uma contribuição para a enfermagem*. Revista Latino-am Enfermagem, Vol. 11, Núm. 4.
- Castro Solano, Alejandro (2004). *Las competencias profesionales del psicólogo y las necesidades de perfiles profesionales en los diferentes ámbitos laborales*. Revista Interdisciplinaria, Vol. 21, Núm. 2.
- Cataño, Ana; Avolio, Susana y Sladogna, Mónica (2004). *Competencia laboral, diseño curricular basado en normas de competencia laboral*. Buenos Aires. Editorial del Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cázares Aponte, Leslie (2011). *Estrategias educativas para fomentar competencias*. México. Editorial Trillas.
- Chevallard, Yves (1991). *La transposición didáctica, del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires. Aique Grupo Editor S. A.
- Choppelo, Bárbara (2009). Recuperado en octubre de 2009, de <http://www.psicopedagogia.com/definicion/actitudes>
- CIEES (2007). Recuperado en junio de 2007, de <http://www.ciees.edu.mx/>
- Coll, César y Monereo, Caries (2008). *Psicología de la educación virtual*. Madrid. Ediciones Morata.
- College Dictionary (2002). Webster's New World, Wiley Publishing, Inc.
- Competencias laborales e ISO (2007). Recuperado en agosto de 2007 de <http://www.monografias.com/trabajos14/competencialaborales/>
- CONACYT (2007). Recuperado en junio de 2007, de www.conacyt.mx
- CONOCER (2008). Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales. Recuperado en octubre de 2008, de <http://www.ilo.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/ifp/conocer/index.ht>
- Definicion.de (2012). Recuperado en 2012 de la página Web https://definicion.de/____/
- Definicion.de (2018). Recuperado en 2018 de la página Web https://definicion.de/____/
- Definicion.de (2020). Recuperado en 2020 de la página Web https://definicion.de/____/
- Delors, Jaques (1996). *La Educación Encierra un Tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. Capítulo 4. Los cuatro pilares de la educación. Santilla Ediciones UNESCO.
- Delval, Juan (1994). Recuperado en octubre de 2009, de <http://www.educarparacrear.org/>
- Díaz Barriga, Ángel (1988). *Didáctica y currículo*. México. Editorial Nuevaomar.
- Díaz Barriga, Ángel (1990). *Ensayos sobre la problemática curricular*. Cursos básicos para la formación de profesores. México. Editorial Trillas.
- Diccionario de Filosofía (2018). Recuperado de la página Web: <http://www.filosofia.org/urss.htm>
- Diccionario de la Lengua Española (2019). Real Academia Española. Editorial Espasa Calpe, S. A.
- Duval, Raimond (1999). *Semiósis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Instituto de Educación y Pedagogía. Santiago de Calí. Grupo de Educación Matemática.
- Dweck, Carol y Elliot, Elaine (1983). Achievement motivation. En E.M. Hetherington (Ed.), *Socialization, personality and social development*. New York: Wiley
- Echeverría, Benito; Isus Barado, Sofía y Sarasola Ituarte, Lander (1999). *Orientación Profesional*. Editorial UOC, S. L. Recuperado en octubre de 2008, de <http://www.agapea.com/libros>
- Eiser, Richard (1989). *Psicología Social*. España. Editorial Pirámide.

- Eisner, Elliot Wayne (1971). *Cómo preparar la Reforma del Currículo*. Biblioteca Nuevas Orientaciones de la Educación. Editorial El Ateneo.
- Fourez, Gerard (1994). *La construcción del conocimiento científico*. España. Editorial Narcea.
- García, Martha Leticia y Camarena G. P. (2007). *La tecnología como herramienta cognitiva en la matemática contextualizada*. Memorias del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa. México.
- Gibbs, Jack (1972). *Sociological theory construction*. Hinsdale, Ill: Dryden Press.
- Gimeno Sacristán, José (2002). *El currículum una reflexión sobre la práctica*. Madrid. Editorial Morata.
- Glazman, Raquel e Ibarrola, María (1983). *Diseño de planes de estudio: Modelo y realidad*. Cuadernos de investigación educativa. México. Editorial DIE-CINVESTAV-IPN.
- Goffman, Erving (1970). *Ritual de la interacción. Ensayos sobre el comportamiento cara a cara*. Buenos Aires. Editorial Tiempo Contemporáneo.
- Gomes, Eloiza; Bianchini, Bárbara Lataif; Lima, Gabriel Loreiro y Nomura, Joelma Iamac (2017). *Competências a serem desenvolvidas pelos professores de matemática dos cursos de Engenharia: primeiras reflexões*. Anais. Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática (CIBEM). Madrid, Espanha.
- Gomes, Eloiza; Lima, Gabriel Loreiro; Bianchini, Bárbara Lataif; Rocha, K. B. y Bolelli, P. M. (2019). Evento Contextualizado: estudo de um problema da Engenharia Civil para o ensino de Matemática. *Anais XV Conferencia Interamericana de Educación Matemática*. Medellín, Colômbia: Comité Interamericano de Educación Matemática.
- Gómez Guerra, Susana (2014). *Criterios para diferenciar la Sociología de la Antropología social, la Psicología social y otras ciencias sociales*. Blog de Sociología y Actualidad. Recuperado en febrero de 2017 de <https://sociologos.com>.
- González, Nahuelquin (2015). *Competencias profesionales en enfermeras que desempeñan su labor en una unidad de cuidados intensivos*. Revista. iberoamericana de Educación, investigación y Enfermería. Vol. 5 Núm. 1.
- Guevara, Gilberto (1976). *El diseño curricular*. México. Editorial de la Universidad Autónoma Metropolitana,.
- Hernández Rodríguez, Marco Antonio (2009). *Las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer y segundo orden en el contexto del movimiento uniforme*. Tesis de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa del Instituto Politécnico Nacional, México.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, María del Pilar (2002). *Metodología de la investigación*. Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández, Ulises (2002). *La educación profesional basada en competencias*. El concepto de competencia. I: una mirada interdisciplinar, J. H. editor.
- Holanda, Flávia; Castignari, Celina; Kowal, Olm (2014). *Construcción de matriz de competencia profesional en enfermeros de urgencia*. Acta Paul Enfermería Vol. 27 Núm. 4.
- Ibáñez Martín, José Antonio y Stanley Peters, Richard (1991). *Filosofía de la educación hoy: Conceptos, Autores y Temas*. Editorial Dykinson.
- Ibarrola, María (2014). *Una nueva educación para América Latina en el siglo XXI: desafío, tensiones y dilemas*. Colección: Temas de hoy en la educación superior, Núm. 030. Editorial ANUIES.
- Jiménez, Juan Carlos (2008). *El Valor de los valores en las organizaciones*. Ediciones de COGRAF. Recuperado en octubre de 2009, de <http://www.elvalordelosvalores.com/definicion/index.html>.
- Kerlinger, Fred y Lee, Howard (2002). *Investigación del comportamiento: métodos de investigación en ciencias sociales*. Editorial Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- Kunh, Thomas (1975). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Lave, Jean y Wenger, Etienne (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press

- Lima, Gabriel Loreiro; Bianchini, Bárbara Lutaif y Gomes, Eloiza (2016). *Dipping: uma metodologia para o planejamento ou redirecionamento de programas de ensino de Matemática em cursos de Engenharia*. Anais XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Natal, Rio Grande do Norte/Brasil: Associação Brasileira de Educação em Engenharia.
- Lima, Gabriel Loreiro; Bianchini, Bárbara Lutaif; Gomes, Eloiza y Philot, J. M. (2019). *O Modelo Didático da Matemática em Contexto como possibilidade para um ensino de Matemática consonante às novas Diretrizes Curriculares Nacionais*. Anais. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE). Fortaleza-CE, Brasil, 2019. Recuperado el 27 de marzo de 2020, de http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php
- Lima, Gabriel Loreiro; Velloso Nobre, Ana Maria; Viera, L. R. Z.; Rodriguez Miguel; Maria Ines y Coelho, Deisy (2016). *Vinculação entre as disciplinas matemáticas e as não matemáticas na Engenharia Elétrica*. Anais. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE). Natal-RN, Brasil.
- Lindgren, Henry (1972). *Introducción a la psicología social*. México. Editorial Trillas.
- Little, Brenda; Braun, Edith y Tang, Win-Yee (2008). *Competences possessed and required by European graduates*. London: Centre for Higher Education Research and Information, The Open University.
- Martínez Marín, Andrés y Ríos Rojas, Franci (2006). *Los Conceptos de Conocimiento, Epistemología y Paradigma, como Base Diferencial en la Orientación Metodológica del Trabajo de Grado*. Cinta Moebio 25, Revista de Epistemología y Ciencias Sociales de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile
- Martins Paiva, Kely y Sntos, Junior Welinton (2012). *Competencias profesionales de enfermeras y su gestión en un hospital privado*. Revista Brasileña de Enfermería Vol. 65 Núm. 6. Moriello S. A. (2003). Red Científica de Argentina. Recuperado en octubre de 2008 de <http://www.redcientifica.com/>
- Maslow, Abraham H. (1991). *Motivación y Personalidad*. Madrid. Editorial Díaz Santos.
- Mercer, Neil y Howe, Christine (2012). Explaining the dialogic processes of teaching and learning: The value and potential of sociocultural theory. *Learning, Culture and Social Interaction, Vol. 1*.
- Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa (2020). Recuperado en marzo de 2020 de https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/____/
- Moreira, Marco Antonio (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid. Editorial Visor.
- Morín, Edgar (1984). *O problema epistemológico da complexidade*. Publicaciones Europa-América
- Muchnik, Eva y Seidman, Susana (1983). *La Noción de actitud*. Ficha de Cátedra de psicología social. Recuperado en octubre de 2009, de <http://www.espaciologopedico.com/recursos/glosariodet.php?id=132>
- Muro Urista, Claudia y Camarena Gallardo, Patricia; Flores Macias, Rosa (2007). *Concepciones matemáticas en la modelación de un proceso físico*. Educación Matemática, Vol. 19, núm. 3.
- Ndjatchi, Mbe Koua Christohe (2019). *La tecnología en eventos contextualizados para la construcción del conocimiento de números complejos en ingeniería*. Revista de la escuela de ciencias de la educación. Vol. 2, Núm. 14. México
- Neira Fernández, Verónica (2012). *Modelación de problemas contextualizados usando sistemas de ecuaciones lineales con dos variables: basado en el enfoque de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*. Tesis de Magister en Enseñanza de las Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Nickerson, Raymond; Perkins, David, y Smith, Edward, *Enseñar a pensar, aspectos de la aptitud intelectual*, México, 1994, Paidós MEC.
- Noro, Jorge Eduardo (2009). *Actitudes y valores puerta de entrada a una nueva escuela significativa*. Revista Iberoamericana de Educación. Recuperado en octubre de 2009, de

- <http://www.rieoei.org/deloslectores/576Noro.PDF>
- Ocampo Botello, Fabiola; Camarena Gallardo, Patricia y De Luna Caballero, Roberto (2011). *Los desafíos de las instituciones de educación superior de México en la sociedad del conocimiento*. Revista Innovación Educativa, Vol. 11, Núm. 57.
- Olazábal, Ana María (2004). *Categorías en la traducción del lenguaje natural al algebraico de la matemática en contexto*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2006) (UNESCO). Recuperado en noviembre 2006 de <http://portal.unesco.org/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2008) (OCDE). Recuperado en marzo 2008 de <http://www.oecd.org/>
- Ortiz B. Alejandra; Camarena Gallardo, Patricia; Vera Ch. Yolanda y Zavala H. Carlos (2006). *Modelo Académico para Modalidades Educativas Alternativas: Marco Teórico*. Tomo II, Vol. I. Colección de Libros de Modalidades Educativas Alternativas. Dirección de Publicaciones del IPN.
- Padilla, Juan (2004). *La tutoría académica y la calidad de la educación*. México. Universidad de Guadalajara. Recuperado en abril de 2019 de <http://148.202.105.12/tutoria/pdf/C2.pdf>
- Pantseva, E. Yu. (2014). *Mathematical culture - an aspect of professional culture*. Scientific Methodical Electronic Journal Concept, 2014, T. 20. Recuperado en marzo de 2020, de <https://e-koncept.ru/2014/54563.htm>
- Parica Ramos, Amarilis Taina; Bruno Liendo, Fredy Jesús y Abancín Ospina, Ramón Antonio (2005). *Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky y comparación con la teoría de Jean Piaget*. Recuperado en enero de 2013 de <http://constructivismos.blogspot.mx/2005/06/teoria-del-constructivismo-social>.
- Passet, René (1983). *Valeurs, et identité dans une société donnée. Journées de Perfectionnement: Valeurs, identité et pratiques infirmières*. Paris. Centre Chrétien des professions de Santé.
- Pérez Porto Julián y Merino, María (2013). Recuperado de la página Web https://definicion.de/____/
- Pérez Pérez, Maribel (2012). *Teoría, diseño y evaluación curricular*. Sistema de Universidad Virtual de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Perkins, David (1992). *La escuela inteligente: Del adiestramiento, de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona. Editorial Gedisa.
- Piaget, Jean (1991). *Introducción a la epistemología genética: El pensamiento matemático*. Buenos Aires. Editorial Paidós, Psicología Evolutiva.
- Polya, George (1976) *Cómo plantear y resolver problemas*, México. Trillas.
- Pozo, Ignacio (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid. Editorial Alianza.
- Pozo Ignacio, Gómez Crespo, Miguel (2000). *Aprender a enseñar ciencia*. Madrid. Editorial Morata.
- Ramió Jofre, Anna (2005). *Valores y actitudes profesionales Estudio de la práctica profesional enfermera en Catalunya*. Universidad de Barcelona.
- Rascón Chávez, Octavio (2012). *Educación en Ingeniería en México*. Academia de Ingeniería de México.
- Ritter Ortiz, Walter y Pérez Espino, Tahimi (2010). *¿Qué es el enfoque sistémico de los sistemas pensantes?* Revista Globalización. México. UNAM .
- Rodríguez C., Luisel (2014). *Metodologías de enseñanza para un aprendizaje significativo*. México. Revista Digital Universitaria, Vol. 15, Núm. 11.
- Rodríguez Palmero, Ma Luz (2011). *La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual*. Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa, Vol. 3, Núm. 1.
- Rojas Beltran, Jorge (2008). *Aplicación de los campos de Galois en el contexto de la corrección y detección de errores en comunicaciones basadas en los códigos BCH, con*

- un enfoque didáctico*. México. Tesis de Maestría en Telecomunicaciones del Instituto Politécnico Nacional.
- Rokeach, Milton (1980). *Beliefs, attitudes and values*. Editorial Jossey-Bass.
- Ruiz Ledesma, Fabiola y Camarena Gallardo, Patricia (2011). *La tecnología en la educación básica*. Memorias del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa, Entornos Virtuales de Aprendizaje.
- Ruiz Moreno, Leoncio; Camarena Gallardo, Patricia y Del Rivero Jiménez, Socorro (2016). *Prerrequisitos deficientes con software matemático en conceptos nuevos de Transformada de Laplace*. Revista Mexicana de Investigación Educativa, Vol. 21, Núm. 69.
- Ruiz, Angel (2015). *Costa Rica: una reforma radical en la educación matemática*. En el libro: *La Educación Matemática en el siglo XXI*. Coords. Camarena G.P. y Martínez R. X. pp. 67-96, Colección Paideia Siglo XXI.
- Sampieri Hernandez, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar (2002). *Metodología de la investigación*. México. Editorial Mc Graw Hill.
- Santos Trigo, Manuel (1997). *Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas*. México. Grupo Editorial Iberoamérica.
- Schmelkes, Corina (2002). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación*. Editorial Oxford.
- Schoenfeld, Alan (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando. Academic Press
- Sternberg, Robert (1996). *What is Mathematical Thinking*. En. Sternberg, R. J. y Ben-Zeev, T. (Eds.). *The Nature of Mathematical Thinking*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Sultana, Ronald (2009). *Competence and competence framework in career guidance: complex and contested concepts*. International Journal for Educational and Vocational Guidance, Vol. 9.
- Taba, Hilda (1974). *Elaboración del currículo*. Buenos Aires. Editorial Troquel.
- Tamayo y Tamayo Mario (2001). *El proceso de la investigación científica*. México. Editorial Limusa.
- Trejo Trejo, Elia y Camarena Gallardo, Patricia (2011). *Análisis cognitivo de situaciones problema con sistemas de ecuaciones algebraicas en el contexto del balance de materia*. Revista Educación Matemática, Vol. 23, Núm. 2.
- Trejo Trejo, Elia; Camarena Gallardo, Patricia y Trejo Trejo, Natalia (2013). *Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica*. Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria REDU, Vol. 11, número especial 2013.
- Tyler, Ralfh (1971). *Principios básicos del currículo*. Buenos Aires. Editorial Troquel.
- Valls Maseda, Miquel (2002). *Observatorio de las Competencias Profesionales*. Cámara Oficial de Comercio, Industrial y Navegación de Barcelona.
- Vergnaud, Gérard (1990). *La teoría de los campos conceptuales*. Paris. CNRS y Université René Descartes.
- Villarreal Dominguez, E. (1980). *La planeación académica integral*. Cuadernos de planeación universitaria. México. Editorial UNAM.
- Vygotsky, Lev Semiónovich (1978). *Mind in Society. The development in higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Vygotsky, Lev Semiónovich (1995). *Pensamiento y Lenguaje*. Barcelona. Editorial Paidós.
- Wagensberg, Jorge (2004). *La rebelión de las formas*. TusQuets Editores
- Yañez Gallardo, Rodrigo y Valenzuela Suazo, Sandra (2013). *Conductas críticas para experimentar confianza en el liderazgo de enfermería en un hospital de alta complejidad*. Vol. 13, Núm. 2. Colombia. Editorial Aquichan.



Este libro se diagramó en **EDUNSE**.

SEPTIEMBRE

2021

En acuerdo y compromiso previo a su sentida partida, hemos reunido aquí sus escritos, originalmente preparados para ser publicados como tres libros distintos, en un único libro dedicado a argumentar el origen de la Teoría desde la línea de investigación de la Matemática Social (Primera parte) y a desarrollar las dos fases centrales de la misma: la Fase Didáctica (Segunda parte) y la Fase Curricular (Tercera parte). Los lectores encontrarán la fundamentación y coherencia necesarias para com-

prender la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias desplegada por su autora de modo comprensivo y pragmático, con intencionalidad formativa. En estas líneas vaya nuestro homenaje a la gran Maestra Patricia con fortaleza incomparable, generosidad extraordinaria y convicción de su posicionamiento frente a la educación.

Marys Margarita Arlettaz
Nori Esther Cheeín



UNSE
Universidad Nacional
de Santiago del Estero