



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY®**

**Universidad Virtual**

**Escuela de Graduados en Educación**

**Competencias matemáticas usando la técnica de  
Aprendizaje Orientado en Proyectos**

**TESIS**

Que para obtener el grado de:

**Maestría en Educación**

Presenta:

**Luz Elena Arreguín Rodríguez**

Asesor tutor:

Mtro. Jorge Antonio Alfaro Rivera

Asesor titular:

Dra. María Soledad Ramírez Montoya

San Luis Potosí, S.L.P., México

Marzo, 2009

## Hoja Electrónica de Firmas

El trabajo que se presenta fue [VEREDICTO] por el comité formado por los siguientes académicos:

Mtro. Jorge Antonio Alfaro Rivera (asesor tutor)

Escuela Normal Superior Oficial de Guanajuato

[jalfa21@itesm.mx](mailto:jalfa21@itesm.mx)

Dra. María Soledad Ramírez Montoya (asesor titular)

Tecnológico de Monterrey, Universidad Virtual, Escuela de Graduados en Educación

[solramirez@itesm.mx](mailto:solramirez@itesm.mx)

Mtro. (por asignar)

Institución

Email

El acta que ampara este veredicto está bajo resguardo en la Dirección de Servicios Escolares del Tecnológico de Monterrey, como lo requiere la legislación respectiva en México.

## **Dedicatorias**

- El esfuerzo y el empeño que he dejado en este trabajo, lo dedico con cariño a mis hijos Sonni, América y Donaldo que con su ternura y comprensión han sido fuente de inspiración y fortaleza.
- A mi esposo, partidario de la responsabilidad y preparación profesional de los maestros, su apoyo ha sido fundamental en mis años de estudio.
- A mis padres que físicamente ya no están conmigo, pero que desde el lugar en que se encuentren estarán orgullosos del desarrollo profesional que estoy logrando.
- A los catedráticos del ITESM quienes con profesionalismo y humanismo guiaron mi proceso de formación.

## Agradecimientos

- A la Sección 52 del Sindicato Nacional de los Trabajadores de la Educación por la confianza y apoyo que me brindó para realizar estudios de posgrado en una institución de prestigio, con lo que demuestra su interés por el desarrollo profesional de los maestros adheridos al Sistema Educativo Estatal Regular.
- Al Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey por asignar asesores comprometidos con el mejoramiento de la educación en nuestro país.
- A la Dra. María Soledad Ramírez Montoya, de quien me llevó la riqueza que plasmo en cada uno de sus cursos y transferirlos a la práctica en beneficio de mis alumnos.
- Al Mtro. Jorge Antonio Alfaro Rivera, a quien le agradezco haya retomado el proceso de elaboración de mi tesis, con paciencia, comprensión y profesionalismo.
- A los alumnos de 2° “L” por el entusiasmo y la disposición que mostraron en cada una de las actividades de la investigación, y con ello darme la oportunidad de generar procesos tendientes al desarrollo de competencias matemáticas.
- A Aury de la O del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, campus San Luis Potosí por su apoyo en los momentos difíciles de la maestría.

# Competencias matemáticas usando la técnica de Aprendizaje Orientado en Proyectos

## Resumen

Las competencias matemáticas por su valor instrumental presentan elementos de interés práctico para que los alumnos puedan enfrentarse a problemas basados en contextos reales. El objetivo del estudio fue analizar el desarrollo de las competencias matemáticas: planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación, con alumnos de segundo grado de secundaria para identificar cómo impacta la técnica de aprendizaje orientada en proyectos como diseño instruccional innovador para mejorar los aprendizajes matemáticos de los estudiantes; dicho estudio forma parte de la línea de investigación modelos y procesos innovadores en la enseñanza-aprendizaje, el cual se llevó a cabo en una institución de la ciudad de San Luis Potosí y giró en torno a la pregunta de investigación ¿Cómo un diseño instruccional innovador basado en la técnica POL favorece el desarrollo de tres competencias matemáticas (planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación) mejorando con ello los aprendizajes matemáticos en estudiantes de segundo grado de educación secundaria? La fundamentación teórica se basó en los constructos competencias matemáticas y la técnica de aprendizaje orientada en proyectos. La metodología utilizada fue el estudio de casos múltiples, bajo el paradigma cualitativo. La recolección de datos se llevó a cabo a través de la bitácora, cuestionario, entrevista y análisis de proyectos aplicados a los estudiantes de secundaria. Los hallazgos del estudio muestran el desarrollo de las competencias matemáticas para el planteamiento y resolución de problemas, la comunicación y argumentación a través de la implementación de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos (POL), como diseño instruccional innovador, además de la influencia positiva de la técnica POL, las competencias matemáticas de los estudiantes se desarrollaron al resolver problemas de su interés y contexto, poniendo en juego un conjunto de capacidades como identificar, plantear y resolver problemas; explicando, justificando y demostrando, es decir, argumentando sus razonamientos; comunicando sus ideas de manera oral y por escrito sobre los resultados en la ejecución de proyectos basados en situaciones reales; identificando de manera autónoma situaciones problemáticas; planteando problemas anclados en ámbitos y situaciones familiares, sociales y académicas, así como su traducción al lenguaje y contexto matemático e interdisciplinario; resolviendo problemas con procedimientos oportunos y pertinentes; discutiendo alternativas para la selección de estrategias de resolución; poniendo a prueba sus ideas y escuchando las soluciones de los demás, siendo recomendable su aplicación en la educación secundaria.

# Índice

Dedicatorias .....	iii
Agradecimientos.....	iv
Resumen .....	vi
Índice .....	vi
Índice de Figuras .....	x
Introducción.....	xi
Capítulo 1. Naturaleza y dimensión del tema de estudio .....	1
1.1 Marco contextual .....	1
1.1.1 Contexto institucional.....	1
1.1.2 Contexto personal.....	2
1.1.3 Contexto didáctico.....	3
1.1.4 Contexto curricular.....	4
1.2 Antecedentes del problema.....	5
1.3 Planteamiento del problema .....	7
1.4 Objetivos de la investigación.....	9
1.5 Supuestos de la investigación.....	9
1.6 Justificación de la investigación.....	10
1.7 Limitaciones y delimitaciones .....	11
1.8 Definición de términos .....	12

Capítulo 2. Revisión de la Literatura.....	16
2.1 Aprendizaje basado en competencias matemáticas .....	16
2.1.1 Antecedentes del término competencia. ....	16
2.1.2 Aprendizaje basado en competencias .....	21
2.1.3 Desarrollo de competencias.....	23
2.1.4 Competencias matemáticas.....	24
2.1.5 Clasificación e impacto de las competencias matemáticas .....	27
2.1.6. Evaluación de las competencias matemáticas .....	31
2.2 Técnica de aprendizaje orientado en proyectos (POL).....	46
2.2.1 Antecedentes y conceptualización.....	46
2.2.2 Metodología del aprendizaje basado en proyectos .....	56
2.3. Investigaciones relacionadas con las competencias matemáticas usando la técnica de aprendizaje orientado a proyectos .....	66
Capítulo 3. Metodología general .....	84
3.1 Método de investigación.....	84
3.2 Población y muestra.....	89
3.3 Tema, categorías e indicadores de estudio .....	91
3.4 Fuentes de información .....	94
3.5 Técnicas de recolección de datos.....	95
3.6 Prueba piloto.....	99
3.7 Aplicación de instrumentos .....	101
3.8 Captura y análisis de datos .....	107

Capítulo 4. Resultados de la investigación.....	110
4.1 Presentación de resultados.....	110
4.1.1 Planteamiento y resolución de problemas .....	111
4.1.2 Argumentación .....	114
4.1.3 Comunicación.....	117
4.1.4 Técnica de aprendizaje orientada en proyectos .....	119
4.2 Análisis e interpretación de los resultados .....	133
4.2.1 Planteamiento y resolución de problemas. ....	134
4.2.2 Argumentación .....	136
4.2.3 Comunicación.....	137
4.2.4 Técnica de aprendizaje orientada en proyectos (POL).....	138
 Capítulo 5. Discusión, conclusiones y recomendaciones.....	 146
5.1 Discusión .....	146
5.1.1 Preguntas de investigación. ....	146
5.1.2 Supuesto del estudio. ....	148
5.1.3 Objetivos de la investigación.....	149
5.2 Conclusiones.....	150
5.3 Recomendaciones .....	154
5.4 Aporte al campo científico del área de conocimiento .....	157
 Referencias .....	 159



Anexo A: Cuadro de triple entrada para marco contextual .....	170
Anexo B: Cuestionario a alumno.....	171
Anexo C: Cuestionario a padres de familia .....	173
Anexo D: Entrevista a directora .....	174
Anexo E: Técnica FODA a directora, subdirectora y profesora.....	175
Anexo F: Solicitud de autorización .....	176
Anexo G: Cuadro de triple entrada para construir instrumentos .....	179
Anexo H: Bitácora de registro de observación.....	183
Anexo I: Entrevista semiestructurada a alumnos .....	186
Anexo J: Cuestionario a alumnos .....	188
Anexo K: Cuestionario a profesora investigadora.....	191
Anexo L: Diseño instruccional innovador: técnica POL.....	194
Anexo M: Análisis de proyectos .....	198
Anexo N: Criterios de evaluación para el análisis del proyecto.....	200
Curriculum vitae.....	202

## Índice de Tablas

Tabla 1: Observaciones sobre la categoría de planteamiento y resolución de problemas .....	111
Tabla 2: Opinión de los equipos de trabajo sobre el planteamiento y resolución de problemas.....	113
Tabla 3: Observaciones sobre la categoría de la argumentación en matemáticas.....	115
Tabla 4: Opinión de los equipos de trabajo sobre la argumentación en matemáticas.....	116
Tabla 5: Observaciones sobre la categoría de comunicación.....	117
Tabla 6: Opiniones de los alumnos sobre la categoría de comunicación en matemáticas .....	118
Tabla 7: Opinión de los alumnos de la organización del aprendizaje.....	120
Tabla 8: Observaciones de la organización del aprendizaje.....	121
Tabla 9: Opinión de los alumnos sobre la ejecución de POL.....	122
Tabla 10: Observaciones sobre la ejecución de POL.....	123
Tabla 11: Opinión de los alumnos referente a la evaluación de POL.....	124
Tabla 12: Observaciones referentes a la evaluación de POL.....	125

## Índice de Figuras

Figura 1: Roles que se asignan en la técnica POL al interior del equipo de trabajo .....	62
Figura 2: Organizador de información apartado 2.3.....	82
Figura 3. Resultados del cuestionario aplicado por equipo sobre el planteamiento y resolución de problemas.....	128
Figura 4. Resultado global del cuestionario aplicado a los alumnos sobre el planteamiento y resolución de problemas .....	128
Figura 5. Resultados del cuestionario aplicado por equipo sobre la argumentación.....	128
Figura 6. Resultado global del cuestionario aplicado a alumnos sobre la argumentación.....	129
Figura 7. Resultados del cuestionario aplicado por equipo sobre comunicación en matemáticas .....	129
Figura 8. Resultado global del cuestionario aplicado a alumnos sobre la argumentación.....	130
Figura 9: Resultados de cuestionario del docente sobre el planteamiento y resolución de problemas .....	131
Figura 10: Resultados de cuestionario del docente sobre la argumentación.....	131
Figura 11: Resultados de cuestionario del docente sobre la comunicación .....	132

## Introducción

Las reformas que la Secretaría de Educación Pública han promovido en los distintos niveles educativos (en especial en la secundaria), apuntan a favorecer una mejor calidad en los aprendizajes, es necesario entonces comprender qué se debe promover y de qué forma para lograr que los alumnos entiendan la función que desempeñan las matemáticas en el mundo, hacer de ellas una herramienta para satisfacer las necesidades que como ciudadanos los hará tomar decisiones con juicios fundados, por lo tanto es importante que comprendan y evalúen argumentos matemáticos, propongan y resuelvan problemas, elijan diferentes alternativas y modos de representar situaciones matemáticas y expresen de manera personal temas con contenido matemático con la intención de despertar su interés.

El estudio realizado retoma el desarrollo de competencias matemáticas partiendo de la convicción del valor que tienen para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje y comprender el papel de esta asignatura en la sociedad, así como a utilizarlas de manera que permitan satisfacer las necesidades de los educandos, como individuos constructivos, comprometidos y reflexivos.

En este sentido las competencias matemáticas hacen referencia a las habilidades y capacidades que se relacionan con el reconocimiento e interpretación de los problemas que aparecen en distintos ámbitos y situaciones; su traducción al lenguaje y contexto matemático, su resolución con el uso de procedimientos oportunos, la interpretación de los resultados y la formulación y comunicación de los mismo. Su desarrollo al final de la educación secundaria, supone aplicar aquellas destrezas y actitudes que permiten razonar matemáticamente, comprender una argumentación, expresarse y comunicarse en el lenguaje matemático, utilizando las herramientas de apoyo adecuadas, e integrando el conocimiento matemático con otros tipos de conocimiento para dar una mejor respuesta a las situaciones de la vida de distinto nivel de complejidad.

Ahora bien, el tema de competencias matemáticas es una tendencia a nivel nacional e internacional motivo de evaluación del aprendizaje y determinante de la calidad de los mismos. Con esta investigación se indagó su desarrollo a través de la técnica de aprendizaje orientada en

proyectos, permitió planear, elaborar y evaluar proyectos de trabajo en la solución de problemas, así entonces las competencias matemáticas abordadas fueron: plantear y resolver problemas, argumentar y comunicar, con las cuales se pretende contribuir a dar respuesta en un ámbito micro-sistémico a las transformaciones que se están produciendo en los diferentes niveles del Sistema Educativo Nacional a fin de que los alumnos tengan una opción más para mejorar sus saberes y movilizarlos dentro y fuera de la institución escolar, de igual manera ayudó a sacar al adolescente de su inhibición intelectual ya que en ocasiones la matemática es vista como aburrida, difícil e inútil.

De esta manera, el trabajo que se presenta es resultado de un estudio de casos múltiples del desarrollo de competencias matemáticas a través de la técnica de Aprendizaje Orientada en Proyectos, para lo cual en el primer capítulo se presenta la naturaleza y dimensión de las competencias matemáticas usando POL, además se describe el marco contextual, antecedentes y planteamiento del problema, así como los objetivos, supuestos, justificación, limitaciones y delimitaciones de la investigación para terminar con la definición de términos recurrentes en la misma. Todo con el objetivo de centrar la problemática existente y buscar soluciones tendientes a mejorar los aprendizajes de los alumnos.

En lo que respecta al segundo capítulo se abordan los constructos que son la base del presente análisis, integrado en tres apartados: aprendizaje basado en competencias matemáticas, técnica de aprendizaje orientado en proyectos e investigaciones relacionadas con el objeto de estudio, todo ello apoyado en la consulta de diversas fuentes de información obtenidas de bibliotecas tanto virtuales como presenciales, debido a que la teoría es imprescindible para entender y comunicar las propuestas, los métodos y los objetivos de cualquier práctica.

Para llevar a cabo el análisis sobre el desarrollo de competencias a través de POL, en el tercer capítulo se describe la metodología la cual retoma aspectos del enfoque cualitativo centrado en el estudio de caso, proceso que atravesó por varias etapas que permitieron visualizar el punto de partida y de llegada del estudio, además se establece la población y muestra; tema, categorías e indicadores del estudio; fuentes de información; técnicas de recolección de datos; prueba piloto

de los instrumentos; así como la aplicación de los mismos; para finalizar con la captura y análisis de datos, todo lo anterior condujo a la obtención de resultados del estudio.

En el cuarto capítulo se dan a conocer los resultados de la investigación, por un lado se muestran los datos obtenidos de las categorías estudiadas y por el otro se realiza un análisis e interpretación de los hallazgos de acuerdo con los criterios de triangulación de fuentes utilizadas, todo ello con el objetivo de dar a conocer el impacto que la técnica POL tuvo en el desarrollo de competencias matemáticas, por medio de los instrumentos aplicados a los sujetos de estudio.

En el capítulo quinto de discusión, conclusiones y recomendaciones se dan a conocer las implicaciones de la investigación a través de una valoración y comparación de los hallazgos, además se da respuesta a las preguntas de investigación, se retoman los supuestos del estudio a fin de contrastarlos con los resultados obtenidos, se expone la consecución de los objetivos planteados, se describen las conclusiones a las que se llegaron, finalizando con algunas recomendaciones que pueden ser consideradas por los actores e institución involucrados, así como a quiénes estén interesados en trabajar sobre la temática abordada en futuros estudios, para cerrar se señala el aporte al campo científico del área de conocimiento.

Con este estudio se espera contribuir en la comprensión de cómo desarrollan competencias matemáticas los alumnos de secundaria al trabajar con prácticas innovadoras.

## Capítulo 1. Naturaleza y dimensión del tema de estudio

El desarrollo de competencias conlleva a tareas de investigación y reflexión sobre la puesta en práctica y evaluación de las mismas en el aula escolar. En este capítulo se expone la situación problemática del tema de competencias matemáticas usando la técnica de aprendizaje orientado en proyectos, constituido por el marco contextual donde está inmerso el trabajo, así como los antecedentes, el planteamiento, los objetivos, supuestos y justificación del estudio, además se establecen las limitaciones y delimitaciones, finalmente se definen los términos principales que se recuperan en la investigación.

### 1.1 Marco contextual

Para dibujar el escenario en donde se estudió el desarrollo de competencias matemáticas utilizando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos como diseño instruccional innovador, se elaboró un cuadro de triple entrada (Anexo A) que permitió obtener información relacionada con el alumno (Anexo B), con los padres de la familia (Anexo C), con la directora del plantel (Anexo D) y con las prácticas de enseñanza que se realizan en la institución (Anexo E), lo que permitió describir el marco contextual de la institución pública de educación básica del nivel secundaria en el estado de San Luis Potosí en las dimensiones institucional, personal, didáctica y curricular donde se llevó a cabo la investigación y son los que a continuación se describen.

*1.1.1 Contexto institucional.* Se eligió una institución de educación secundaria pública turno vespertino del sur de la capital de San Luis Potosí, la cual fue fundada en 1962, su misión se orienta a educar para la vida, en donde los alumnos aprendan con calidad, equidad, pertinencia y relevancia; promotora de hábitos y valores para formar

hombres y mujeres capaces de integrarse a la sociedad. Su visión consiste en ser una institución educativa, con modelos de calidad, formadora de hábitos y valores sólidos, que respondan a las exigencias de la dinámica social.

La secundaria es una escuela de organización completa, integrada por directora, subdirectora, 5 asesores, 85 docentes, 5 administrativos, 5 trabajadores de mantenimiento y 4 técnicos en informática. Cuenta con una infraestructura en excelentes condiciones que consiste en 18 aulas, un laboratorio de ciencias y otro de inglés, 3 canchas deportivas de basquetbol, 6 talleres: secretariado, computación, cocina, electricidad, máquinas y herramientas y dibujo; una biblioteca, un auditorio con capacidad para 700 personas, dos sanitarios para los alumnos, dos para alumnas y dos para maestros, sala para profesores, espacio destinado para la revisión de tareas de los alumnos, sala de juntas, donde se llevan a cabo reuniones sindicales y oficiales, cuatro jardines y área administrativa, cuya función consiste en llevar a cabo los procesos de control escolar de la población estudiantil . Actualmente se encuentran inscritos 752 alumnos en el turno vespertino.

Asimismo, la institución es una de las más reconocidas en el nivel de secundaria en el estado, debido a los logros educativos que se obtienen en diferentes asignaturas y porque los alumnos egresados continúan estudios de nivel medio superior. Por lo tanto a los alumnos no se les permite tener más de cuatro materias reprobadas cada bimestre, caso contrario causa baja definitiva del plantel.

*1.1.2 Contexto personal.* Los alumnos que asisten a la institución son personas que provienen de un nivel socioeconómico medio cuyas edades fluctúan entre 12 y 13 años; provienen de 9 colonias diferentes a la que se encuentra la misma; son jóvenes inquietos, con estado de ánimo cambiante, preocupados por la apariencia física, tienen acceso a la



tecnología y muestran una facilidad en su uso como en el caso del teléfono celular, equipo de cómputo e internet y no están acostumbrados a trabajar por proyectos.

Una gran mayoría pertenecen a familias funcionales, formadas por cuatro o cinco miembros, ambos padres trabajar, razón por la cual siempre cumplen con materiales solicitados en las diferentes asignaturas.

En la institución, la función de los padres de familia consiste en apoyar a sus hijos involucrándose en la realización de tareas escolares; sus edades oscilan entre los 37 años; tienen estudios de preparatoria; la estructura familiar está integrada en promedio por cuatro integrantes, del nivel socioeconómico medio.

*1.1.3 Contexto didáctico.* En la institución aún existen maestros que trabajan tradicionalmente, dejando a un lado las orientaciones didácticas del trabajo por proyectos, se hace poco uso de la tecnología y uno de los recursos de apoyo sigue siendo el libro de texto. En el aula de clases no se hace evidente el trabajo colaborativo, los alumnos tienen limitadas oportunidades de movilizar sus aprendizajes y comprender su entorno social.

Aún cuando la propuesta curricular vigente en nuestro país incorpora trabajar en el aula desde cada una de las asignaturas para desarrollar un conjunto de competencias básicas que pretende poner el acento en los aprendizajes que se consideran imprescindibles y orientados a la aplicación de los saberes adquiridos, la mayoría de los docentes poco despiertan y desarrollan la curiosidad y el interés por investigar y resolver problemas en los alumnos, ocasionando que las matemáticas sean vistas como un obstáculo para muchos jóvenes.

Aunado a lo anterior, la estrategia del trabajo por proyectos que se establece para llevar a cabo la enseñanza no se toma en cuenta por la gran mayoría de los maestros en la

institución, aún cuando por medio de ella los alumnos pueden encontrar espacios flexibles de acción que respondan a sus inquietudes y mejoren sus aprendizajes.

*1.1.4 Contexto curricular.* En el Plan de Estudios de la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2006a) se reconoce la obligación del Estado para que los alumnos de secundaria logren los conocimientos, habilidades, actitudes y valores, es decir, que adquieran la formación en cinco competencias generales: para el aprendizaje permanente, para el manejo de la información, para el manejo de situaciones, para la convivencia y competencias para la vida; las cuales deberán desarrollarse desde todas las asignaturas proporcionando oportunidades y experiencias de aprendizaje para todos los alumnos y que éstos apliquen lo aprendido en situaciones cotidianas.

Por otro lado, en lo que respecta al programa de estudio de matemáticas 2006 los contenidos están organizados en cinco bloques en cada grado escolar, la metodología didáctica de los programas está orientada al desarrollo de cuatro competencias (SEP, 2006b): el planteamiento y la resolución de problemas, la argumentación, la comunicación y el manejo de técnicas, lo cual exige dejar la postura tradicional de dar la clase, y dar paso al trabajo colaborativo al trabajar por proyectos.

En el programa de matemáticas (SEP, 2006) la competencia de planteamiento y resolución de problemas está orientada a que los alumnos sean capaces de identificar, plantear y resolver diferentes tipos de problemas o situaciones; la argumentación es referida en el programa de matemáticas (SEP, 2006b) como la capacidad de los alumnos para sustentar sus ideas para convencer la veracidad de una proposición o de un resultado, para hacerla entender a sus interlocutores; la comunicación, comprende expresar y representar información matemática contenida en una situación o del fenómeno, así como su

interpretación; finalmente el manejo de técnicas refiere al uso eficiente de procedimientos y formas de representación al efectuar cálculos, con el apoyo de tecnología o sin él.

La información presentada describe el escenario vinculado con el tema de competencias matemáticas y el trabajo por proyectos, la cual permite pasar a la descripción de experiencias en torno a las mismas, de manera particular en el escenario de este estudio.

## **1.2 Antecedentes del problema**

El motivo del presente apartado es describir los antecedentes relacionados con el desarrollo de competencias matemáticas a través de la técnica POL.

En la institución donde se realizó el estudio no se ha tenido la experiencia de trabajar con la técnica POL (de hecho se desconoce) ante ello, representó un diseño innovador a implementar además de una oportunidad para que los alumnos pudieran enfrentarse a desafíos de la vida real. Lo anterior, exigió y planteó un reto en la forma de enseñar las matemáticas, implicó también la puesta en práctica de métodos de trabajo que facilitaran una formación integral en los estudiantes permitiéndoles adquirir y aplicar las competencias necesarias en su vida cotidiana, con modelos de enseñanza más centrados en el alumno, en sus procesos de aprendizaje y que tengan como referente sus intereses y contextos.

En torno a lo referido, Rico (2007) ha puesto de manifiesto que el desarrollo de ciertas competencias en particular las matemáticas son un punto débil para el sistema educativo y no puede convertirse en debilidades permanentes por lo que hace necesario situar un nuevo concepto de currículo basado en competencias, y con ello facilitar una aproximación racional a las competencias matemáticas basada en un enfoque funcional de

las matemáticas escolares. Hernández (2006) manifiesta que el problema radica en que no se les enseña a utilizar lo aprendido en situaciones usuales de la vida cotidiana.

Lo que deja en un gran sector de la población la sensación amarga de que las matemáticas son pesadas, aburridas, rutinarias, incomprensibles, representando una de las posibles causas de los bajos niveles de aprovechamiento, es el caso de la institución en donde se llevó a cabo el estudio: en el ciclo escolar 2005-2006 en el segundo grado hubo un aprovechamiento de 7.17, en el 2006-2007, 7.35 y en el 2007-2008 fue de 7.29. Esta tendencia a nivel micro se vincula con los resultados macros de esta asignatura, como es el caso de evaluaciones como PISA, como se describe enseguida y en el apartado de planteamiento del problema.

Autores como Goñi (2008) ha estudiado el desarrollo de competencias a partir de los resultados arrojados por las pruebas estandarizadas PISA desde el 2003 que fue cuando se hizo énfasis en la asignatura de matemáticas. Señala la importancia de desarrollar competencias mediante 7 ideas claves que son: el currículo, los usos sociales de las matemáticas para definir los objetivos, centrar la atención en el desarrollo de la competencia matemática, basar la educación matemática en la comunicación y no solo en la transmisión, las tareas realizadas son la clave para el desarrollo de los aprendizajes, la evaluación de las competencias y la competencia profesional de los docentes de matemáticas como el factor más importante para la mejora de su enseñanza.

En estas evaluaciones internacionales se necesita no sólo saber los contenidos del currículo, sino también movilizar componentes heterogéneos (cognitivos, subjetivos, culturales y lingüísticos) que se han de poner en juego en situaciones de aula. Estas pruebas estandarizadas reclaman para la resolución de las cuestiones planteadas: una serie de

competencias que necesitan ser ejercitadas; unos contenidos que deben ser asimilados; y unos contextos en los que se apliquen las competencias y conocimientos. Se aplica a alumnos de 15 años, en el participaron 32 países en la prueba del año 2000, 43 en el 2003 y 60 en 2006, se evalúa el rendimiento en los ámbitos de lectura, matemáticas y ciencias, es decir un conjunto de competencias necesarias para participar activamente en la sociedad, cuyo aprendizaje no acaba nunca y se desarrolla a lo largo de la vida (OCDE, 2006).

### **1.3 Planteamiento del problema**

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2006) los estudiantes en México siguen mostrando un desempeño en el nivel más bajo entre los países de este organismo internacional, es así que el 0.05 por ciento alcanzan el nivel máximo de dominio en matemáticas, en contraparte se encontró que el 30% de los alumnos mexicanos se ubican debajo del nivel 1, un grado de dominio insuficiente para acceder a estudios superiores y para las actividades que exige la vida en la sociedad del conocimiento. Finalmente el 66% de los alumnos alcanzó el nivel 1, en donde se requiere que realicen tareas matemáticas muy básicas, como responder preguntas en contextos familiares y cumplir disposiciones de rutina de acuerdo con instrucciones directas. Por otro lado en aptitud para matemáticas, México se ubica en el lugar 37 de 41 países participantes.

De hecho el rasgo característico de la prueba PISA es la evaluación basada en competencias, las cuales apuntan a la capacidad de “poner en práctica de manera integrada habilidades, conocimientos y actitudes para enfrentar y resolver problemas y situaciones” (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2005, p. 16).

Consecuentemente el currículo actual en educación secundaria (SEP, 2006a) plantea un modelo educativo centrado en el desarrollo de competencias para mejorar la manera de vivir y convivir en una sociedad cada vez más compleja, y es en el aula donde cobra vida el plan y programas de estudio, siendo necesario documentar la forma en que los alumnos las van adquiriendo; implica indagar el contexto natural en la que trabajan y dar cuenta sobre los procesos que siguen los estudiantes en el desarrollo de competencias en la asignatura de matemáticas.

En particular, en la institución donde se llevó a cabo el estudio se trabaja con un currículum basado en el desarrollo de competencias. Sin embargo, no existen evidencias que puedan dar cuenta sobre los procesos que viven los alumnos en la adquisición y aplicación de sus capacidades, resultado de la influencia de las estrategias que el docente aplica en el aula para favorecerlas, lo que genera inquietudes en torno a cómo desarrollar y cómo evaluar competencias desde cada una de las asignaturas, sin embargo existen docentes que junto con sus alumnos llevan cabo proyectos educativos sin una metodología clara.

Derivado de lo anterior y para los fines de esta investigación, se pretendió dar respuesta a los siguientes planteamientos:

Pregunta general

¿Cómo se desarrollan las competencias matemáticas de los alumnos de segundo grado de secundaria mediante el uso de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos?

Preguntas subordinadas

¿Cuál es el proceso que siguen los alumnos en la competencia matemática de plantear y resolver problemas utilizando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos?

¿Cómo utilizan los alumnos la competencia de comunicación aplicando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos?

¿Cómo aplican la competencia de la argumentación empleando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos?

## **1.4 Objetivos de la investigación**

Objetivo general

Analizar el desarrollo de tres competencias matemáticas (planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación) con alumnos de segundo grado de secundaria con el fin de identificar cómo impacta la técnica POL como diseño instruccional innovador para mejorar los aprendizajes matemáticos de los estudiantes.

Objetivos específicos

Analizar el proceso que siguen los alumnos de secundaria al aplicar la competencia matemática de plantear y resolver problemas mediante la técnica de aprendizaje orientada en proyectos.

Conocer la forma en que aplican los alumnos de secundaria la competencia matemática de comunicación usando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos.

Identificar la manera en que los alumnos de secundaria aplican la competencia matemática de la argumentación al trabajar con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos.

## **1.5 Supuestos de la investigación**

Enseguida se plantean los supuestos de la investigación vinculados con las preguntas de investigación así como con los objetivos, antecedentes y resultado de la revisión de la literatura de este estudio.

El uso de la técnica POL influye positivamente en el desarrollo de la competencia matemática de planteamiento y resolución de problemas en los alumnos de secundaria, debido a que se trabaja de manera colaborativa en el desarrollo de proyectos.

El empleo de la Técnica POL influye positivamente en el desarrollo de la competencia de comunicación de los alumnos para expresar sus hallazgos matemáticos.

La Técnica POL influye positivamente en la competencia matemática de la argumentación, porque representa una forma de validar sus hallazgos en esta asignatura.

## **1.6 Justificación de la investigación**

Como consecuencia de los resultados obtenidos en estudios internacionales de educación como el TIMSS y PISA, la calidad de la enseñanza se ha convertido en un tema central en el debate entre los educadores, investigadores y responsables políticos, Glaser-Zikuda y Fuss (2008) afirman que son los maestros, a través de las competencias que ponen en juego, los que permitirán a los estudiantes adquirir no sólo habilidades sino también destrezas que exige la economía del conocimiento, en consecuencia lo que originó y justificó la necesidad de investigar el desarrollo de competencias en la asignatura de matemáticas, fue adentrarnos en el trabajo que realizan los alumnos del segundo grado de secundaria al planear, desarrollar y evaluar proyectos que nacen de sus inquietudes y situaciones vinculadas con su entorno, haciendo uso de una estrategia innovadora en la escuela secundaria, la técnica POL, de la que se derivan actividades intelectuales y con ello



ir dando cuenta de cómo van adquiriendo, desarrollando y aplicando competencias matemáticas, lo que conlleva a centrar la atención en los procesos y productos en y durante el trabajo realizado, de tal forma que se identificaran las competencias que se manifiestan en la realización de las tareas escolares.

Por lo tanto, la importancia de este estudio radicó en el aporte al saber científico, conocimientos que ponen en debate la comprensión de la forma en cómo desarrollan competencias matemáticas los alumnos de secundaria con la aplicación de prácticas innovadoras o el uso de estrategias diferentes, a partir del involucramiento en la construcción de sus conocimientos y aplicando los aprendizajes adquiridos en el aula y fuera de ella en situaciones reales así como la acción reflexiva que ponen en práctica en la solución de problemas. En síntesis, dar cuenta de un novedoso procedimiento para la enseñanza y el aprendizaje, en un contexto específico.

## **1.7 Limitaciones y delimitaciones**

En este apartado se precisan las limitaciones entendidas como los obstáculos que interfirieron en el desarrollo de la investigación y las restricciones que limitaron el estudio y que estuvieron fuera del alcance del investigador, de la misma forma en las delimitaciones, se especifica el espacio físico, temporal, temático, metodológico y poblacional del trabajo.

### **Limitaciones**

La poca experiencia por parte de los alumnos y de la docente-investigadora en el trabajo por proyectos en la asignatura de matemáticas en la escuela secundaria pública seleccionada constituyó uno de los obstáculos en y durante la aplicación de la propuesta.

El desconocimiento de la Técnica POL como diseño instruccional innovador por parte de directivos y alumnos en el nivel de secundaria, dificultando por tanto su aplicación así como su evaluación y difusión.

#### Delimitación

Espacio físico: el aula escolar del 2º grado, grupo “L” en la asignatura de matemáticas de educación secundaria.

Temporal: Para el desarrollo de cada una de las etapas de la investigación de agosto de 2008 a abril de 2009; en documentar cada una de las etapas de la técnica POL una sesión de 45 minutos para cada una de las primeras siete etapas y tres para la última, desarrollando dos sesiones semanales.

## 1.8 Definición de términos

A continuación se enuncian los conceptos que se utilizarán de manera recurrente en este trabajo de investigación.

**Competencias matemáticas:** son la capacidad de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente sus ideas al tiempo que se plantean, formulan, resuelven e interpretan problemas matemáticos en una variedad de contextos (OCDE, 2006).

**Competencia de planteamiento y resolución de problemas:** habilidad que se tiene para resolver lo desconocido, comprende las capacidades de identificar, plantear y resolver diversos problemas matemáticos utilizando diferente métodos (Niss, 2000).

**Competencia de argumentación:** consiste en poner en juego un conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes para explicar determinados procesos, en donde se

manifiestan capacidades como la manera en la que se explica la solución de un problema, cómo se justifica y se demuestra la solución del mismo (Tobón, 2007).

**Competencias de comunicación:** capacidad de expresarse tanto de manera oral como escrita con referencia a asuntos con contenido matemático, abarca las capacidades de la forma en que se expresa y representa información matemática y la manera en que se interpreta dicha información (Niss, 2002).

**Habilidades:** capacidades que tienen los alumnos para aplicar procedimientos que han sido desarrollados mediante la práctica. Las habilidades se conforman por una serie de operaciones de pensamiento que de manera coordinada sirven para realizar tareas, solucionar problemas y aprender nuevas formas de hacer las cosas (Nickerson, Perkins y Smith 1990).

**Project Oriented Learning (POL):** modelo de instrucción que gira en torno a preguntas y tareas auténticas y cuidadosamente seleccionadas, conlleva un proceso de investigación y concluye en el diseño de un producto, todo ello involucra conocimientos y habilidades que permiten al estudiante construir su aprendizaje (Kramer, Walker y Brill 2007).

En este capítulo se llevó a cabo una revisión del conjunto de circunstancias tanto institucionales como de los participantes que acompañaron al tema de investigación sobre la forma (proceso) en que se desarrollan las competencias matemáticas usando la técnica de aprendizaje orientado en proyectos de manera particular en el contexto referido, la explicitación de ambos constructos representaron la base sobre las que se definió el contenido del capítulo siguiente.

## Capítulo 2. Revisión de la Literatura

El presente capítulo tiene como propósito abordar los constructos teóricos y el análisis de los mismos que son la base de la presente investigación, su estructura está integrada por tres apartados: aprendizaje basado en competencias matemáticas, técnica de aprendizaje orientado en proyectos e investigaciones relacionadas con el objeto de estudio. El proceso seguido para su construcción y definición del estado del conocimiento en que se encuentra esta temática fue por medio de la identificación, análisis y evaluación de diversas fuentes de información, tales como libros, artículos de revistas especializadas, Journal, documentos de la asignatura de Proyecto 1 consultados en Blackboard, así como algunos otros recuperados tanto de bibliotecas presenciales como digitales y que a continuación describo.

### 2.1 Aprendizaje basado en competencias matemáticas

En esta sección se desarrolla el concepto de aprendizaje basado en competencias matemáticas, en el se describen dos aspectos vinculados al mismo: antecedentes del término competencia y competencias matemáticas.

*2.1.1 Antecedentes del término competencia.* En el ámbito educativo el tema de competencias ha cobrado mucho auge en especial en la educación básica. Este término tuvo su origen en el sector productivo, concretamente en el campo de la capacitación; según Ramírez, Molina, Ramírez y Orozco (2005), tenía la finalidad de hacer más eficientes las actividades realizadas por los trabajadores, de identificar los conocimientos, las habilidades y las actitudes que tenía determinada persona en el medio productivo; lo cual

garantizaba la eficiencia en el trabajo realizado, y por otro lado la movilidad de los trabajadores, es decir, el que se pudieran cambiar éstos de lugar de trabajo sin problemas, debido a los requerimientos y situaciones que presenta la globalización económica. De ahí que se relacionen como menciona Upegui, (2003) con la eficiencia y el desempeño de un trabajador en el campo laboral, posición anclada dentro de una teoría conductista que en opinión de Joyce, Weil y Calhoun (2002) ven al ser humano como una colección de conductas aprendidas que siempre pueden incrementarse.

Esta tendencia afirman Ramírez, Molina, Ramírez y Orozco (2005) surge hace por lo menos dos décadas en regiones como Australia, Canadá, Nueva Zelandia, Estados Unidos, Gran Bretaña, más tarde a raíz de diversos proyectos e investigaciones propuestas por la Organización para el Comercio y el Desarrollo Económico se han ido incorporando cada vez más países.

Particularmente, en México las instituciones escolares que intentaron llevar a cabo la educación basada en competencias, fueron como lo afirman Ramírez, Molina, Ramírez y Orozco (2005) los CONALEP, el Instituto Politécnico Nacional, el Tecnológico de Monterrey y el Instituto Nacional para la Educación de los Adultos, consideradas como parte de los antecedentes de las nuevas propuestas en educación básica, dentro de un modelo constructivista, en el que la competencia, resalta Rodríguez (2007) se construye no solo de la función que nace del mercado, sino que concede igual importancia a la persona, a sus objetivos y posibilidades.

Ahora bien, en la década de los setentas el enfoque por competencias es incorporado en la pedagógica constructivista dentro del aprendizaje significativo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983), en tanto que para Vygotsky (1988) las funciones superiores se originan

como relaciones entre seres humanos, por lo que están socialmente configuradas, esta teoría en el proceso educativo plantea una visión del desarrollo humano en el que se interrelacionan lo individual y lo social, lo biológico y lo cultural, el pensamiento y el lenguaje, la fusión cualitativa del pensamiento verbal y del lenguaje racional; y el aprendizaje con el desarrollo.

Como señala Resnik (2000) su incorporación de dicho enfoque se debió a las tendencias internacionales y a la necesidad de que estudiantes y trabajadores contaran con ciertas habilidades básicas, por esta razón el Consejo de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) efectuó en 1996 y 1998 el Estudio de Análisis Ocupacionales (EAO), que declara existentes tres tipos de competencias: por un lado, las competencias básicas, que describen los comportamientos elementales que deberán mostrar los trabajadores y que están asociados a conocimientos formativos como la lectura, redacción, aritmética, matemáticas y comunicación oral; por otro lado las competencias genéricas que describen los comportamientos asociados con desempeños comunes a diversas ocupaciones, como son las habilidades de analizar, interpretar, organizar, investigar, enseñar, entrenar, planear, entre otras; por último las competencias técnicas enfocadas a los comportamientos asociados con conocimientos de tipo técnico vinculados a una cierta función productiva.

En tanto que, para Escamilla (2008) la competencia es un saber orientado a la acción eficaz, fundamentado en una integración dinámica de conocimientos y valores, desarrollado mediante diversos tipos de tareas que permiten una adaptación ajustada y constructiva a diferentes situaciones en distintos contextos, por lo cual el término competencia está inmerso en varias áreas de estudio, en Economía se refiere a la disputa por el mercado; en

Derecho a la autoridad que tiene un juez para resolver sobre un asunto, en deportes da sentido a la contienda por un título deportivo, en lo que respecta al ámbito educativo a finales de la década de los 50, Chomsky (s/f, citado por Upegui, 2003) introdujo el término aplicado a la lingüística como una disposición para, es teoría, es una hipótesis de trabajo del genoma humano, es una capacidad inherente al hombre.

Por su parte, Perrenoud (2000, citado por Díaz Barriga, 2006) señala que, una competencia es la facultad de movilizar un conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, información, etc.) para solucionar con pertinencia y eficacia una serie de situaciones. Por su parte Bogoya (2000, citado por Upegui, 2003) refiere la competencia como una actuación que emerge en una tarea concreta, en un contexto y con un sentido, se trata de un conocimiento asimilado con propiedad y el cual actúa para ser aplicado en una situación determinada, de manera suficientemente flexible como para proporcionar soluciones variadas y pertinentes. Finalmente para Monereo et al. (2005) refiere que son estrategias que todo ciudadano de este siglo debe dominar para tener la oportunidad de integrarse y desarrollarse en la sociedad en la que vive; lo que refleja que, en la actualidad tanto en el mundo empresarial como en el educativo definido desde el mismo currículum se oriente a un trabajo por competencias.

En ese sentido, Upegui (2003) sugiere que el currículum debe orientarse hacia la formación de competencias que privilegien las estrategias didácticas con participación activa del alumno, por la necesidad de que éstos adquieran competencias imprescindibles para sobrevivir en el siglo XXI como aprender a seleccionar información relevante, aprender a colaborar, a comunicarse y a participar en la vida pública (Monereo et al. (2005), se debe fomentar el análisis del contexto y la interacción con el medio, en una

palabra, buscar que los alumnos adquieran aprendizajes significativos, características de la teoría constructivista enmarcada con la posición de Bruner (1966), en cuanto a que el aprendizaje es un proceso activo en la que los alumnos construyen nuevas ideas o conceptos basados en los conocimientos actuales y previos, es decir, el alumno selecciona y transforma información, construye hipótesis y toma decisiones, apoyándose en una estructura cognitiva para hacerlo.

Por su parte, Upegui (2003) puntualiza que vivimos en el universo de las competencias, debido a que se encuentran inmersas en las actividades que desarrollan los seres humanos tanto en la vida cotidiana como en su desempeño laboral, así pues en el campo de la comunicación se reconocen las competencias de escribir, leer, hablar, escuchar, argumentar, proponer e interpretar; entre las competencias cognitivas se señalan clasificar, comparar, contrastar, abstraer, conceptualizar, inducir, deducir, inferir y analizar; en el ámbito de las relaciones interpersonales, se encuentran las competencias socio afectivas que hacen alusión al trabajo en equipo, solución de conflictos y liderar; en el mundo del trabajo se aceptan las competencias profesionales o laborales, relacionadas con cada área del conocimiento y la actuación del profesional en su campo específico; todas ellas en su conjunto se denominan competencias básicas.

Ahora bien, Perrenoud (2000, citado por Díaz Barriga, 2006) plantea que son varias las competencias que puede desarrollar el alumno: por un lado competencias para la definición y afrontamiento de problemas, competencias para la cooperación y el trabajo en red, para la comunicación escrita y oral y competencias para la autoevaluación espontánea o solicitada en donde el análisis de tareas cumplidas y para el establecimiento de nuevos planes de aprendizaje son predominantes.



Así pues, los saberes en uso necesarios para la vida personal y social de todos los ciudadanos y que se promueven según Balbuena (2006) gradualmente a lo largo de la educación básica, es lo que llamamos competencias, para Delors (1996) es ejercer eficazmente una actividad considerada generalmente como compleja, debido a que reflejan el saber, que involucra el conocimiento, el saber hacer, que se refiere a sus habilidades y el saber ser, que refleja actitudes. Motivo por el cual “es indisociable de la capacidad de dar respuesta ante una situación y conlleva la necesidad de establecer previamente, relaciones con conocimientos anteriores para lograr movilizarlos, transferirlos a diferentes campos y reelaborarlos según el contexto” (Comellas, 2002, p. 20). Las ideas referidas en torno al concepto de competencia implican describir como se da el aprendizaje a partir del desarrollo de competencias.

*2.1.2 Aprendizaje basado en competencias.* El aprendizaje basado en competencias pone énfasis en el proceso, más que en la obtención de resultados, en el proyecto de evaluación PISA (Programme for International Student Assessment) 2006, se refiere a un sistema de acción complejo que abarca las habilidades intelectuales, las actitudes y otros elementos no cognitivos, como la motivación, valores y emociones, que son adquiridos y desarrollados por los individuos a lo largo de su vida y que son indispensables para participar eficazmente en diferentes contextos sociales.

Es importante rescatar que según Aguilar y Cepeda (2005) la adquisición de competencias es un proceso que dura toda la vida, y aclaran que éstas, no solo se obtienen a través de la escuela o el aprendizaje formal, sino mediante la interacción con los demás; por lo que se identifican como habilidades complejas. En cambio para Sundberg (2001, citado por Vadillo y Klingler, 2005), no es posible desarrollar una competencia en otra persona; lo

único que se puede hacer es crear un escenario, proveer las herramientas y actuar como un catalizador del proceso.

Desde el ámbito de las ciencias de la educación Upegui (2003) resalta la relación que existe entre las competencias con el quehacer docente, por un lado la Didáctica es la parte de la Pedagogía que tiene como objeto de estudio del proceso educativo, entonces ésta, la Didáctica debe ocuparse de las competencias debido a la relación cercana que existe entre el maestro y el alumno y a que es la encargada de la forma de enseñar, los contenidos o temas que deben ser enseñados, los objetivos que se persiguen al enseñar, la manera como los seres humanos aprenden, las herramientas que facilitan el aprendizaje y muchos otros aspectos encaminados a educar al hombre, acorde con los cuatro pilares de la educación establecidos afirma Delors (1996) por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Cultura: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir en sociedad.

Además Upegui (2003) aclara que la competencia se sustenta en la cognición y se desarrolla para la actuación, siendo ésta el único medio posible para evaluarlas, en cambio para Rodríguez (2007) las competencias pueden evaluarse y apreciarse a través de indicadores que señalen los pasos alcanzados por el individuo en un ambiente escolar o laboral a lo largo de la vida.

La intención de Ramírez y Rocha (2006) al insertar el aprendizaje basado en competencias es para situar a la escuela en su contexto, que tenga en cuenta las grandes transformaciones culturales del mundo globalizado, desarrollando competencias que subrayan la puesta en práctica de los aprendizajes, facilitando su transferencia y evaluación que vinculen el mundo de la educación y su entorno.

*2.1.3 Desarrollo de competencias.* Dentro de las estrategias que desarrollan competencias existen entre otras: el método de casos, donde los alumnos trabajan alrededor de un caso de la vida real o simulado con la intención de darle solución; el aprendizaje basado en problemas, que contribuye a que el alumno identifique y solucione problemas; el seminario, permite que los alumnos realicen análisis e interpretaciones de textos, busquen información, elaboren textos nuevos, discutan en grupos de trabajo, entre otros y el aprendizaje cooperativo, centrado en el trabajo en equipo, solución de conflictos y liderazgo.

Ahora bien, Ramírez, Molina, Ramírez y Orozco (2005) señalan que el sector académico no ha desarrollado las competencias básicas necesaria para la incorporación del individuo al sector productivo; además de que no se tiene claro que las competencias hacen referencia a situaciones holísticas, por lo que es necesario tener la visión integral de los procesos implicados en el desarrollo de competencias.

En esta construcción del estado del arte el término competencia, adquiere significados diferentes de acuerdo con el modelo y teoría abordada, así como su origen que nace en el campo laboral y retomado por el educativo. Las ideas expuestas sobre el concepto de competencia se relacionan según Rodríguez (2007) con el modelo funcional, donde el término hace referencia a la capacidad para realizar actividades y lograr resultados en una función productiva, según criterios de desempeño, es decir lo que se debe hacer.

Para estos autores el enfoque de aprendizaje basado en competencias tienen su origen en la teoría conductista, cuando ofrece criterios que sirven para ir evaluando el desempeño y el desarrollo de las competencias, en cuanto que argumenta que se puede observar y demostrar, a lo largo del proceso formativo el grado en que se ha logrado las competencias;

por otro lado, los aportes del enfoque constructivista ofrecen a la educación basada en competencias, referentes que enriquecen la noción del acto educativo, al colocar en el centro de éste, al aprendizaje y la actitud del alumno para la búsqueda y la construcción de lo significativo en su propia cotidianeidad y en la escuela al resolver situaciones diversas, entre ellas las que implican de manera particular el uso de las competencias matemáticas.

*2.1.4 Competencias matemáticas.* El proceso de enseñanza de la Matemáticas aparece enmarcado por orientaciones de carácter epistemológico, psicológico, sociológico y pedagógico, Castro (2006) señala la función que tiene cada una de ellas, por una lado la epistemología explica el proceso de descubrimiento y construcción del pensamiento matemático, que junto con la psicología advierte la analogía existente entre las estructuras matemáticas y las estructuras elementales de la inteligencia, por su parte en el ámbito sociológico se aborda la forma en que se comunican eficazmente las ideas al tiempo que se plantean, enuncian, resuelven e interpretan problemas matemáticos.

Ante ello, las matemáticas sugiere Goñi (2008) deben dejar de ser un área de conocimiento para pasar a ser una de las competencias clave que ha de ser desarrollada a lo largo de todos los estudios. Sin embargo Alsina, Burgués, Fortuny, Giménez y Torra (1998) manifiestan tres puntos esenciales de la enseñanza de las matemáticas: a) ofrecer una educación matemática interesante para todo el mundo; b) crear una verdadera estimulación del aprendizaje, donde inducir, resolver, decidir, deducir, representar, verbalizar, explorar, investigar, etc., sean verbos que marquen la nueva dinámica y jubilen antiguas costumbres como la de calcular rutinariamente; c) el aprendizaje es una labor continua que forma parte de la vida de la persona y a la cual habrá de ayudar siempre a cualquier edad y en todas las situaciones que se presenten.

En este sentido, Niss (2002) señala que los conocimientos matemáticos son de gran importancia en y para la sociedad, de acuerdo con esta idea Alsina, Burgués, Fortuny, Giménez y Torra (1998), sugieren vivir la matemática; es decir presentar al alumno el mundo de la matemática a través de la vivencia activa de descubrimientos y reflexiones, realizando actividades y viviendo el aprendizaje como una experiencia progresiva, divertida y formativa.

Por consiguiente la competencia matemática, es igual al uso de conocimiento matemático para resolver problemas (situaciones) relevantes desde el punto de vista social (Goñi, 2008), además de que una gran parte del conocimiento matemático que aprenden actualmente los estudiantes en la enseñanza obligatoria no es utilizado por ellos en ningún contexto, ni en el momento del aprendizaje en la escuela ni en momentos posteriores al mismo en su contexto (Aguilar y Cepeda, 2005).

Para Goñi (2008) dichas competencias representan la habilidad para desarrollar y aplicar el razonamiento matemático con el fin de resolver diversos problemas en situaciones cotidianas; enfatizando el uso funcional del conocimiento matemático en numerosas y diversas situaciones de manera variada, reflexiva y basada en una comprensión profunda.

Lo anterior permite establecer la diferencia entre conocimiento y competencia matemática que según Pajares, Sanz y Rico (2004) radica en que el primero es el producto de la elaboración de la información que se recibe, mientras que la competencia es el uso de ese conocimiento en un contexto; lo que quiere decir que la puesta en práctica de los conocimientos refuerza la estabilidad cognitiva de los mismos y éste mejora el desempeño competencial.

Señala Escamilla (2008) que los procesos de pensamiento que fomenta la competencia matemática permiten entender situaciones problemáticas y aplicar informaciones a una gran variedad de situaciones y contextos y la conceptualiza como: el conjunto de habilidades y destrezas relacionadas con el reconocimiento e interpretación de los problemas que aparecen en los diferentes ámbitos y situaciones (familiares, sociales, académicos o profesionales); su traducción al lenguaje y contextos matemáticos; su resolución, empleando los procedimientos oportunos; la interpretación de los resultados y la formulación y comunicación de tales resultados.

Desde el punto de vista de Barraza (2003) las competencias matemáticas van asociadas al *hacer* con objetos matemáticos, atributos, relaciones, conceptos, procedimientos, operaciones, formas de razonamiento, propiedades, representaciones, estructuras, todo ello en las diversas situaciones y problemas con que éstos puedan tomar sentido y significado. La comprensión significativa está ligada a la diversidad de competencias de que dispone el estudiante para usar y aplicar conceptos y procedimientos matemáticos y para razonar y comunicar, las competencias aparecen entrelazadas; no existe una competencia pura de lenguaje o matemática.

La consideración de las matemáticas como modo de hacer y la noción de competencia matemática responden según Rico, Castro, Coriat y Segovia (1997, citados por, Rico, 2007) a un modelo funcional sobre el aprendizaje de esta asignatura, este modelo postula unas tareas contextualizadas, unas herramientas conceptuales y un sujeto. Cuando una persona trata de abordar las tareas mediante las herramientas disponibles, moviliza y pone de manifiesto su competencia en la ejecución de los procesos correspondientes, postura que comparten Alsina, Burgués, Fortuny, Giménez y Torra (1998) cuando proponen que el

trabajo de las matemáticas gire sobre el planteamiento de problemas, experiencias y proyectos basados en situaciones y objetos reales que inviten al escolar a trabajar activamente y a elaborar su propio proceso formativo de manera gradual, siguiendo secuencias conceptuales adecuadas.

La competencia matemática se enfoca entonces, en la capacidad de los estudiantes de utilizar su conocimiento matemático para enriquecer su comprensión de temas que son importantes para ellos y promover así su capacidad de acción, lo que les permite según Leyva y Proenza (2006) ser considerados como ciudadanos reflexivos y bien informados además de consumidores inteligentes.

Lo anterior, permite ubicar el significado de competencia matemática que hace alusión a las capacidades de análisis, razonamiento y comunicación que se ponen en juego por los estudiantes cuando resuelven o formulan problemas matemáticos en una variedad de situaciones y contextos, lo que posibilita no sólo la clasificación de las competencias sino describir el impacto que tienen en la construcción de aprendizajes significativos.

*2.1.5 Clasificación e impacto de las competencias matemáticas.* Igual que las competencias básicas, las competencias matemáticas se organizan de diferente manera atendiendo la conceptualización de diferentes autores, así pues Saffer (s/f, citada por Jackson y Andersen, 2003), las clasifica, primero en generales, las cuales incluyen la aritmética básica, es decir la suma, resta, multiplicación y división, en esta primera competencia se encuentra la capacidad de realizar operaciones básicas de cálculo y análisis de los números, estimación, apreciación de instrumentos, determinación de promedios y la conversión a medidas métricas con precisión. En segundo lugar las competencias prácticas matemáticas, incluyen conocimientos generales y la capacidad de utilizar el álgebra o

geometría hasta cierto punto, en la vida práctica. En tercer lugar se encuentran las competencias de matemáticas aplicadas, contiene las habilidades y conceptos de las dos primeras categorías, además se refiere al uso de la estadística o la trigonometría; finalmente la competencia de matemáticas avanzadas, requiere conocimientos matemáticos, comprensión y uso más exigente del cálculo y el álgebra lineal, los trabajos en esta clasificación demandan una comprensión de uno o más modelos matemáticos para predecir, probar y evaluar resultados.

Por lo que respecta a la Unión Europea, en el 2006 el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea con el fin de contribuir al desarrollo de una educación de calidad orientada al futuro y adaptada a las necesidades de la sociedad aprobaron las competencias claves para el aprendizaje permanente, las cuales según Goñi (2008) son: comunicación en la lengua materna, comunicación en lenguas extranjeras, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de la iniciativa y expresión culturales.

No obstante y una vez realizadas ciertas modificaciones las mismas se definieron de la siguiente forma: a) competencia en comunicación lingüística, b) competencia matemática, c) competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, d) tratamiento de la información y competencia digital, e) competencia social y ciudadana, f) competencia cultural y artística, g) competencia para aprender a aprender y h) autonomía e iniciativa personal.

Por su parte, Niss (2002) resalta ocho competencias que evalúa la OCDE/PISA a los alumnos y son las siguientes: pensar y razonar, se refiere a plantear preguntas características de las matemáticas, reconocer tipos de respuestas, distinguir entre diferentes



tipos de proposiciones, entender y manipular el rango y los límites de ciertos conceptos matemáticos; argumentar, se refiere al qué es y cómo se diferencia una prueba de otros tipos de razonamiento matemático; comunicar, capacidad de expresarse tanto de manera oral como escrita asuntos con contenido matemático, así como entender aseveraciones, orales y escritas de los demás sobre los mismos temas; modelar, hace alusión a la situación que se va a moldear, traducir la realidad a una estructura matemática, trabajar con un modelo matemático, validarlo, reflexionar, analizar y plantearle críticas, además de comunicar efectivamente sobre el modelo y sus resultados y monitorear y controlar el proceso de modelado; plantear y resolver problemas, comprende plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos utilizando una variedad de métodos; representar, se refiere a codificar y decodificar, traducir, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representaciones de objetos y situaciones matemáticas, así como las interrelaciones entre diversas representaciones; utilizar lenguaje y operaciones simbólicas formales y técnicas, comprende decodificar e interpretar lenguaje formal y simbólico y entender su relación con el lenguaje natural, manipular proposiciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas, utilizar variables, resolver ecuaciones y realizar cálculos; y utilizar ayudas y herramientas, que faciliten la actividad matemática, así como comprender las limitaciones de éstas ayudas y herramientas.

Esta última clasificación referida sienta el fundamento que contiene las competencias seleccionadas para este estudio, es decir, planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación. En el subapartado siguiente se aborda su impacto en la enseñanza.

Ahora bien, si hablamos del impacto que han tenido el desarrollo de competencias matemáticas al final de la educación obligatoria, conlleva a utilizar espontáneamente -en los ámbitos personal y social- los elementos y razonamientos matemáticos para interpretar y producir información, para resolver problemas provenientes de situaciones cotidianas y para tomar decisiones, como afirma Castro (2006) supone aplicar aquellas destrezas y actitudes que permiten razonar matemáticamente, comprender una argumentación matemática, expresarse y comunicarse en el lenguaje matemático, utilizando las herramientas de apoyo adecuadas, e integrando el conocimiento matemático con otros tipos de conocimiento lo que permite según Niss (2002) dar una mejor respuesta a las situaciones de la vida de distinto nivel de complejidad.

En el mismo sentido Alsina (2004) menciona que la enseñanza obligatoria en diversos países está sufriendo en los últimos tiempos una transformación que consiste en sustituir paulatinamente un currículo organizado por contenidos por uno organizado por competencias; de ahí que uno de los motivos principales fue dotar a los alumnos de una serie de habilidades, más que conceptos aislados, que les permitan sentirse competentes no sólo en la escuela sino en su vida cotidiana; no es suficiente que los estudiantes adquieran una serie de competencias matemáticas, sino que deben ser conscientes de estas adquisiciones, conciencia que se adquiere básicamente a través de la aplicación de los aprendizajes realizados en el aula en situaciones reales.

Las matemáticas aparte de tener un valor formativo tienen un papel socializador debido a que forman parte de la vida real de los alumnos como instrumento que les permite asegura Alsina (2004) desarrollarse mejor en su entorno en donde el papel de la familia y la sociedad para el desarrollo de competencias en los estudiantes es de vital importancia. Es

así como el desarrollo de las competencias matemáticas se asume según Castro (2006) como un fenómeno tanto individual como social y cultural, que tiene como escenario de impulso el aula y como agente consolidador la acción docente.

Así, en su relación con el mundo real, los estudiantes se enfrentan regularmente a situaciones matemáticas cuando compran, viajan, se alimentan, organizan su tiempo, juzgan cuestiones, y muchas otras, en las que usan el razonamiento cuantitativo, relacional o espacial. En éstas y en muchas otras ocasiones tienen que mostrar su competencia matemática para clarificar, formular y resolver problemas ya que, en todos estos casos, abordan y resuelven cuestiones mediante herramientas matemáticas. La competencia en matemáticas se considera parte principal en el ámbito educativo, debido a que las ideas y conceptos son herramientas para actuar sobre la realidad, con su uso cotidiano se manifiesta la competencia matemática de los escolares

*2.1.6. Evaluación de las competencias matemáticas.* Además del desarrollo de competencias matemáticas, la evaluación de las mismas recobra importancia en cuanto manifiesta el grado de dominio que se adquirió después de trabajar un periodo de tiempo en el logro de ellas. Así entonces, el conjunto de tareas mediante las cuales se evalúa el dominio de competencia matemática tiene en cuenta tres variables o dimensiones: el contenido matemático que se debe utilizar para resolver el problema, la situación o contexto en que se localiza el problema y las competencias o procesos que deben activarse para conectar el mundo real, donde surge el problema con las matemáticas y resolver entonces la cuestión planteada. Estas tres dimensiones corresponden a los tres componentes del modelo funcional antes descrito, en el cual un sujeto aborda unas tareas mediante las herramientas disponibles y para ello moviliza y pone de manifiesto su competencia en la ejecución de

unos procesos determinados. Los contenidos muestran el modo en que se organizan las herramientas conceptuales; las tareas son problemas del mundo real, que se ubican en distintos contextos y proceden de diversas situaciones. Los diferentes procesos que llevan a cabo los sujetos ponen de manifiesto distintas competencias (Rico, 2007).

En este sentido la evaluación puede y debe contribuir a que los estudiantes continúen aprendiendo, debido a que siempre será posible retroalimentar al evaluado, para que la aspiración y razón de ser de la evaluación sea la de contribuir a la mejora de los procesos de aprendizaje (Pimienta, 2008). Por su parte Escamilla (2008) menciona que la evaluación debe formar parte del proceso enseñanza-aprendizaje, como tal exige unos principios para evaluar su desarrollo; continuidad, sistematicidad y flexibilidad.

Los referentes para llevar a cabo la anterior tarea de acuerdo con Escamilla (2008) son los criterios de evaluación y en el caso de la competencia matemática plantea la utilización del lenguaje matemático con propiedad para expresar relaciones de: cantidad, orden, ubicación, distancia; el seguimiento de procesos de razonamiento; inductivos, deductivos; la evaluación de grados de certeza asociados a los resultados derivados de los razonamientos; el empleo espontáneo, en los ámbitos personal y social, de elementos y razonamientos matemáticos para interpretar y producir información.

Puesto que también se trata de evaluar el dominio de competencias, una evaluación formativa de buena calidad y un entrenamiento en la práctica de la autoevaluación obedeciendo ciertos criterios e indicadores se convierten en elementos primordiales para asegurar la formación y el éxito de los alumnos (Denyer, Furnémont, Poulain y Vanloubbeeck, 2007).

Dado que la competencia se define como la respuesta eficiente ante una situación real, concreta y en un lugar y momentos determinados, Zabala y Arnau (2008) mencionan que la evaluación de las competencias es imposible si no se realiza en el mismo momento en que se plantea la circunstancia que exige ser competente y señalan:

La perversión del sentido de la evaluación en la enseñanza ha comportado que ésta se entienda sólo como un medio para conocer la competencia adquirida en la resolución de pruebas estandarizadas y, por lo tanto, que el único objeto de enseñanza posible en la escuela sea sólo aquello que puede ser evaluado con un examen de papel y lápiz (p. 199).

Para estos autores el medio para identificar y dar cuenta del grado de desarrollo de una competencia es la intervención del alumno ante una situación-problema que sea reflejo, -lo más aproximado posible-, de las situaciones reales en las que se pretende que sea competente, siendo necesario determinar los indicadores de logro, lo cual requiere el uso de instrumentos y medios diversos como la observación en función de las características específicas de cada competencia así como los distintos contextos donde ésta debe o puede llevarse a cabo.

Una muestra palpable de lo descrito es el modelo de evaluación que lleva a cabo PISA a los alumnos de 15 años al término del periodo de su educación obligatoria y que tienen como objetivo según Rico (2007) que cuando éstos resuelvan problemas pongan en práctica una variedad de procesos, es decir, muestren el desarrollo de ciertas competencias matemáticas. El concepto de competencia asociado con dichos procesos pone el acento en lo que el alumno es capaz de hacer con sus conocimientos y destrezas matemáticas, más que en el dominio formal de dichos conceptos y destrezas.

La idea principal es centrar la evaluación en el proceso del estudiante, en torno a su aprendizaje y en el significado funcional de mismo, que se expresa mediante las

capacidades mostradas en relación a una serie de competencias generales: pensar y razonar, argumentar, comunicar, modelar, plantear y resolver problemas, representar, utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones, usar herramientas y recursos.

Al respecto, Rico (2007) las caracteriza de la siguiente forma.

Pensar y razonar. Esta competencia incluye (a) plantear cuestiones propias de las matemáticas (¿Cuántos hay? ¿Cómo encontrarlo? Si es así, ¿entonces?); (b) conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a las cuestiones anteriores; (c) distinguir entre diferentes tipos de enunciados (definiciones, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos, afirmaciones condicionadas); y (d) entender y utilizar los conceptos matemáticos en su extensión y sus límites.

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

Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones. Consiste en (a) decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural; (b) traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal; (c) manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; y (d) utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.

Uso de herramientas y recursos. Engloba el uso de los recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados. Hacen alusión al manejo de técnicas, guarda relación con la argumentación debido a que en muchos casos es necesario encontrar razones que justifiquen un

procedimiento o resultado, Chevallard, Bosch y Gascón (1998) plantean que el análisis de estos procedimientos llega a convertirse en técnicas para la adaptación a nuevos problemas.

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

Por tanto, la argumentación consiste en un conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes dirigidas a la explicación de determinados procesos, proposiciones, tesis, planteamientos, teorías, sucesos, fenómenos naturales y sociales, un ejemplo de aplicación en matemáticas consiste en explicar el empleo de un determinado razonamiento en la solución de la vida cotidiana, entre los criterios a considerar están: coherencia en los argumentos, sujeción a pruebas y hechos que los demás puedan constatar, sencillez en el discurso y lógica, es conformar nuevas estructuras de pensamiento haciendo uso de la comunicación oral y escrita, involucra a los individuos en la práctica de importantes habilidades cognitivas, tales como el pensamiento crítico, el razonamiento y la deliberación, es importante formular argumentos que den sustento al procedimiento y/o solución encontrados, que conlleven a desarrollar la capacidad para evaluar y analizar los argumentos de los demás en el diálogo y a su vez transferir esas habilidades a los argumentos por escrito (Tobón, 2007).

Los argumentos, resalta Burke (1968, citado por Miller, 2004) deben interpretarse como un modo de representación simbólica que tiene ciertas posibilidades únicas para influir en las personas, ya que en la argumentación el componente central es el lenguaje,

debido a que la argumentación conlleva a una terminología de pensamientos, acciones, emociones y actitudes para la codificación de un patrón de experiencia.

El desarrollo de esta competencia no es tarea sencilla, como lo afirma Stein (2001) es difícil ponerla en práctica, por lo que el docente debe centrar su atención en los procesos que los estudiantes adoptan ante determinadas situaciones y la manera en la que convencen a otros de la veracidad de afirmaciones mediante diversos procedimientos y pruebas.

Comunicar. Competencia matemática que permite expresarse sobre temas de contenido matemático de forma oral y escrita; y a la vez entender enunciados de otras personas a través del lenguaje oral y escrito, así Tobón (2007) describe esta competencia como “Comunicar los mensajes acorde con los requerimientos de una determinada situación” (p. 67), ejemplo de ello es: interpretar textos atendiendo a las intenciones comunicativas, a sus estructuras y a sus relaciones y a la producción de textos con sentido, coherencia y cohesión, a la vez Whitin y Whitin (2002) mencionan que debido a que las matemáticas con frecuencia transmiten símbolos, la comunicación no siempre se reconoce como una parte importante de la enseñanza de esta asignatura. Hablar, dibujar y escribir son estrategias que los alumnos utilizan para justificar su forma de pensar, formular preguntas y resumir situaciones importantes. Con ellas se consigue registrar observaciones de carácter general, hacer predicciones, detectar anomalías, proponer teorías, y poner a prueba sus ideas. De esta forma, los alumnos comienzan a desarrollar las habilidades de comunicación que se debe poseer para ser matemáticamente ciudadanos alfabetizados.

La competencia comunicativa se desarrolla de acuerdo con Romero (2000) a partir de tres tipos de conocimiento que la componen: el conocimiento para la interacción, el conocimiento del mundo y el conocimiento del código. En el primero el alumno participa



en las actividades cotidianas y va siendo más activo, llegando a influir de manera positiva. Por otro lado, la participación que el estudiante tiene, tiende a cambiar si el contexto se altera y es en el conocimiento del código preestablecido donde se aprecian los mecanismos de comprensión y producción que el alumno va desarrollando.

Particularmente, Silbey (2003) respalda esta postura, cuando menciona que la comunicación es importante en el aprendizaje de las matemáticas, ya que para los estudiantes, una de las claves para la profundización de la comprensión matemática radica en la comunicación. Hablar del problema, escuchar las soluciones de los demás, y escribir los pasos para resolver el problema ayuda a los estudiantes a organizar y consolidar su pensamiento matemático. Y puntualiza, el uso de la palabra y la escritura en matemáticas son herramientas poderosas que pueden utilizarse para evaluar los conocimientos de los estudiantes y su constante necesidad de comunicación origina la aparición de habilidades para explicitar ideas, favoreciendo con ello el desarrollo de la competencia comunicativa, como conjunto estructurado y dinámico de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que intervienen en el desempeño efectivo de las actividades que se realizan en la vida cotidiana en contextos específicos a través de la ejercitación constante y de la comunicación.

De hecho, esta última es entendida como la capacidad de dar cuenta del propio pensamiento utilizando diversos elementos expresivos. Goñi (2008) por su parte la considera como un factor de vital importancia para el desarrollo de la capacidad de resolver problemas, aunque en la actualidad sea poco trabajada y valorada en matemáticas, no es posible desarrollar un proceso de pensamiento largo y complejo sin la ayuda de un elemento expresivo. Al resolver un problema, se escriben los datos, se realiza un dibujo que

represente la situación, se escriben las operaciones a realizar de forma indicada, todo ello hace uso de formas expresivas que ayudan a organizar el proceso de pensamiento necesario para la resolución del problema, por tal razón las matemáticas son un área de conocimiento en el que el elemento expresivo ocupa un lugar central. Por su parte Monaghan (2006) alude que la matemática además de ser una forma de pensar, es un tipo de lenguaje que es necesario orientar y practicar para desarrollar una fluidez en este nuevo idioma. Por lo tanto, los alumnos no pueden vivir en el aula renunciando a la comunicación entre su razón y sus acciones, porque aprender las prácticas matemáticas conlleva el aprender a legitimar con criterios sociales sus acciones comunicando entre sí sus objetivos y sus estrategias (Gallego et al. 2005).

Por su parte, autores como Luria, Leontiev y Vigotsky (1986) refieren que la comunicación es un factor del desarrollo mental, mediante el cual se construye un modo de ser socialista, en el salón de clase los alumnos toman conciencia de la insuficiente claridad y precisión de sus conceptos, de las contradicciones que éstos determinan, es así que en el campo evolutivo la comunicación considera el desarrollo de habilidades lingüísticas, cognitivas y sociales.

En tanto que, Pesci (2006) reconoce que las competencias fundamentales para la eficacia de los profesores son aquellas encaminadas a organizar el trabajo en grupo; ser capaz de observar y desarrollar en los estudiantes las habilidades sociales, como es la capacidad de comunicarse y escuchar a los demás; intervenir en las argumentaciones de los alumnos sin ir más allá de los límites; introducir nuevos recursos en sus prácticas así como el compartir objetivos comunes con sus colegas. Particularmente se refiere a dos:

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

Plantear y resolver problemas, que comprende (g) el planteamiento de problemas, referidos a esbozar, formular y definir diferentes tipos de situaciones que impliquen el uso de problemas matemáticos (puros, aplicados, de respuesta abierta, cerrados; y (h), la resolución de problemas, es decir, resolver mediante una diversidad de vías diferentes tipos de problemas matemáticos (Rico, 2007).

Además es conveniente mencionar una habilidad inmersa en la competencia matemática, esta es la capacidad de plantear, formular, resolver e interpretar problemas empleando las matemáticas dentro de una diversidad de circunstancias y contextos, en situaciones que van de lo cotidiano a lo inusual y de lo simple a lo complejo (Leyva y Proenza, 2006). Dicho de otra manera poner de manifiesto como resaltan Alsina, Burgués, Fortuny, Giménez y Torra (1998) la capacidad de enseñar matemáticas arraigadas al lugar y a los contextos sociales, lingüísticos, culturales, entre otros, con el fin de provocar mil situaciones que conduzcan a problemas interesantes, alternativas que para Goñi (2008) tienden a disminuir el fracaso en matemáticas.

Como lo afirma Ortega (2005) en ese sentido, el objetivo fundamental de la enseñanza de las matemáticas debe ser la resolución de problemas debido a que es un medio muy interesante para reforzar el aprendizaje del resto de los contenidos curriculares

y un camino de ida y vuelta entre el aprendizaje de las matemáticas y la aplicación de las mismas a casos prácticos de toda índole. Para Abrantes et al. (2002) hoy en día se pretende que a través de la resolución de problemas se activen en el alumno una serie de estrategias y procesos mentales (cognición y pensamiento) que tienen en común la creatividad y la curiosidad y dejan de lado la aplicación mecánica irreflexiva de unas formulas determinadas.

De hecho la cognición y el pensamiento se definen según Rogoff (1993) como la capacidad para resolver problemas, en donde pensar, sentir y actuar están integrados, implica por naturaleza propia emociones, relaciones sociales y una estructura social debido a que es esencial en la estructuración de la realidad. Por lo tanto, la resolución de problemas es una forma de aprendizaje significativo por descubrimiento (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983). De la misma forma, Polya (1997) refirió que, cuando se plantea un problema por muy modesto que éste sea; pero si pone a prueba la curiosidad y se activan las facultades inventivas; mejor dicho, si se resuelve por propios medios, se puede experimentar el encanto del descubrimiento y el goce del triunfo. Las variables más importantes que influyen en la resolución de problemas son: la disponibilidad de conceptos y principios en la estructura cognoscitiva, enfocados a los problemas particulares; características cognoscitivas y de personalidad como la capacidad de integración, el estilo cognoscitivo, la sensibilidad al problema, la flexibilidad, la capacidad de improvisar, la audacia, la curiosidad intelectual y la tolerancia a la frustración (Rogoff, 1993), que dependen sobre todo del nivel o grado de dificultad de los problemas planteados.

Incluso en la psicología educativa, Ausubel, Novak y Hanesian (1983) distinguen dos tipos principales de resolución de problemas, los cuales se presentan en todas las edades,

por un lado el enfoque de ensayo y error, el cual se basa en la variación, aproximación y corrección de respuestas hasta que surge una variable acertada; y por el otro el enfoque de discernimiento, que supone una disposición hacia el descubrimiento de una relación significativa que fundamenta la resolución de problemas.

Cuando se plantea un problema verbal, explican Resnick y Ford (1990) el estudiante debe traducir de alguna manera las frases a un problema de cálculo, lo que supone leer e interpretar las palabras, determinar qué operaciones se requieren, y ajustar el problema de forma que se puedan seguir procedimientos de resolución conocidos, conviene entonces definir una estrategia para identificar lo que se conoce y lo que se puede describir.

Para la National Council of Teachers of Mathematics (1995) los problemas matemáticos implican poner en juego la observación, exploración, toma de decisiones, organización, reconocimiento, rememoración, combinación, formación de diagramas, formulación de conjeturas, clasificación, formulación, generalización, verificación y aplicación al obtener una respuesta, partiendo de la identificación del problema, como una tarea que consiste en reconocer situaciones problemáticas en una diversidad de contextos, por lo tanto, y retomando a Polya (1997) la solución a éstos permiten, la construcción de conocimientos más significativos, generando la necesidad de dejar a un lado la explicación de algoritmos convencionales, asociados a un determinado contenido.

Por ello, teóricos de la psicología cognitiva refieren que los procesos simbólicos empleados para resolver problemas, tales como razonar, hablar, escribir, aprender e inventar se han construido y ensayado bajo modelos empíricos (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983), debido a que se utilizan en la realización de tareas simples y luego más complejas dichos procesos. Los mismos no son sólo un fin de la enseñanza, particularmente

de las matemáticas, sino el medio esencial para lograr el aprendizaje, en donde los estudiantes deberán tener frecuentes oportunidades de plantear, explorar y resolver problemas que requieran un esfuerzo significativo, ante tal situación. Al respecto, Lesh (1985) ratifica que los estudiantes deben ser enseñados a reconocer situaciones en las que sus conocimientos matemáticos puedan utilizarse.

Es decir, resolver problemas implica una habilidad práctica que solo se puede aprender mediante la imitación y la práctica, Polya (1997) aclara que no hay ninguna llave mágica que abra todas las puertas y resuelva todos los problemas, es decir la importancia de la resolución de problemas radica en que por naturaleza la vida está en continuo cambio y segundo, al plantear y resolver problemas se hace uso de la reflexión cuantitativa, de igual forma la National Council of Teachers of Mathematics (1995) aclara que cuando los estudiantes lleguen a estudios superiores, o a un empleo tendrán que ser capaces de resolver los problemas que se les planteen.

La ventaja de que un individuo inicie a una edad conveniente a resolver problemas, puede determinar, según Polya (1997) una afición para el trabajo intelectual e imprimirle una huella imperecedera en la mente y en carácter, si al contrario el profesor dedica tiempo a ejercitar a los alumnos en operaciones rutinarias, matará en ellos el interés e impedirá su desarrollo intelectual, lo que se debe hacer señala el autor es poner a prueba la curiosidad de los alumnos planteándoles problemas adecuados a sus conocimientos, ayudarles a resolverlos por medio de preguntas estimulantes, despertará el gusto por el pensamiento independiente. En este sentido señala Hahn (2000) que el trabajo a partir de problemas reales, cercanos a las experiencias vividas por los alumnos, facilita la identificación de las

estructuras matemáticas, además cuando los alumnos se acostumbran a trabajar con situaciones abiertas resuelven más fácilmente problemas de la vida cotidiana.

Para resolver problemas sugiere Segarra (2004) hay que partir de lo vivencial, de la observación y de la experimentación sobre las cosas para plantearse problemas matemáticos así mismo descubrir en la realidad los campos de aplicación y la utilidad de las matemáticas. Luchar para que los alumnos se habitúen a tratar de justificar sus soluciones, a defenderlas, a recapitular sobre sus planteamientos es fundamental desde el punto de vista formativo. Se analiza según Abrantes et al. (2002) desde una óptica psicologista las fases en la resolución de problemas, la teoría del procesamiento de la información insiste en la necesidad de que los procedimientos que se aprenden se realicen de manera significativa para garantizar un buen uso de las estrategias y procedimientos en la resolución de problemas.

Para Polya (1997), en la resolución de problemas el rol del maestro consiste en ayudar al alumno, requiere dedicación, tiempo, práctica y buenos principios, para que el estudiante adquiriera la mayor experiencia posible, sin embargo aclara que dejarlo trae como resultado que no progrese, así como ayudarlo demasiado y dejarle nada, dicho de otra manera “si el estudiante no está en condiciones de hacer gran cosa, el maestro debe mantenerle al menos la ilusión del trabajo personal” (p. 25) ayudarlo discretamente, sin imponérselo y recomienda centrar la atención de los alumnos con preguntas encaminadas a reflexionar como son ¿cuál es la incógnita?, o ¿qué se requiere?, ¿qué quieres determinar?, ¿qué se te pide que encuentres?, con el propósito de concentrar la atención del alumno sobre la incógnita.

Hacer dibujos para representar un problema es una herramienta muy útil, mencionan Kilpatrick, Gómez y Rico (1999), que una de las heurísticas más poderosas es pensar en un problema más sencillo que tenga las mismas características y brinde las pautas para poder solucionar el problema complejo, los autores comentan que una técnica que Polya utilizaba en sus clases era resolver problemas en voz alta, para que los alumnos pudieran ver el tipo de heurística que utilizaba y le daba buenos resultados. Esta estrategia consiste en utilizar el haga, hable y registre, lo que se hace es que primero los estudiantes trabajan el problema, luego hablan, se discute y se explican las soluciones entre las personas de un grupo para finalmente, escribir lo que se ha hecho para llegar a la solución, este procedimiento fue diseñado, afirman Kilpatrick, Gómez y Rico (1999) para mejorar no solo la capacidad de resolver problemas, sino las posibilidades que tiene la persona de reflexionar sobre el cómo resolverlos.

Ahora bien, en cuanto a Schoenfeld (1985) propone un marco con cuatro componentes que sirva para el análisis de la complejidad del comportamiento en la resolución de problemas: 1) recursos cognitivos: conjunto de hechos y procedimientos a disposición del resolutor, 2) heurísticas: reglas para progresar en situaciones difíciles, 3) control: aquello que permite un uso eficiente de los recursos disponibles y 4) sistema de creencias: nuestra perspectiva con respecto a la naturaleza de la matemática y cómo trabajar en ella, todo ello implica retomando a Duhalde y González (1996) poner en juego los afectos, los conocimientos y las experiencias previas; y su relación con las situaciones contextuales en las cuales el problema se presenta.

Por su parte Wieth (2005) menciona que la influencia de la motivación en los mecanismos cognitivos implicados en la solución de problemas, muestran una relación



entre la competencia de resolver problemas y la motivación, el autor señala el papel de la motivación en los procesos escolares y de manera específica en la solución de problemas, competencia deseable de desarrollar.

En esta perspectiva, estimular a los estudiantes a formularse preguntas a sí mismo, es parte importante en la resolución de problemas tales como: ¿qué es lo que conozco?, ¿cuáles son los hechos dados?, ¿qué es lo que deseo encontrar?, ¿qué otra información necesito? sin el olvidar que “las matemáticas sirven sobre todo para resolver problemas” (Chevallard, Bosch y Gascón, 1998, p. 33). Implica que el alumno se enfrente ante un nuevo conocimiento a construir, un desafío en el cual existe un objetivo que se quiere lograr, por tanto habrá de ser significativo para los alumnos, además requieren buscar información o procedimientos de resolución diferentes a los que ya se posee. Como señala Uttech (2001), la resolución de problemas es una de las competencias necesarias que se espera desarrollar en los estudiantes y plantea “¿cómo se pueden impulsar los procesos de pensar creativa y críticamente en un contexto auténtico donde los estudiantes resuelvan problemas reales?” (p. 98).

Las anteriores ideas remiten al significado de competencia matemática por expertos en el área, como una de las unidades de análisis de este estudio. En resumen se muestra el desplazamiento del lugar central que ocupaba el conocimiento asentado en el currículo para situarlo en el uso social que se hace del mismo, es decir, la importancia de esos conocimientos como herramienta para el desarrollo personal, social, profesional y académico, esta visión justifica el concepto de competencia matemática, su clasificación, impacto y evaluación; en esta perspectiva una estrategia de trabajo para desarrollarlas es motivo de investigación del siguiente apartado.

## 2.2 Técnica de aprendizaje orientado en proyectos (POL)

En esta sección se desarrolla lo referido a la técnica POL, que contempla el desarrollo de los antecedentes, conceptualización y la metodología que implica su uso.

*2.2.1 Antecedentes y conceptualización.* El aprendizaje basado en proyectos tiene sus raíces históricas en la educación progresiva en Alemania entre 1895 y 1933 con teóricos como Lietz y Kirchensteiner (s/f, citados por Stauffacher, Walter, Lang, Wiek, & Scholz, 2006), el pragmatismo en los Estados Unidos, con Dewey y Kilpatrick (s/f, citados por Stauffacher et al. 2006) y en las escuelas de Rusia, representada por Blonskij y Makarenko (s/f, citados por Stauffacher et al.), en este sentido las bases en las que se encuentra el aprendizaje orientado en proyectos se remontan hasta principios de siglo pasado, cuando Dewey 1938 y Vygotsky, 1962, 1978 (citados por Grant y Branch, 2005) alientan la experiencia de aprendizaje proporcionando los fundamentos teóricos para el aprendizaje basado en proyectos. Más recientemente, Brown, Collins y Duguid 1989 y Lave 1990 (citados por Grant y Branch, 2005) han propuesto que el aprendizaje es contextualizado y que a través de interacciones con el medio ambiente, incluidas las personas y las tecnologías, los individuos crean significado.

Fue Kilpatrick (1908, citado Cordero, 2005) quien utilizó este método como una nueva situación cognoscitiva a través de una actividad más concreta, asociada al interés y al agrado del alumno. Con base en esta idea en el Chat wrap-up: project-based learning (2006) se enfatiza que el mayor problema que enfrenta la gran parte de las escuelas secundarias es que los estudiantes están aburridos y no muestran actitudes favorables a aprender, ante tal situación Diffily (2002) menciona hay varias maneras de poner en práctica los principios de

la enseñanza, una de las formas más eficaces es a través del aprendizaje basado en proyectos, proceso natural en el que todos los alumnos en el aula trabajan a su propio nivel.

Este enfoque de instrucción ha captado el interés de muchos educadores en los últimos 25 años, afirma Brooks-Young (2005), sus raíces se encuentran en dos importantes avances, el primero en la creciente comprensión de cómo la gente aprende, de tal forma que los estudiantes se convierten en participantes activos de su propio aprendizaje, lo que permite aumentar su rendimiento académico. El segundo es por la caída de la Era de la Información, por esta razón se espera que los alumnos sean capaces de identificar y resolver los problemas, el trabajo y las tareas en equipo, hacer frente a las grandes cantidades de información, planificar y llevar a cabo múltiples tareas con supervisión limitada, evaluar la calidad de su propio trabajo y reflexionar sobre sus experiencias para mejorar la calidad de la labor futura.

Actualmente el aprendizaje basado en proyectos es el método con un enfoque global en la instrucción, Brooks-Young (2005) resalta que cuando los estudiantes participan en proyectos y en la práctica relacionan una gama de conocimientos de matemáticas, lenguaje, artes, geografía, ciencia y tecnología promueve un mayor reconocimiento de la responsabilidad social. Este método se utiliza cuando se quiere aprender de manera sistemática acerca de la vida cotidiana, de tal manera que se vuelve según Poell y Van der Krogt (2003) un enfoque centrado en el alumno más que en el líder, enfocado a la ejecución en lugar de la planificación, en la continuación en lugar de la producción, sobre la diversidad en lugar de la óptima solución de pensamiento. En este mismo sentido Moss (1998, citado por Foulger y Jimenez-Silva 2007) describe el aprendizaje basado en proyectos como un método de instrucción que contextualiza el aprendizaje de los

estudiantes con la presentación de los productos a desarrollar o problemas a resolver, además los involucra en el diseño, la solución de problemas, las actividades de investigación, o la toma de decisiones.

La técnica POL tiene un uso muy variado en diferentes campos como la ingeniería, en el nivel de preparatoria y en línea (ITESM, 2006), también ha sido aplicado en la enseñanza primaria y secundaria con impresionantes resultados en el rendimiento de los estudiantes, la solución de problemas capacidades, la comunicación y la comprensión (Thomas, 2000). Debido a que como afirman Gallego et al., (2005) todos los alumnos poseen valiosos conocimientos matemáticos, que es urgente convertir el aula en un espacio de dialogo donde se puedan acoger sus saberes, compartir argumentos y establecer acuerdos.

Para Share y Rogers (1997) quienes se apoyan con esta metodología refieren que los estudiantes están facultados para tomar decisiones acerca de su aprendizaje, lo que hace que se sienten mejor física y mentalmente y logran un mayor rendimiento académico, desarrollan actitudes positivas y se sienten respetados como personas, razón por la cual el aprendizaje basado en proyectos apoya a los estudiantes en su desarrollo emocional y social, así como a mejorar sus logros académicos.

La técnica de aprendizaje orientada en proyectos conduce al estudiante a construir su aprendizaje mediante la exploración de un problema que requiere una solución práctica. Filosóficamente, de acuerdo con el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM, 2006) POL se basa en el principio constructivista de la educación: aprender haciendo, de ahí que Gülbahar y Tinmaz,(2006) destaquen que ha ganado la atención por su enfoque centrado en el alumno y por la participación activa de los mismos, con esta perspectiva constructivista los estudiantes, mejoran sus habilidades y la

configuración de su proceso de aprendizaje y la solución de problemas en diversas situaciones, y que la forma más eficaz de aprender según Share y Rogers, (1997) se produce cuando los estudiantes son capaces de aplicar sus nuevos conceptos en tareas importantes y los proyectos son oportunidades para hacerlo.

De acuerdo con lo anterior Helic, Krottmaier, Maurer y Scerbakov (2005) manifiestan que el aprendizaje basado en proyectos es un éxito, una técnica innovadora y altamente aceptada en la enseñanza y el aprendizaje por los beneficios que trae para los alumnos y profesores sin embargo para que los proyectos tengan éxito se conjugan las experiencias de aprendizaje, la disposición de tiempo suficiente, aptitud para trabajar con otras personas, conocimientos necesarios para explorar las cuestiones que se plantean y entender del maestro el método de evaluación.

Por lo que trabajar en equipos interdisciplinarios con la técnica POL permite a los alumnos según Mijares, Gutiérrez, Esquivel y Martín (2006) resolver problemas complejos, utilizar el pensamiento crítico en la valoración de la información para tomar decisiones; planear, organizar y administrar el tiempo y los recursos para el logro del proyecto, con lo cual se enfrenta a los alumnos a problemáticas reales que deben de resolver y más tarde aplican lo que aprendieron en su vida diaria. Con ello, afirma Villarroel (2006) se intenta imitar la vida, ya que las acciones del ser humano no son otra cosa que realizaciones de proyectos, por lo que se requiere que el alumno aprenda a aprender. De ahí que para Share y Rogers (1997) existe un interés hacia el aprendizaje orientado en proyectos que parece provenir de la creciente evidencia de que es necesario dar a nuestros alumnos más oportunidades para el ejercicio de su pensamiento de orden superior y capacidad de resolución de problemas.

Con este referente Perronoud (2004) distingue un proyecto como una actividad pedagógica precisa como “montar un espectáculo en común, organizar una jornada deportiva, proponer talleres para facilitar la comunicación, editar un periódico” (p. 70), el aprendizaje basado en proyectos agrega Vélez (s/f), involucra a los alumnos en la investigación de problemas o actividades relacionadas con el currículo debido a que requiere la participación activa e inspira a los estudiantes a esforzarse por lograr una comprensión más profunda de los temas que están estudiando (Project-Based Learning, 2008).

Para Thomas (2000) existen cinco criterios que caracterizan el aprendizaje basado en proyectos, el primero, no son ajenos al plan de estudios; segundo, se centran en cuestiones o problemas que conducen a los estudiantes a encontrar los conceptos centrales y principios de una disciplina; tercero, involucran a los participantes en una investigación constructiva; cuarto, son impulsados por los alumnos de manera significativa; y quinto, son realistas.

Los proyectos son tareas complejas, sobre la base de impugnar preguntas o problemas que involucran a los alumnos en el diseño, la solución de problemas, toma de decisiones, o actividades de investigación; además brindan la oportunidad de trabajar de manera autónoma durante períodos de tiempo y; culminan en productos o presentaciones (Thomas, 2000).

Menciona Kris y Law (2004) que el aprendizaje basado en proyectos se lleva a cabo a través de los debates entre los miembros del equipo cuando se realizan las tareas y que el intra-aprendizaje se produce a lo largo del proyecto, y se repite. Por otra parte resulta importante la aplicación de la tecnología cuando se trabaja con POL pues representa como afirman Foulger y Jimenez-Silva (2007) una herramienta cognitiva que ayuda a los

estudiantes a desarrollar el pensamiento crítico, y a tomar conciencia de los procesos de construcción del conocimiento, contrario a esta postura es la del Chat wrap-up: project-based learning (2006), en cuanto a que el aprendizaje basado en proyectos no siempre requiere la tecnología, ésta es utilizada como un instrumento, un medio para hacer agradable mirar los productos o para la investigación en internet.

Para Thomas (2000), el aprendizaje basado en proyectos satisface las diversas necesidades que tienen los estudiantes dentro del aula, incluso Kucharski, Rust y Ring (2005) afirman que tiene el potencial para crear motivación intrínseca y proporcionar oportunidades para aplicar conocimientos. POL, asegura Wolk (1994) puede también aumentar la autoestima, mejorar las habilidades sociales y proporcionar un entorno para que los alumnos experimenten el éxito en un cierto nivel, por otro lado, sostiene que los beneficios directos de trabajar proyectos, entre otros es el aumento de la capacidad en la resolución de problemas, la investigación, comunicación, recursos y capacidades de gestión, y la autonomía e interacción que se fortalece en los estudiantes.

Con base en lo anterior, el punto de partida del aprendizaje con el uso de POL es un problema que necesita ser resuelto, así los cursos se estructuran en torno a los problemas en lugar de asignaturas y las prácticas y experiencias se completan con el material teórico. La integración de la práctica y la teoría como innovación pedagógica es guiada por el problema y no por un modelo teórico (Jonassen, 2000, citado por Stauffacher, Walter, Lang, Wiek, & Scholz, 2006).

En este mismo plano Moje (2001, citado por Stauffacher, Walter, Lang, Wiek, & Scholz, 2006) comentan las características del aprendizaje basado en proyectos: (a) abarcan preguntas que vale la pena y el contenido es significativo, pues está basado en problemas

auténticos del mundo real, (b) las investigaciones y la creación de artefactos permiten a los estudiantes a aprender a aplicar los conceptos, representan conocimientos, y recibir retroalimentación permanente; (c) la colaboración entre estudiantes, profesores, y otros miembros de la comunidad escolar, y (d) el uso de la alfabetización y herramientas tecnológicas. Sin embargo, para Callison (2006) la complejidad de aplicar el aprendizaje basado en proyectos en escuelas públicas, se debe a las frustraciones que puede originar, debido a que el proceso puede consumir demasiado tiempo y es difícil mostrar claramente lo que el estudiante aprendió.

En consecuencia resulta fundamental que el tema del cual parte proyecto a desarrollar sea pertinente; es decir que se centre en lo quieren aprender acerca de él, lo que necesariamente no tiene porque tener el mismo significado para cada uno de los participantes, el grupo podrá estar constituido por miembros con diferentes puntos de vista de la temática, el rol del asesor juega un papel central en el proyecto de aprendizaje O'Nei (1999, citado por Poell y Van der Krogt 2003), agregan Stauffacher, Walter, Lang, Wiek, & Scholz (2006) ya no es un experto en los contenidos, sino un experto en el proceso de aprendizaje y resolución de problemas de los alumnos, por otro lado Beneke, y Liu y Chien, (2000, 1998, citados por Kucharski, Rust y Ring, 2005) refieren que los profesores prefieren el enfoque de proyectos a los métodos tradicionales, pues observan las mejoras en la motivación y el entusiasmo entre los alumnos.

Por su parte autores como Brooks-Young (2005) señalan que, el aprendizaje basado en proyectos es conocido también como PBL (Project Based Learning), o POL (Project Oriented Learning) está enfocado a la instrucción, a los profesores y a los equipos de alumnos, lo que hace POL es: identificar un problema del mundo real, desarrollar una



orientación o dirección de la pregunta o sobre el problema, investigar, formular una solución, crear objetos relacionados con la solución y en base a la investigación, presentar la solución a otros, evaluar el trabajo de los estudiantes a lo largo del proyecto y reflexionar sobre los logros; además de lo mencionado el diseño de un proyecto utilizando POL debe de ser basado en estándares, ligado directamente al currículo, multi-disciplinario, de composición abierta y que se lleve a cabo durante un periodo de tiempo. Por lo tanto el aprendizaje basado en proyectos comienza con una idea preconcebida de un producto final, que se puede lograr a través del dominio de conocimientos específicos y habilidades de los estudiantes, según Gubacs (2004) los estudiantes aprenden contenidos y estrategias de enseñanza innovadoras, al tiempo que se dedican de lleno a la realización de su proyecto.

Felder y Prince (2007) sugieren que a veces hay buenas razones para introducir a los estudiantes a los problemas complejos y realistas antes de exponerlos a la teoría, resaltan que existe una amplia gama de métodos de enseñanza inductiva tales como la investigación basada en el aprendizaje, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en casos, los cuales están centrados en el alumno, de tal forma que imponen una mayor responsabilidad en el propio aprendizaje. Estos métodos pueden ser caracterizados como constructivistas, basándose en el principio ampliamente aceptado de que los estudiantes construyen sus propias versiones de la realidad en lugar de limitarse a la recepción de la información presentada por sus profesores. Los métodos casi siempre involucran a los estudiantes en preguntas y discusión de la solución de los problemas en clase (aprendizaje activo), con gran parte de la labor por los estudiantes en grupos dentro y fuera de la clase realizada (de colaboración o el aprendizaje cooperativo).

Por su parte Heckendorn (2002, citado por Gülbahar y Tinmaz, 2006) explica que los proyectos con la técnica POL requieren mucho tiempo para llevarlos a cabo, son complejos por naturaleza y situados en la vida real. Con ellos, el aprendizaje se concentra tanto en el producto final y la experiencia del proceso. A tal fin, Özdener y Özçoban (2004, citados por Gülbahar y Tinmaz, 2006) señalan que los proyectos podrían aplicarse a nivel personal o grupal para que los estudiantes utilicen su pensamiento, resuelvan problemas y desarrollen su creatividad y habilidades, Lenschow por su parte (1998, citado por Gülbahar y Tinmaz, 2006) propone un proyecto que este lo más cerca posible a la realidad, para cerrar la brecha entre la vida real y los entornos escolares, en donde se apoye la comunicación y el trabajo colaborativo entre alumnos del mismo o diferente grupo y el profesor ayude en ciertas situaciones, por ejemplo, en el análisis de los datos es esencial para estimar y ajustar el proyecto así como guiar los planes de los alumnos en el camino correcto a la solución de problemas y el logro de los objetivos de plan de estudios así como a comprender y aplicar los resultados que han conseguido (Helic, Krottmaier, Maurer y Scerbakov 2005).

Gallego et al. (2005) sugieren que el trabajo por proyectos debe tener en cuenta los saberes y significados que han ido construyendo los alumnos, y rechazan la idea de que se parte de cero. Además es necesario considerar que la dinámica del proyecto implica la consideración de situaciones reales, mismas que han de ser dialógicas y teniendo un desarrollo heurístico, enriqueciendo así, considerablemente los aprendizajes en el aula.

Por su parte Bishop (1999) menciona que la enseñanza basada en proyectos es un método pedagógico importante y “parece no emplearse mucho en la educación matemática” (p. 145), fomentan el empleo de materiales variados que estimulan el pensamiento dándole importancia a la interpretación y explicación de la realidad cuando se conecta con otras

asignaturas, en donde el rol del profesor según Thompson y Beak (2007) es de facilitador, los estudiantes dejan de ser pasivos y pueden utilizar una variedad de estilos de aprendizaje y aprender de los errores. Cuando se trabaja en la realización del proyecto los alumnos acuden al maestro para pedir consejo, otras veces se dirigen a él para verificar la corrección de sus estrategias y se sorprenden de su ingenio para encontrar respuestas, en este caso para ellos el maestro es un magistrado y adulto y ellos se muestran como personas que saben y al mismo tiempo se comportan como pequeños que necesitan que validen sus estrategias para considerarlas con seguridad correctas Gallego et al. (2005).

Con referencia al mismo planteamiento, para Domínguez (2000, pág. 11), “el verdadero reto de la educación es satisfacer la necesidad de los niños/as: comprensión, afecto, respeto, confianza, y un conocimiento de la realidad que les permita resolver de forma razonada, autónoma y responsable los problemas que ésta les presenta”, y prosigue, implica entender la enseñanza y el aprendizaje como un proceso dialógico con la participación activa de los implicados. El éxito de la enseñanza así concebida no dependerá sólo del docente, sino también de la calidad de la conversación, de la confianza en los alumnos para que tomen sus propias decisiones y de la interacción entre ellos.

En este mismo sentido, Helic, Krottmaier, Maurer y Scerbakov (2005) muestran que el aprendizaje basado en proyectos es un éxito, es una técnica innovadora y altamente aceptada en la enseñanza y el aprendizaje por los beneficios que trae para los alumnos y profesores, sin embargo hay que tener en cuenta la naturaleza de los conocimientos del estudiante, el grado de conocimientos del profesorado, y la complejidad del aula. Para que los proyectos tengan éxito se conjugan las experiencias de aprendizaje, la disposición de

tiempo suficiente, aptitud para trabajar con otras personas, conocimientos necesarios para explorar las cuestiones que se plantean.

Lo anterior, se vincula con los aportes de Thomas (2000) quien señala que el rendimiento académico de los estudiantes, la capacidad para la solución de problemas, la comprensión de la materia, así como otras habilidades específicas están directamente relacionados con las tareas propuestas con POL debido a que busca enfrentar a los alumnos a situaciones que los lleven a rescatar, comprender y aplicar aquello que aprenden como una herramienta para resolver problemas o propuestas de mejora en el contexto en donde se desenvuelven (ITESM, 2006) y agregan Gallego et al., (2005) todos los alumnos poseen valiosos conocimientos matemáticos, que es urgente convertir el aula en un espacio de diálogo donde se puedan acoger sus saberes, compartir argumentos y establecer acuerdos, es decir que el aula se desarrolle como un entorno cultural que incluyan las matemáticas, y con ello abrir posibilidades de progresar a cada uno de los alumnos y al grupo.

Recapitulando lo descrito, los antecedentes y la conceptualización revisados implica que, el uso de la técnica POL, va dirigido a orientar al maestro a que sea un mediador entre los conocimientos de sus alumnos y el saber disponible de ahí que su puesta en práctica requiera de la comprensión del aspecto metodológico que involucra su aplicación.

*2.2.2 Metodología del aprendizaje basado en proyectos.* El desarrollo de proyectos demanda de la consideración de una cuidadosa planificación, crucial para el éxito y la aplicación efectiva, atendiendo los siguientes aspectos de acuerdo con Thomas, Mergendoller y Michaelson (1999, citados por Helic, Krottmaier, Maurer y Scerbakov 2005) los alumnos deben ser centro del proceso de aprendizaje, el proyecto de trabajo es fundamental para el plan de estudios, debe motivar a los estudiantes a explorar temas

importantes por su propia cuenta, la gestión de proyectos deberán realizarse mediante el uso de herramientas apropiadas, incluir técnicas de aprendizaje tales como la resolución de problemas, investigación en profundidad de los temas y el razonamiento, los resultados del proyecto deberán incluir un número de alternativas a partir de la cual los alumnos pueden elegir, lo que les permitirá aplicar la experiencia que han adquirido, el proyecto debe ser de colaboración, es decir, se puede trabajar en pequeños grupos para que puedan presentar y discutir de forma parcial y completa los resultados en cualquier momento.

El aprendizaje basado en proyectos, mencionan Stauffacher, Walter, Lang, Wiek, y Scholz (2006) se enfoca en el caso o problema que se quiere definir y resolver, los alumnos planifican y llevan a cabo la investigación, comunican sus resultados y procesos de grupo, este tipo de experiencia la define Thomas (2000) como un modelo de aprendizaje que se organiza en torno a proyectos, para Kramer, Walker y Brill (2007) involucra conocimientos y habilidades a través de un largo proceso de investigación, además gira en torno a preguntas y tareas auténticas, complejas y cuidadosamente seleccionadas para el diseño de un producto. Gülbahar y Tinmaz (2006) afirman que no es un fenómeno nuevo en las aulas tradicionales, sin embargo es muy diferente su aplicación, ya que esta técnica tiene efectos favorables en los estudiantes como son el desarrollo de actitudes positivas hacia su proceso de aprendizaje, habilidades en la resolución de problemas, y la autoestima que de acuerdo con Foulger y Jimenez-Silva (2007), requieren de ambientes auténticos o situaciones simuladas para su desarrollo.

Por esto, es importante, como menciona Atkinson (2001, citado por Poell y Van der Krogt 2003), la claridad en torno a los objetivos y resultados de aprendizaje, esos aspectos se van trabajando durante el proceso, pues mediante la elaboración de proyectos, los

participantes se desarrollan y al mismo tiempo aprenden sobre temas relevantes, el propósito siempre es mejorar el desempeño. Por lo tanto, se alcanzará la competencia matemática en la medida en que los conocimientos matemáticos se apliquen de manera espontánea a una amplia variedad de situaciones, provenientes de otros campos de conocimiento y de la vida cotidiana (Poell y Van der Krogt 2003).

Ahora bien, Callison (2006) menciona que en el aprendizaje basado en proyectos la mayoría de los jóvenes dominan habilidades en la generación de planes y llevan con facilidad procedimientos, sin embargo presentan dificultades en generar preguntas científicas y significativas, gestionar procesos complejos, transformar datos y desarrollar explicaciones lógicas para apoyar argumentos.

Las fases del proyecto conducen a un documento concreto o resultado, y son las siguientes: en primer lugar la iniciación, hace referencia al concepto, problema, o desafío lo que lleva a un documento inicial. En segundo término se encuentra la definición, que establece la formulación detallada de ideas; por otro lado el diseño y preparación, se lleva a cabo un plan detallado de acción elaborado para el proyecto, en cuarto término se encuentra la ejecución, mediante un plan debería producir el resultado del proyecto, finalmente la evaluación y seguimiento, en donde la atención se centra en traducir los resultados en cambios permanentes. Durante las fases anteriores, los participantes trabajan juntos e interactuar con el fin de lograr el resultado y las condiciones esenciales que se consideren necesarias, las cuales son parcialmente el resultado de las actividades del grupo de proyecto en interacción con su entorno inmediato. Se perfeccionan los planes y las condiciones esenciales sobre la base de los progresos del proyecto (Poell y Van der Krogt, 2003).

Cuando se elabora un proyecto se debe considerar el tiempo, dinero, calidad, organización, información y comunicación entre los participantes como sugieren Poell y Van der Krogt (2003) debido a que existen razones por las cuales se trabaja por proyectos, la primera y principal causa es por la relación que existe dentro de una organización ya que un proyecto forma parte del continuo aprendizaje de las personas de un determinado grupo, en donde los estudiantes se comprometen a centrarse de manera intensa y sistemáticamente en su aprendizaje individual sobre un determinado tema. La segunda razón es que la creación de un proyecto está destinada principalmente a apoyar a los involucrados a aumentar su participación, quienes deben formar una visión clara de lo que pueden hacer individual y colectivamente en el proyecto.

De manera individual y por equipo los participantes en el proyecto, reflexionan la razón por la que desean participar en el mismo, ¿qué contribución pueden hacer, qué están dispuestos y son capaces de aprender? Los actores deben obtener claridad acerca de cómo sus propios puntos de vista (los valores), las posibilidades, y los planes pueden tener cabida dentro de los del equipo del proyecto (Poell y Van der Krogt 2003).

Dentro de la estructura organizativa del proyecto se encuentra la de tomar y poner las disposiciones relativas a las tareas y atribuciones entre los miembros del equipo, aquí, los participantes hacen un análisis de los problemas y la evolución de su trabajo. Este análisis afirman Poell y Van der Krogt (2003) produce una descripción de los principios fundamentales del programa de enseñanza y el aprendizaje de los resultados que se tratan de lograr. Por otro lado la estructura de fondo del proyecto - las actividades de aprendizaje que se realizarán y cómo se relacionan los unos a los otros - se produce a través de las actividades de aprendizaje que se realizan y la forma en que se relacionan unos con otros.

Los participantes en el proyecto deben obtener una imagen clara del contexto, tomar medidas para hacer conexiones con él y, al hacerlo, crear las condiciones para que el proyecto tenga éxito. Las actividades relacionadas con la contextualización consisten en producir un claro lugar para el proyecto en la organización y los materiales además de las condiciones para que pueda funcionar. Además los contenidos del currículo son importantes ya que actúan como un concepto rector durante el proceso (Stauffacher, Walter, Lang, Wiek, & Scholz, 2006).

Cada proyecto consta entonces, de varias etapas que los alumnos deben realizar para llegar a la meta final. Cada paso puede definirse como una serie de acciones que los alumnos deben realizar, es importante incorporar un calendario que fije plazos que consideren el nivel de conocimiento, preferencias, y la madurez de los alumnos, es necesario que el profesor proporcione una muestra de proyectos realizados con todos los pasos del proyecto documentado a fondo, que les ofrezca información importante para la planificación de sus proyectos y estimar el tiempo necesario para realizar cada fase del proyecto, es decir, el docente debe presentar una serie de alternativas de proyectos a los alumnos, teniendo en cuenta sus diferentes modelos cognitivos, preferencias e intereses. Los alumnos en grupos podrán seleccionar un proyecto alternativo que se adapte a sus preferencias (Helic, Krottmaier, Maurer y Scerbakov 2005). Lo que repercute en un involucramiento directo de los alumnos en la acción, desde la planeación hasta la solución de los problemas, el proyecto atraviesa por las siguientes etapas:

El problema inicial. En este primer gran paso permite que el estudiante reflexione en el problema que quiere investigar a profundidad o bien la problemática que es capaz de resolver, con este punto se inicia el proyecto.



Análisis del problema. Para abordar esta fase, es necesario que se planteen las siguientes preguntas para elaborar un análisis acerca de situación problema a investigar: ¿El problema seleccionado es en realidad un problema?, ¿Para quién es un problema?, ¿Por qué es un problema?, ¿Cuándo es un problema?, ¿Dónde es un problema?

Definición de la tarea. En esta etapa, es preciso que los alumnos formulen el problema lo más preciso posible, para que tengan claro sobre qué es lo que van a trabajar, es además importante estar a la expectativa de lo inesperado.

Delimitación del problema. En este punto los estudiantes deben poner límites a su proyecto, debido a que en ocasiones el tiempo no es suficiente para resolver todos los aspectos del problema, la prioridad es enfocarse a los aspectos con los que van a trabajar su proyecto. Al término de este paso, el equipo tendrá una idea clara de lo que se hará para el resto del proyecto. En teoría, los problemas inesperados ya no aparecerán.

Solución. Este periodo es para los alumnos trabajen en la solución a la definición de la tarea; en esta fase, es muy alto el contenido tecnológico y científico del proyecto

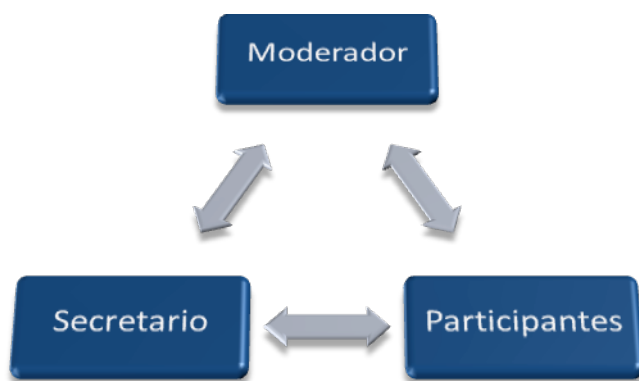
Discusión/conclusión. La solución desarrollada en el punto anterior es evaluada contra el resultado del análisis del problema (las especificaciones técnicas de la solución) dando especificaciones/ limitaciones. En las bases de esta evaluación/discusión, las conclusiones finales y/o recomendaciones son hechas para el reporte.

Implementación. En este punto es conveniente, dar todas las indicaciones, sugerencias, instrucciones acerca de todo lo relacionado con la implementación del proyecto.

Reporte. La documentación del proyecto debe estar en un formato que se pueda evaluar, además de ser coherente y con buenos argumentos. Se incluye el proceso vivido por y en el equipo a lo largo de la aplicación de la técnica POL (ITESM, 2006).

Blumenfeld et al. (1991) refieren que dentro del marco del aprendizaje orientado en proyectos los alumnos investigan, aplican soluciones a problemas, debaten ideas, hacen predicciones, diseñan planes y/o experimentos, recopilan y analizan datos, extraen conclusiones, comunican sus ideas y conclusiones a otros, generan nuevas preguntas, y crean artefactos, por ejemplo, un modelo, un informe, cintas de vídeo o programa de ordenador.

Con el propósito de hacer más eficiente la tarea de los equipos que trabajen con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos (POL) se recomienda según el ITESM (2006) establecer roles para cada uno de los integrantes e intercambiarlos una vez concluido cada proceso. Dichos roles se muestran en la siguiente figura.



*Figura 1:* Roles que se asignan en la técnica POL al interior del equipo de trabajo

En esta metodología la función del moderador consiste en coordinar los esfuerzos del equipo. Su labor es la de hacer que cada uno de los integrantes del equipo se mantenga en

la actividad, debe evitar la pérdida de tiempo en situaciones que se desvíen del problema. Además debe recordar al equipo el paso que se encuentran trabajando. En el caso del secretario, debe de organizar y sintetizar de manera pública y periódica la información generada por el equipo hasta un momento dado. Debe tener los documentos con la información claramente ordenada y clasificada, también es el responsable del reporte escrito, no realizarlo todo, sino tener la última versión para entrega. Finalmente, el rol de los participantes (comprende todos los integrantes del equipo incluyendo moderador y secretario) es aportar y plantear ideas, además de cuestionar todo lo que se realiza al interior del equipo, con el objetivo de asegurar que toda la información que se genere, sea pertinente al problema y evitar con ello se desvíen los esfuerzos.

Sin embargo menciona el ITESM (2006) que esta forma de aprender requiere el manejo por parte de los estudiantes de muchas fuentes de información que son necesarias para resolver problemas o contestar preguntas que sean relevantes. Estas experiencias, en las que se ven involucrados permiten que aprendan a manejar y usar los recursos de los que disponen como el tiempo y los materiales, desarrollando y mejorando sus habilidades académicas, sociales e intrapersonales por medio del trabajo colaborativo, como resultado de acuerdo con Thompson y Beak (2007), los estudiantes desarrollan niveles más profundos de entendimiento.

A todo esto la técnica POL demanda participación colaborativa de los estudiantes, lo que favorece el desarrollo de competencias, en palabras de Díaz Barriga (2006) el conocimiento es un fenómeno social en donde la construcción de éste, esta mediada por la influencia de los otros, razón por la cual el aprendizaje implica la apropiación de los saberes de una cultura, mediante la reconstrucción y coconstrucción de los mismos. Expone

la autora que dentro de la teoría sociocultural, se afirma que el alumno no aprende aislado, en ámbito escolar esta postura se refleja pues la posibilidad de enriquecer nuestro conocimiento, ampliar nuestras perspectivas y desarrollarnos como personas está determinada por la comunicación y el contacto interpersonal con los docentes y los compañeros de grupo. Este tipo de trabajo lleva una motivación intrínseca basada en la satisfacción y el gozo de incrementar los conocimientos y la competencia propios, de beneficiar a otros (Uttech, 2001). Al respecto Edwards (2003) declaró que el mejor aprendizaje matemático que se tuvo en el Reino Unido en el año 2002 fue resultado de involucrar a los niños en grupos pequeños de colaboración, a raíz de esta experiencia sugirió el trabajo en equipo en las aulas en la enseñanza de las matemáticas.

En el ámbito de la evaluación, El Buck Institute for Education (citado por ITESM, 2006) señala que en POL, para emitir un juicio con respecto de las metas y objetivos del proyecto; existen dos tipos de evaluación: por una parte la dirigida a los resultados de los estudiantes y por el otro la referida a la efectividad del proyecto en general. En el primer planteamiento se pueden tomar criterios como el trabajo de los alumnos, para determinar lo aprendido; la evaluación basada en pruebas o exámenes y el reporte de autoevaluación, donde los estudiantes manifiesten su propia evaluación acerca de lo que aprendieron, ya sea de manera oral y/o escrita. Aconseja el ITESM (2006) exponer de manera pública los proyectos, ya que es una oportunidad de demostrar lo que se ha aprendido. De esta manera los proyectos tienen una tendencia a tomar su propio rumbo, es importante evaluarlos de acuerdo con la efectividad, desarrollo y término.

Lo anterior se vincula con la opinión de Thomas (2000) al señalar que el rendimiento académico de los estudiantes, la capacidad para la solución de problemas, la comprensión

de la materia, así como otras habilidades específicas están directamente relacionados con las tareas propuestas con POL., de esta manera documentar la forma en que los adolescentes en su ámbito escolar van desarrollando competencias, implica considerar los procesos metodológicos, conocer investigaciones relacionadas con el objeto de estudio motivo de estudio del siguiente apartado en donde se sintetizan algunas de ellas, mismas que apoyaran en la comprensión de los hallazgos de esta investigación.

### **2.3. Investigaciones relacionadas con las competencias matemáticas usando la técnica de aprendizaje orientado a proyectos**

A diferencia de siglos pasados en que el desarrollo de la sociedad dependía en un primer momento de la producción agrícola, luego en el comercio y después en la industria, en la actualidad se basa en el conocimiento, por tanto, el estudio de las competencias ha tomado fuerza en el ámbito educativo y parte importante de este trabajo es la consulta de investigaciones con el propósito de analizar diferentes enfoques relacionados con los constructos, pero con objetivos diferentes.

Barth, Godemann, Rieckmann y Stoltenberg (2007) investigaron el desarrollo de las competencias clave para el desarrollo sostenible en educación con el objetivo de examinar, tanto las posibilidades de aprendizaje formal e informal y su relación con el desarrollo de competencias. Utilizaron una metodología cualitativa de carácter exploratorio con una muestra de tres grupos de discusión y una participación de 13 estudiantes, que tuvo lugar en abril de 2007. Los grupos de discusión fueron conformados utilizando el modelo de proceso de Morgan. La directriz utilizada y la situación de la investigación fueron probadas con éxito en un pre-test. Los datos se analizaron mediante el análisis cualitativo del software MAXqda. Las categorías de estudio que se abordaron corresponden a las competencias clave y el desarrollo sostenible en la educación superior.

Los resultados muestran que con respecto al programa de estudios la competencia para la cooperación interdisciplinaria parece ser central. En este caso, el desarrollo de diversas sub-competencias también se refleja en los estudiantes; por lo tanto, la capacidad de asumir diferentes perspectivas, junto con la tolerancia y la aceptación con respecto a otras disciplinas son elemento central de la competencia personal. Se lleva a cabo la

interdisciplinariedad en los grupos sociales, y se rescata que las competencias comunicativas son un nuevo criterio crucial. Importante en este caso en particular es la capacidad de comprender a la otra persona, para comunicar su propio conocimiento y el de otras disciplinas con el fin de ser capaces de desarrollar una base de conocimientos compartidos.

En cuanto al proceso de adquisición de competencias, los datos muestran que trabajando una base de conocimiento mutuo permite una comparación con los modelos de los demás. Esa explicación es un claro valor añadido para el trabajo colaborativo y, por tanto, favorece la adquisición de competencias. En el sentido, el aprendizaje que adquieran los estudiantes podrá ser experimentado en la práctica para probar las cosas, reunir experiencias, y adquirir nuevas competencias.

Para los autores de este trabajo de investigación es indispensable una nueva cultura de aprendizaje, que se aleje de una cultura basada en el principio de adoctrinamiento y que permitan la base de auto-organización centradas en la competencia; que examine el potencial de los alumnos para un futuro sostenible en donde éstos cuenten con una actitud abierta y participativa. Así mismo el término competencia, se discute no sólo dentro del ambiente de trabajo o en el contexto de asuntos educativos, se ha convertido en una preocupación en la sociedad y la vida cotidiana, debido a que el cambio social, los progresos de la tecnología y la globalización están acompañados por nuevos retos: el aumento de la individualización y la creciente diversidad social, acompañado por la expansión económica y la uniformidad cultural, la disponibilidad de un rápido crecimiento de información.

Las competencias clave son relevantes a través de las diferentes esferas de la vida para todas las personas, sin embargo no sustituyen el dominio de competencias específicas

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

que son necesarias para el éxito de la acción en determinadas situaciones y contextos. Son aspectos importantes la colaboración interdisciplinaria, la planificación y ejecución de las aptitudes o la capacidad para motivar a uno mismo y a los demás.

Los resultados del análisis indican que el aprendizaje formal, así como entornos de aprendizaje informal son relevantes para el desarrollo de competencias para el desarrollo sostenible, se puede afirmar que una cultura de la enseñanza debe ser sustituida por una cultura que combina los procesos de aprendizaje en el ámbito académico formal e informal, y que incluye las competencias desarrolladas extra-curriculares. El establecimiento de este tipo de cultura amplía el espacio de aprendizaje y facilita las oportunidades de aprendizaje para el desarrollo orientado hacia el futuro que tiene como objetivo el desarrollo personal que permita a las personas enfrentar situaciones complejas, para poder actuar y decidir reflexivamente, a asumir la responsabilidad, a fin de examinar los criterios éticos sin dejar de actuar y ser capaz de prever consecuencias.

De lo expresado en este estudio, el aporte más importante para la investigación que se está llevando a cabo es lo relacionado con los hallazgos acerca de la competencia comunicativa, mediante su desarrollo permite al alumno expresar su propio conocimiento y el de otras disciplinas con el fin de desarrollar conocimientos transversales a través del uso de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos.

Otro estudio realizado fue por Håland y Tjora (2006) denominado desarrollo de competencias mediante la aplicación de un sistema de gestión del aprendizaje tuvo como objetivo explorar la complejidad del concepto de competencia y el desarrollo de las mismas en las organizaciones. La metodología consistió en la aplicación de entrevistas semi-estructuradas, análisis de documentos y observaciones. Las entrevistas semi-estructuradas se aplicaron en dos fases diferentes del proyecto, antes de su ejecución (primavera y el

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.



verano de 2003), y seis meses después de la aplicación (primavera 2004). El propósito de las entrevistas fue reunir información sobre los participantes acerca de experiencias subjetivas. Las transcripciones de la entrevista fueron codificadas y clasificadas en categorías temáticas. Como muestra se realizaron 42 entrevistas, las cuales fueron grabadas y luego transcritas textualmente. Las categorías consideradas fueron la competencia individual y la competencia como proceso en la organización. Los resultados demuestran diferentes entendimientos del término competencia entre los participantes, sugiriendo que estas variaciones se aborden cuando se trabaja con el desarrollo de competencias, implica además un sistema de gestión del aprendizaje a escala, que podría apoyar la necesidad de visualizar el desarrollo de competencias a través de una gran organización con un enfoque en el lugar de trabajo, de formación práctica en su contexto.

La aportación que se rescata del trabajo de Håland y Tjora (2006) radica en que los alumnos participantes entiendan el significado del término competencia y la manera en que la desarrollan, es decir a través del proceso vivido y las evidencias que presentaron tuvieron oportunidad de reflexionar sobre su propio aprendizaje e identificar lo que pueden mejorar.

Duke (2007) por su parte estudió la tecnología y matemáticas, en específico la relación entre usar computadoras y el desarrollo de competencias matemáticas cuyo objetivo fue determinar si existe una correlación significativa entre el uso frecuente de la tecnología en la clase de quinto grado y las competencias matemáticas en el CRCT (Criterion-referenced competency test). Fueron cuatro componentes del uso de la tecnología que se exploraron en el aula. El primero relacionado con el uso actual de la tecnología en la clase de quinto grado de matemáticas en el sistema escolar. El segundo componente explorar las creencias del profesorado sobre el uso de tecnología para apoyar las mejores prácticas en instrucción. El tercer componente se determinó la frecuencia de

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

uso de la tecnología en el aula de matemáticas. El componente final determinó la relación entre la frecuencia de uso de la tecnología en el aula y el rendimiento de los estudiantes en las competencias matemáticas en la prueba de Georgia.

El Problema investigado pretendió responder a la pregunta cómo debe el maestro diseñar la instrucción para que cada niño sea capaz de demostrar dominio de las competencias matemáticas CRCT. Este fue un estudio cuantitativo de tipo correlacional. Se utilizaron encuestas para recopilar datos sobre las creencias del profesorado en el uso de tecnología para apoyar las prácticas en la instrucción en el aula de matemáticas y de recoger datos sobre las prácticas actuales para el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas de quinto grado aulas en un sistema escolar. Los estudiantes tomaron el CRCT y un análisis de correlación utilizando el método de chi cuadrada para determinar si hubo una relación significativa entre la frecuencia de uso de la tecnología y el desarrollo de competencias matemáticas.

La muestra incluyó a todos los estudiantes y docentes de quinto grado de seis escuelas de la ciudad de Georgia, las categorías de estudio fueron uso de la tecnología y competencias matemáticas.

Los resultados de la investigación señalan que la falta de equipo, software apropiado y apoyo tecnológico interfiere con el uso de la tecnología en el aula, además se encontró que cuando los maestros tienen más experiencia con las computadoras, las actitudes hacia la tecnología mejoran, por lo tanto éstos tienen más probabilidades de integrar la tecnología en sus planeación escolar. Punto importante gira en torno a que el uso de tecnología aumentó el rendimiento de los estudiantes. La mayoría de los profesores que formaron parte de este estudio opinaron la necesidad de rastrear el rendimiento de los estudiantes y detectar las necesidades individuales. El uso de programas de software, tales como Star

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

Matemáticas y Matemáticas acelerado permite obtener retroalimentación inmediata y el uso adecuado de la tecnología en el aula mejora la motivación, habilidades de pensamiento crítico, la capacidad de resolver problemas, la capacidad de pensar y aprender con independencia, y la capacidad para recordar información. Gorski (2004, citado por Duke, 2007) postula que las oportunidades que se encuentran en Internet se diferencian de las ofrecidas por cualquier otro medio, sin embargo, sólo la mitad de los docentes encuestados creen que el aprendizaje mediado por ordenadores y programas informáticos es una prioridad. En el estudio, los profesores, observaron el valor de la tecnología, sin embargo al momento de llevarlo a la práctica no lo consideran importante.

En el caso de esta investigación es importante para este estudio por varias razones, por un lado busca el desarrollo de competencias, por el otro debido a que se enfoca a la asignatura de matemáticas y tercero porque utiliza la tecnología, esta última también fue un elemento para la presentación de los proyectos efectuados por los alumnos y así poder identificar cómo desarrollaron las competencias de planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación en matemáticas.

Otro estudio fue efectuado por Santos y Castañeda (2008) denominado objetivación de información en aprendizaje matemático autorregulado, cuyo objetivo consistió en entender el proceso de apropiación de conocimiento que experimenta el estudiante en tareas de aprendizaje, en la parte metodológica se señala la participación de una muestra intencionada 174 estudiantes, 38 mujeres y 136 hombres de cuatro grupos, elegidos al azar del total de la población del primer año de preparatoria de una universidad agrícola en México. La media de edad fue de 16 años. Se tuvo como escenario los salones de clase y sala de cómputo de la institución. Los materiales y equipo utilizados fueron inventario de

estilos de argumentación de información matemática y motivacional y 25 computadoras Pentium V con el programa Excel instalado.

El inventario de estilos de argumentación es una prueba de lápiz y papel que evalúa tres componentes del proceso de objetivación del conocimiento en un episodio de aprendizaje, dos atañen a pensamientos autorreferenciales y ejecuciones en dos niveles del proceso de autorregulación, y uno a argumentaciones en aprendizaje de contenidos de dominio específico. Los componentes relacionados con los dos niveles del proceso autorregulatorio son: *a)* la autorregulación del aprendizaje y *b)* la de las soluciones intentadas ante problemas de diferente naturaleza matemática

Los datos recabados fueron calificados de manera independiente por dos investigadores, usando una clave previamente elaborada. Con los valores obtenidos, se calcularon los índices de consistencia interna para cada una de las porciones del instrumento mediante el coeficiente alfa de Cronbach. El valor empírico de cada reactivo se sumó a los valores de los ítems que hipotéticamente pertenecían a cada una de las 22 variables que teóricamente subyacen a la estructura del inventario de estilos de argumentación, para conformar los índices respectivos a ser usados como insumo del análisis de modelamiento estructural.

En cuanto a la 3ª dimensión naturaleza de la argumentación: se conformó con seis variables teóricas, habilidades para: *1)* sustentar expectativas plausibles de aprendizaje antes del estudio, *2)* argumentar la adecuación de la ejecución después del proceso de aprendizaje, *3)* sustentar información de dominio académico específico, *4)* traducir razonamiento e inferencias matemáticas en expresiones verbales y viceversa, *5)* expresar ideas de manera ordenada y *6)* expresar de manera coherente los argumentos. Las tres

primeras variables atañen a contenidos de pensamiento durante el aprendizaje y las tres últimas a aspectos formales de la expresión.

Los resultados mostraron que la influencia de la capacidad para argumentar es diferencial durante el proceso autorregulatorio del aprendizaje para las diferentes variables involucradas; y en este sentido, dicha interacción aparece como una línea de investigación complementaria y fundamental en el entendimiento de la objetivación de la información durante un episodio de aprendizaje autorregulado queda explícita la necesidad de ampliar la investigación de la autorregulación del aprendizaje a, por lo menos, cuatro aspectos que emergen del análisis de esta investigación en términos de la objetivación de la información: *a)* la interacción de la capacidad para argumentar lo que se considera como conocimiento con los niveles autorregulatorios en un episodio de aprendizaje, *b)* la función de la sensibilidad a la evidencia en los diferentes niveles autorregulatorios, *c)* el proceso autorregulatorio de la apropiación del conocimiento y *d)* el proceso de objetivación de información metacognitiva.

La aportación hacia la temática de estudio que se está realizando radica en los hallazgos obtenidos acerca de la argumentación, debido a que en el caso particular se indaga el desarrollo de competencias matemáticas y una de ellas es dar cuenta de la manera en la que los alumnos explican determinados procesos, proposiciones, tesis, planteamientos cuando trabajan en la asignatura de matemáticas, es decir el desarrollo de la argumentación.

Otro estudio corresponde a Kimberly (2004) quien examinó los efectos de un programa de pedagogía constructivista que incluyó el aprendizaje cooperativo y la instrucción con el apoyo de la computadora en el dominio de competencias básicas en conceptos de matemáticas con alumnos del 11° y 12° grados, con 16 semanas de duración en los Estados Unidos de Norteamérica. Los resultados obtenidos a través de la aplicación

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

de una prueba pre y post muestran una mejora del 91% de los estudiantes. Se recomienda rescatar la importancia de los métodos constructivistas, así como su correcta aplicación y, que se adicione el uso de la tecnología para que los docentes puedan ofrecer mejores programas que se adapten a las necesidades individuales de sus estudiantes. Sin embargo, con base en observaciones de profesores, los alumnos no demostraron suficiente motivación, sus actitudes hacia las matemáticas no cambiaron.

Para la investigación que se lleva a cabo, de este estudio se rescata la aplicación de métodos constructivistas centrados en la asignatura de matemáticas, por otro lado y por el otro tener evidencias si los alumnos cambian sus actitudes motivacionales cuando trabajan con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos para desarrollar competencias.

McKinney y Frazier (2008) investigaron las prácticas pedagógicas de sesenta y cuatro profesores de matemáticas que enseñan en escuelas de alta pobreza de los Estados Unidos de Norteamérica, las edades de los sujetos oscilaron entre veinticinco a cincuenta y seis años de edad; cuarenta y tres eran mujeres y veintiún hombres, su experiencia fluctuaba entre tres a veintiséis años. El estudio forma parte de los esfuerzos para el mejoramiento de la enseñanza de las matemáticas y la competencia matemática, reconociendo que la mayoría de los estudiantes a nivel nacional no adquieren aprendizajes con profundidad y comprensión.

Las autoras ponen de relieve cuestiones críticas y preocupaciones para la mejora continua de la enseñanza y la calidad de las matemáticas para todos los estudiantes y señalan seis principios que describen los componentes específicos y características fundamentales para el desarrollo de un fuerte programa de matemáticas: equidad y excelencia en la educación matemática requiere de grandes expectativas y firme apoyo a todos los estudiantes; el currículo debe ser coherente, centrado en las matemáticas y bien

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

articulado a través de los grados; la enseñanza de las matemáticas, requiere la comprensión de lo que los estudiantes conocen y necesitan aprender y el apoyo a ellos para aprender bien; aprendizaje, los estudiantes deben aprender matemáticas con comprensión, de forma activa la construcción de nuevos conocimientos a partir de la experiencia y conocimiento previo; evaluación, debe apoyar el aprendizaje de las matemáticas y proporcionar información útil a los profesores y estudiantes y; tecnología, esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Se empleó estadística descriptiva para identificar las prácticas pedagógicas y la medida en que han utilizado esas prácticas, a través de encuestas como instrumento de investigación que identificó cuarenta y cuatro prácticas de instrucción y permitió a los participantes escribir otras que no se habían considerado. Para determinar el grado en que cada una de las prácticas de instrucción se utilizó en el aula, fue mediante el uso de una escala Likert, desde 1 (nunca) a 5 (muy a menudo). Tres expertos en matemáticas validaron el instrumento, considerado como adecuado para la identificación de prácticas de instrucción utilizado por los docentes.

Los resultados indicaron que un mayor porcentaje de profesores se apegan estrictamente a sus planes de estudio (79,7 por ciento) en comparación con aquellos que añaden la creatividad personal (7,8 por ciento), alto porcentaje sigue enseñando matemáticas a través de conferencias, instrucción dirigida, siendo necesario ayudar a los maestros en la adaptación de metodologías y estilos pedagógicos que mejoren las competencias de los estudiantes que promueva la comprensión y aplicación conceptual; esto es especialmente crucial para los alumnos de zonas de alta pobreza. El estudio se presta a futuras investigaciones, por ejemplo, los resultados pueden compararse con las prácticas pedagógicas de otros contextos como el de escuelas con altos niveles de

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

rendimiento en matemáticas. Por otra parte, la muestra se puede investigar en forma periódica para determinar los cambios en las prácticas de instrucción.

El estudio presenta un sustento más que afirma que una mayoría de alumnos no adquieren aprendizajes con profundidad y comprensión, el aporte más importante se encuentra en que invita a cambiar las prácticas de enseñanza de las matemáticas para lograr mejorar la calidad de la educación.

Wilhelm, Sherrod y Walters (2008) llevaron a cabo un estudio con veinticuatro docentes en una Universidad de los EE.UU durante un semestre en la ejecución de proyectos que unen la ciencia y las matemáticas. La investigación documenta las dificultades y los logros de los profesores en relación a preguntas relacionadas con la comprensión de la Luna y sus fases, la aplicación de las matemáticas necesarias en el proyecto y la comprensión matemática y los conceptos científicos.

Parte de los resultados demuestran la dificultad para resolver tareas matemáticas contextualizadas debido a que pasan gran parte de sus estudios estudiando matemáticas y ciencias por separado. Los autores sostienen que la enseñanza en ambientes de trabajo por proyectos proporciona oportunidades para que los estudiantes participen en la resolución de problemas contextualizados, realicen conexiones interdisciplinarias, desarrollen habilidades de razonamiento, y representen con exactitud y comuniquen conceptos. Forman (2003, citado por Wilhelm, Sherrod y Walters, 2008) argumentó que los educadores se encuentran en proceso de ir más allá de la visión estrecha de aprendizaje como la obtención de conocimientos, habilidades, conceptos, estrategias para la solución de problemas, a una concepción más amplia de aprendizaje que puede incluir lo que la gente hace, es decir, alumnos activos y de diseño que guíen la exploración y la investigación.



La instrucción basada en el desarrollo de proyectos proporciona oportunidades para que los estudiantes mejoren su comprensión de los avances científicos y matemáticos, de problematizar las prácticas de diversas situaciones, aplicando conocimientos, descubriendo nuevos principios, interdisciplinariedad y la aplicación de respuestas a preguntas.

Como conclusiones del estudio se resalta la importancia de propiciar que los estudiantes pongan a prueba lo que saben, a través de experiencias basadas en proyectos contextuales. Promover aulas que incorporen proyectos de investigación dan la oportunidad a los estudiantes a pensar científica y matemáticamente (Polman, 2000, citado por Wilhelm, Sherrod y Walters, 2008), favorece la creatividad en las soluciones a situaciones matemáticas, superando a métodos de enseñanza tradicionales.

La experiencia justifica la afirmación de que los estudiantes participan en la resolución de problemas contextualizados, les permite hacer conexiones dentro y entre las disciplinas, favorece el desarrollo de habilidades de razonamiento, y la comunicación de conceptos. Es una prueba concreta sobre la forma en que los proyectos interdisciplinarios se pueden incorporar en el aula y cómo el trabajo interdisciplinario, basados en proyectos de medio ambiente pueden autenticar las matemáticas (Wilhelm, Sherrod y Walters, 2008).

La aportación más importante se encuentra en la manera en que los estudiantes se involucran en la resolución de problemas cuando llevan a cabo proyectos en la asignatura de matemáticas y a la vez la unión con otras materias en dicho proyecto.

Litz (2007) realizó un estudio que examinó la experiencia de un programa especial de tipo virtual en equipos de matemáticas, parte de la colaboración para la resolución de problemas matemáticos. La intención del programa fue conseguir que los alumnos trabajen en línea para resolver problemas, cuya característica distintiva es la colaboración del grupo de estudiantes para resolver un problema.

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

La experiencia de indagación contribuye al conocimiento del aprendizaje en línea y la colaboración, ayuda a explicar por qué los participantes son resistentes a participar a través de medios electrónicos y los factores que ayudan a motivar a los usuarios a participar en la resolución de problemas de manera colaborativa. La indagación sugiere que el aprendizaje colaborativo favorece el conocimiento, de esta manera los estudiantes puedan aprender y entender conceptos matemáticos de un modo enriquecido.

Se examinó la experiencia en el foro y se identificaron cuatro razones de la falta de participación en el programa: la falta de estímulos del profesorado a los estudiantes; la falta de integración de las actividades, potencialmente confusas y difíciles de utilizar; falta de información; y la publicidad y la comercialización del programa.

Un estudio más fue sobre el desarrollo de episodios de comprensión matemática llevado a cabo por Sepúlveda y Santos (2006) con el objetivo de identificar los recursos y estrategias que se ponen en práctica en la resolución de problemas de forma colaborativa.

El trabajo se llevó a cabo con un grupo de 24 estudiantes (16-17 años) de tercer grado de bachillerato, en una escuela pública de México, quienes, previamente, habían cursado álgebra, geometría, trigonometría y geometría analítica. Estos jóvenes participaron en un curso de resolución de problemas durante un semestre, con dos sesiones regulares de clases de dos horas cada una. Las sesiones se desarrollaron en un curso curricular “Temas selectos de matemáticas” que permite al profesor proponer el programa a estudiar; los jóvenes no recibieron instrucción específica para resolver las tareas.

Los resultados ponen en evidencia de que los estudiantes, al trabajar con los problemas o tareas, inicialmente exhiben recursos y estrategias limitadas en la búsqueda de soluciones o respuestas concretas, cuando se les demanda presentar explicaciones y justificaciones, ellos mismos se dan cuenta de las limitaciones de sus primeros

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

acercamientos. La participación en equipos y las presentaciones ante todo el grupo son escenarios donde tienen oportunidad de conocer y contrastar otros acercamientos a los problemas; como consecuencia, esto les ayuda a refinar y robustecer sus propios acercamientos, así como a ampliar su repertorio de métodos de solución. La forma de trabajo en pequeños grupos plantea retos y dificultades.

La importancia de esta modalidad, con tareas atractivas, radica en la posibilidad de que los estudiantes construyan o utilicen sus conocimientos en un ambiente que hace viable el aprendizaje, donde la autoridad reside en una pequeña comunidad de iguales y donde las negociaciones ocurren de manera natural cambiando puntos de vista y convenciendo, desde los aspectos más simples de la tarea a otros más elaborados. Por otro lado, el funcionar como una comunidad rompe los esquemas a los que estamos habituados por la tradición escolar, donde regularmente se aplica el principio de autoridad por parte del profesor y los estudiantes adoptan un papel receptivo.

En la ejecución de cada una de las tareas se encontró que las ideas fundamentales del trabajo de los estudiantes emergieron del uso de distintas formas de representación, ya sea verbal, gráfica o algebraica. En este contexto, los problemas resultan relevantes para que el estudiante exhiba sus recursos, estrategias y formas de pensar sobre el problema. Hay evidencia de que en sus primeros acercamientos, cuando trabajaron en pequeños grupos, exhibieron conocimientos fragmentados, incorrectos o ideas incompletas. Sin embargo, cuando tuvieron oportunidad de discutir y explorar sus ideas con otros estudiantes refinaron sus acercamientos iniciales para proponer maneras más argumentadas y creativas de resolver los problemas; ello implica consecuencias para la instrucción tradicional.

Fue notable que el trabajo en pequeños grupos o durante las presentaciones, varios estudiantes cambiaran las ideas iniciales que tenían respecto de los elementos de los

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

problemas o de las demandas esenciales de cada una de las tareas; esto se debe, a que se está desarrollando un proceso de enseñanza y refleja avances en el entendimiento de los problemas. En este contexto, la manera en que trabajaron los estudiantes en el aula y el sentido de los argumentos derivados de esa interacción se ubican en un plano completamente distinto del tradicional. Por un lado, los argumentos de validación de un resultado pueden provenir de uno o varios estudiantes en el momento preciso en que se exponen, ya sea durante el trabajo en pequeños grupos o en las presentaciones por equipo y discusión colectiva, tal y como ocurrió en varios asuntos que resultaron inicialmente problemáticos en algunas de las tareas.

Por otro lado, esta dinámica permite aproximarse a la posibilidad de que los estudiantes construyan su conocimiento, en la medida en que su entendimiento evoluciona a través de ciclos que se manifiestan por un manejo más efectivo de los recursos matemáticos y de la aplicación de estrategias heurísticas y de reflexión (Polya, 1945; Schoenfeld, 1985, citado por Sepúlveda y Santos, 2006). Existe evidencia de que cuando los estudiantes participan en las distintas fases de la resolución de los problemas, eventualmente reconocen la necesidad de contrastar y refinar sus ideas continuamente. Además, valoran la importancia de pensar siempre en formas distintas de resolver un problema.

Esta investigación fue de mucha utilidad por los hallazgos encontrados en cuanto a que en la resolución de problemas matemáticos los alumnos van logrando avances mediante la puesta en práctica de diversas estrategias como la representación y presentación ante todo el grupo de sus acercamientos a distintos problemas.

En las investigaciones consultadas no hemos encontrado estudios que presenten una vinculación directa entre los constructos aprendizaje basado en competencias y técnica

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

POL como diseño instruccional innovador. Es decir que se estudie la manera en que los alumnos de secundaria desarrollan la competencia de planteamiento y resolución de problemas, argumentación y comunicación en la construcción de proyectos educativos a través de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos. Como se muestra sólo existen algunos estudios generales que se articulan indirectamente con los mismos, como: objetivación de información en aprendizaje matemático autorregulado (Santos y Castañeda, 2008); programa de pedagogía constructivista con aprendizaje cooperativo y la instrucción con el apoyo de la computadora en el dominio de competencias básicas en conceptos de matemáticas (Kimberly, 2004); prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas y la competencia matemática (McKinney y Frazier 2008); proyectos que unen la ciencia y las matemáticas, documenta la aplicación de las matemáticas necesarias en proyectos, así como la comprensión matemática y los conceptos científicos (Wilhelm, Sherrod y Walters, 2008); programa virtual en equipos de Matemáticas, que parte de la colaboración para la resolución de problemas de matemáticas (Litz, 2007).

El abordaje de estos estudios se realizó tanto de paradigmas cuantitativos como cualitativos, predominando los primeros, aparecen con regularidad conceptos que se vinculan con el trabajo de investigación que pretendemos como: trabajo por proyectos, trabajo colaborativo, resolución de problemas, competencia matemática, aprendizaje cooperativo, entre otros.

Estos hallazgos permitieron orientar y a la vez apoyar la investigación. Reforzó los constructos retomados lo cual condujo a una delimitación adecuada del problema, la selección del método, técnica e instrumentos pertinentes. Los estudios muestran además, la puesta en práctica de paradigmas tanto cuantitativos como cualitativos en el campo de las

Ciencias de la Educación, en particular en la asignatura de matemáticas. En síntesis se

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

reflexionó la importancia de disponer de un aparato teórico adecuado, y se reconoció que la teoría es imprescindible para entender y comunicar las propuestas, los métodos y los objetivos de cualquier práctica.

Finalmente se presenta un organizador con la intención de resumir las investigaciones relacionadas con el estudio.



Figura 2: Organizador de información apartado 2.3

En este capítulo se abordaron y analizaron los constructos teóricos base de este estudio, la revisión de la literatura sobre aprendizaje basado en competencias matemáticas, la técnica de aprendizaje orientado en proyectos, así como investigaciones relacionadas con el objeto de estudio fueron un referente importante para la definición del referente metodológico que se aborda en la siguiente sección.

## **Capítulo 3. Metodología general**

En este capítulo se aborda la metodología utilizada en la investigación sobre competencias matemáticas mediante el uso de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos, bajo un paradigma cualitativo centrado en el estudio de caso, además se hace referencia al proceso de desarrollo de las etapas del estudio, para ello se presentan ocho apartados que corresponden al método; población y muestra; tema, categorías e indicadores del estudio; fuentes de información; técnicas de recolección de datos; prueba piloto de los instrumentos; así como la aplicación de los mismos; finalmente la captura y análisis de datos.

### **3.1 Método de investigación**

Retomando el objetivo principal del estudio de analizar el desarrollo de competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, argumentación y comunicación en el aula con alumnos de secundaria con el fin de identificar cómo impacta la técnica de aprendizaje orientada en proyectos, como diseño instruccional innovador, para mejorar los aprendizajes de los alumnos se apoyó en los procedimientos de la investigación cualitativa para buscar en la práctica educativa evidencias que mostraran lo que sucede en el salón de clase cuando los alumnos, organizados en equipos, en un tiempo determinado y con un fin común a través de una serie de pasos sistematizados dan solución a una problemática de su interés que concluye en la presentación de un proyecto. Para llevar a cabo lo anterior se seleccionó el paradigma cualitativo, el cual consiste de acuerdo con Rodríguez, Gil y García (1999) en la descripción de las cualidades de un fenómeno, Giroux y Tremblay (2008) en obtener conocimientos mediante el estudio profundo de un pequeño número de



casos, con el propósito de explicar el desarrollo de competencias matemáticas y Alvarez-Gayou (2003), buscar “la subjetividad, y explicar y comprender las interacciones y los significados individuales o grupales” (p. 41).

Asimismo, el problema de investigación demandó comprender los significados de lo que aconteció en el grupo de 2 “L”, conocer las propias descripciones y perspectivas de los alumnos; se buscaron datos descriptivos; se observó la conducta humana, lo que los adolescentes dicen y hacen en el aula, todo ello producto del modo en que definen su mundo como menciona Taylor y Bogdan (1987); idea que comparte Martínez (2006), cuando afirma que el paradigma cualitativo trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades y su estructura dinámica.

Para analizar el impacto de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos en el desarrollo de competencias matemáticas en específico el planteamiento y resolución de problemas, la comunicación y la argumentación desde el paradigma cualitativo; se eligió el método de casos, que de acuerdo con Stake (1999) un estudio de este tipo tiene principalmente cuatro características especiales, es holístico, es decir, busca comprender su objeto más que comprender en qué se diferencia de otros; es empírico, debido a que está orientado al campo de observación; además es interpretativo, el observador trata de mantener despierta la atención para reconocer los acontecimientos relevantes para el problema; es empático, busca los esquemas de referencia del sujeto y sus valores.

Todo ello implica un enfoque interpretativo naturalista como afirman Denzin y Lincoln (2000), modelo que se utiliza cuando se estudia la realidad tal y como sucede en su contexto natural, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para los involucrados, como en el caso de la realidad que se vive

en las aulas de los centros educativos, construcción social y cultural compleja que refleja aspectos psicológicos y culturales de los sujetos de estudio.

El método del estudio de caso, se centra en la particularidad y la complejidad de un caso singular, con la finalidad según Stake (1999) de llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes, Yin (1984) añade que se centra en el estudio holístico de un fenómeno dentro de su contexto real que requiere múltiples fuentes de información, con la finalidad, como señala Pérez (2000) de mejorar la realidad social. Este método es pertinente para indagar en su contexto específico (el aula) el planteamiento y resolución de problemas, la comunicación y la argumentación en alumnos de secundaria.

Cuando realmente nos interesa la particularización y no la generalización de resultados, Muñoz y Muñoz (2000) sugieren que nos situemos en el estudio de caso, ya que éste ofrece una perspectiva contextualizada, como es la pretensión de analizar el desarrollo de las competencias matemáticas en los alumnos de segundo grado, cuando trabajan mediante la técnica POL, como señala Smith (s/f, citado por Stake, 1999) el caso es considerado como un sistema acotado, resaltando los límites que precisa el objeto de estudio, enmarcado siempre en el contexto global en el que se reproduce.

Estudiar la influencia de la técnica POL para analizar las competencias matemáticas que se desarrollan en el nivel de secundaria, fue el motivo por el cual se eligió el método de estudio de caso, específicamente el diseño de casos múltiples, que de acuerdo con Rodríguez, Gil y García (1999) son recomendables para estudiar la realidad que se desea explorar, describir, explicar, evaluar o modificar, y agrega Yin (1984) que las evidencias presentadas a través de un diseño de casos múltiples son más convincentes, por lo que el estudio realizado desde esta perspectiva es considerado más robusto al basarse en la

replicación, entendida como la capacidad de contestar y contrastar las respuestas obtenidas de forma parcial con cada caso que se analiza.

Las fases por las que pasó este estudio fueron cuatro; la primera, la llamada **preparatoria**, dividida en dos etapas: la reflexiva y la de diseño; la primera, se refiere al establecimiento teórico conceptual de la investigación, centrada en la reflexión teórica del desarrollo de competencias matemáticas. Se investigó información relacionada con las unidades de análisis: competencias matemáticas y técnica POL con el propósito de establecer el marco teórico y conocer lo que se ha indagado al respecto; para Rodríguez, Gil y García (1999), representa la referencia para toda la investigación, además para la recogida y análisis de datos, es relevante. En la segunda etapa de **diseño**, se planificaron las actividades llevadas a cabo en las tres fases posteriores. El diseño gira en torno al sujeto-objeto de estudio, con una postura cualitativa y un método de estudio de casos múltiples, con observaciones de la práctica en el aula a través del uso de la bitácora, entrevistas semiestructuradas a alumnos y cuestionario a alumnos y profesora investigadora. En esta etapa se determinó la naturaleza y dimensión del tema de investigación; es decir se especificó el contexto en donde se llevó a cabo el estudio, así como las características de los participantes, recursos disponibles y se focalizó al grupo de estudio.

La segunda fase llamada de **campo**, también consta de dos etapas; la primera de ellas denominada **acceso al campo** en la que se solicitó permiso para entrar a la institución, donde se desarrolló la investigación (Anexo N), la directora de la institución autorizó de manera verbal llevar a cabo el estudio, ofreció apoyo de su parte para colaborar en los momentos que se requiriera, accediendo en su momento para llevar a cabo la entrevista (Anexo D) y contestando la técnica FODA (Anexo E) referidos en el marco contextual.

La segunda etapa de la fase de campo es la **recolección productiva de datos** que para Rodríguez, Gil y García (1999), es la etapa más interesante de la investigación, en nuestro caso permitió iniciar con la **levantada** y registro de la información, para lo cual se diseñó un cuadro de triple entrada para instrumentos (Anexo G) a raíz del cual se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos: para la observación de la práctica se utilizó la bitácora (Anexo H); entrevistas semiestructuradas a los alumnos (Anexo I), y cuestionario a los alumnos (Anexo J) y profesora investigadora (Anexo K). Es necesario clarificar que la **recopilación** de la información consistió en la recopilación de información derivada de la aplicación del diseño instruccional innovador (Anexo L); de los indicadores correspondientes a las categorías de estudio que son planteamiento y resolución de problemas, argumentación, comunicación, técnica POL, contenidas en los instrumentos señalados, como menciona Rodríguez, Gil y García (1999) focalizada hacia una información mucho más específica.

En esta etapa los primeros análisis del estudio se presentaron a los alumnos, información que se observó a través de la bitácora con el propósito de verificar el rigor con los informantes, debido a que son los que permitieron la inmediata pertinencia, adecuación y validez del estudio. Otra forma de asegurar el rigor, afirman Rodríguez, Gil y García (1999) es a través del proceso de triangulación, en este estudio en particular, se optó por la triangulación de datos, obtenidos de la aplicación de diversos instrumentos.

Las actividades señaladas se desarrollaron en un lapso aproximado de dos meses, desde la autorización de la directora de la institución, análisis del contexto, desarrollo de la técnica POL y la aplicación de instrumentos referidos.

La tercera **fase es la analítica**, posterior al trabajo de campo, se llevó a cabo un proceso realizado con cierto grado de sistematización, como sugiere Rodríguez, Gil y

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

García (1999) las tareas que se desarrollaron en esta fase fueron: a) reducción de datos; b) disposición y transformación de datos; y c) obtención de resultados y verificación de conclusiones.

Finalmente la cuarta, **fase informativa**, en la que se culminó el proceso de investigación al dar a conocer los resultados que se obtuvieron con la implantación de la técnica de aprendizaje orientado en proyectos en la asignatura de matemáticas, afirma Rodríguez, Gil y García (1999) que el proceso de análisis es un ir y venir de datos, en esta fase se elaboró un texto con las notas de campo y los documentos obtenidos del mismo; que más adelante sirvió para construir el informe de la investigación.

De acuerdo con Stake (1999) el presente trabajo representa el estudio de un caso instrumental, debido a que interesa ver si la técnica de aprendizaje orientada en proyectos incide en el desarrollo de competencias en la asignatura de matemáticas, por tanto se describe la situación educativa con la técnica POL que se trabajó en la presente investigación para el desarrollo de competencias matemáticas.

### **3.2 Población y muestra**

En este estudio se analizó el impacto que tiene la técnica POL en el desarrollo de competencias matemáticas en los alumnos de secundaria debido a que este sector de jóvenes se ubica en la etapa de las operaciones formales, en donde el punto central es el pensamiento formal es decir implica el desarrollo de la capacidad de pensar en forma abstracta y de aplicar la lógica también en las operaciones mentales.

La población entendida según Selltis (1974, citado por Hernández, Fernández y Baptista, 1998) como el “conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 204), son los 1845 jóvenes que cursan actualmente la educación

secundaria en la institución, distribuidos en dos turnos, en el matutino existen 6 grupos de cada grado, compuesto por 65 alumnos, a diferencia del vespertino que cuenta con cinco grupos, formados por 45 alumnos en cada aula.

De esta población, se estudió solo una parte del grupo de segundo “L” del turno vespertino, se eligieron tres equipos conformados por cuatro alumnos cada uno, con quienes se llevó a cabo el estudio de casos múltiples (Rodríguez, Gil y García, 1999). La manera en la que seleccionaron estos alumnos se debió a que al revisar la literatura Hernández, Fernández y Baptista (1998) mencionan que existe el muestreo probabilístico y no probabilístico, los cuales pueden utilizarse en el estudio de casos, sin embargo Stake (1999) recomienda utilizar el no probabilístico que es más acorde a la investigación cualitativa.

La muestra, como afirma Alvarez –Gayou (2003) sustenta la representatividad de un universo y se presenta como el factor crucial para generalizar los resultados, en el mismo sentido, Sudman (1976, citado por Hernández, Fernández y Baptista, 1998), la define “como un subgrupo de la población” (p. 204). Para la presente investigación el tipo de muestreo que se siguió es por máxima variedad que de acuerdo con Patton (1990, citado por Rodríguez, Gil y García, 1999.) es el proceso de seleccionar de forma deliberada una muestra heterogénea y observar los aspectos comunes de sus experiencias, son recomendables para estudiar la realidad que se desea explorar, describir, explicar, evaluar o modificar, y agrega Yin (1984) que las evidencias presentadas a través de este diseño son más convincentes, por lo que el estudio realizado desde esta perspectiva es considerado más robusto al basarse en la replicación, entendida como la capacidad de contestar y contrastar las respuestas obtenidas, en este caso de cada equipo.

La selección fue a invitación del profesor, quien expuso al grupo de 2º “L” que trabajarían tres equipos de cuatro alumnos un problema utilizando un diseño instruccional y que requería de su participación en la aplicación de diversos instrumentos de investigación que incluían entrevistas y cuestionarios y a partir de esta indicación, los tres primeros equipos que alzaron la mano fueron seleccionados, procedimiento vinculado con el planteamiento de Hernández, Fernández y Baptista (1998), donde no todos los sujetos tienen la posibilidad de participar, razón por la cual no es posible generalizar los resultados.

Por tanto, los tres equipos determinados para trabajar con la técnica POL y llevar a cabo la elaboración de proyectos, fueron alumnos de 13 años, quienes a través de las técnicas de investigación, como la observación y la entrevista, apoyadas con instrumentos como la bitácora, el cuestionario y la guía de entrevista semiestructurada, constituyeron la fuente de información.

### **3.3 Tema, categorías e indicadores de estudio**

El trabajo por proyectos en la educación secundaria le permite al maestro identificar qué tanto los jóvenes saben hacer y en qué medida aplican lo que saben en la vida cotidiana (Corbalán, 1997), lo que conlleva a una estrecha relación con los contenidos matemáticos que se estudian en cada grado, de ahí que esta investigación busque dar respuesta a la manera en la que impacta la implementación de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos en el desarrollo de las competencias matemáticas en los alumnos de segundo grado de secundaria, así pues, de la temática se derivaron dos grandes categorías, por un lado *competencias matemáticas*, de las que se desprendieron tres indicadores que son: planteamiento y resolución de problemas, con éste se indagó cómo identifican, plantean y resuelven problemas los alumnos de segundo grado en la asignatura de matemáticas; la

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

argumentación, que permitió explorar la manera en que los estudiantes explican, justifican y demuestran sus respuestas en la solución de problemas y la comunicación, que proporcionó pautas para conocer la forma en la que los jóvenes se expresan y representan la información matemática, así como la manera en la que la interpretan; por otro lado **la categoría técnica de Aprendizaje Orientada en Proyectos**, cuyos indicadores son planeación de la técnica POL, en este caso se trató de identificar la manera en la que se organiza el trabajo en matemáticas, la participación de los alumnos al trabajar con POL y el tipo de proyectos que se realizan con la técnica; en cuanto al indicador de desarrollo, se centró en identificar las actividades que se realizaron en cada una de las ocho etapas que incluye el diseño instruccional innovador: técnica POL; y los conocimientos que aplicaron los alumnos en el trabajo por otro lado, el indicador evaluación pretende averiguar las habilidades y valores que se hacen evidentes cuando se trabaja con POL, además de conocer la forma en la que se evalúa el trabajo por proyectos. Todo ello mediante preguntas que forman parte de los instrumentos que se administraron a los alumnos durante y al finalizar el proceso de la técnica POL.

Del tema desarrollo de competencias matemáticas mediante el uso de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos se definieron las siguientes cuatro categorías y sus indicadores respectivos mismos que se definen para efectos de este estudio, mostrándose en el cuadro siguiente. Estos últimos condujeron a la elaboración de preguntas que se señalan en el Anexo G, cuadro de tiple entrada, mismas que permitieron dar respuesta a las preguntas de investigación.



Cuadro 1.  
*Categoría e indicadores de la investigación.*

Categoría	Indicadores
<p><b>Planteamiento y resolución de problemas</b>            Habilidad práctica para resolver lo desconocido, comprende las capacidades de identificar, plantear y resolver diferentes tipos de problemas matemáticos utilizando una variedad de métodos (Niss, 2002).</p>	<p><b>Identificación de problemas.</b> Tarea que consiste en reconocer una situación problemática en diversos contextos (National Council of Teachers of Mathematics, 1995)</p> <p><b>Planteamiento de problemas.</b> Refiere a plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (Rico, 2007), de acuerdo con Segarra (2004), hay que partir de lo vivencial, de la observación y de la experimentación sobre las cosas para plantear problemas matemáticos.</p> <p><b>Resolución de problemas.</b> Resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías (Rico, 2007), representa una forma de aprendizaje significativo por descubrimiento (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983)</p>
<p><b>Argumentación</b>            Conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes dirigidas a la explicación de determinados procesos, entre las capacidades que incluye está la manera en que se explica la solución de un problema, cómo se justifica la solución del mismo y cómo se demuestra su solución (Tobón, 2007).</p>	<p><b>Explicación.</b> Explicación comprensible de razones (Pajares, Sanz y Rico, 2004), de acuerdo con Tobón (2007) refiere a la explicación de determinados procesos.</p> <p><b>Justificación.</b> Se refiere a la emisión de juicios fundamentados (Leyva y Proenza, 2006).</p> <p><b>Demostración.</b> Consiste en convencer sobre la veracidad de afirmaciones mediante diversos procedimientos y pruebas (Stein, 2001).</p>
<p><b>Comunicación</b>            Capacidad de expresarse tanto de manera oral como escrita con referencia a asuntos con contenido matemático, abarca las capacidades de la forma en que se expresa y representa información</p>	<p><b>Expresión oral en matemáticas.</b> Manera en que se comunican las ideas al tiempo que se plantean, resuelven e interpretan problemas matemáticos (Castro, 2006), así como a la sencillez en el discurso y lógica (Tobón, 2007).</p>

---

matemática y la manera en que se interpreta dicha información (Niss, 2002), ayuda a los estudiantes a organizar y consolidar su pensamiento matemático, debido a que representa una de las claves para la profundización de la comprensión matemática (Silbey, 2003).

### **Técnica de aprendizaje orientada en proyectos (POL)**

Modelo de instrucción que gira en torno a preguntas y tareas auténticas y cuidadosamente seleccionadas, conlleva un proceso de investigación y concluye en el diseño de un producto, todo ello involucra conocimientos y habilidades que permiten al estudiante construir su aprendizaje (Kramer, Walker y Brill 2007.).

### **Expresión escrita en matemáticas.**

Capacidad de expresarse de manera escrita a través de diferentes recursos con referencia a asuntos con contenido matemático (Niss, 2007).

**Organización del aprendizaje.** Orden del proceso al trabajar con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos, incluye la forma de organizar el trabajo, participación y el tipo de proyectos a realizar (Thomas, 2000).

**Ejecución de la técnica.** Consiste en el desarrollo del proyecto con la técnica POL, contempla las actividades desarrolladas por los alumnos en cada una de las etapas de esta técnica, así como los conocimientos que aplicaron los alumnos en el desarrollo del proyecto (Poell y Van der Krogt, 2003).

**Evaluación.** Se centra en evaluar a través de la bitácora, entrevistas, cuestionarios y análisis de proyectos las competencias desarrolladas por los alumnos al trabajar con la técnica POL.

---

Esta información fue de gran apoyo, representó la directriz que fue guiando el proceso de construcción de instrumentos, así como al momento de analizar los resultados arrojados en esta investigación.

## **3.4 Fuentes de información**

Como el estudio de caso es fenomenológico, señala McKernan (1999) representa la relación que hay entre los hechos (fenómenos) y el ámbito en que se hace presente esta realidad, en este sentido, para dar respuesta a la temática planteada en el estudio, las fuentes de información a las que se aplicaron los instrumentos y recopilar la información fueron alumnos del grupo de segundo “L” durante su trabajo en el salón de clase y la profesora investigadora de la asignatura de matemáticas.

Los alumnos que se seleccionaron son en quienes cayó la mayor parte del trabajo, debido a que son sujetos de estudio, mediante el trabajo realizado en la asignatura de matemáticas, se analizó cómo desarrollaron competencias matemáticas cuando trabajan colaborativamente con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos.

La profesora investigadora cuenta con 5 años de experiencia, interesada en llevar a cabo la reforma a la educación secundaria, razón por la cual tiene especial interés en que sus alumnos diseñen, desarrollen y evalúen proyectos, en donde se vea la utilidad de los contenidos matemáticos abordados en el salón de clase.

Por tanto, las fuentes que se consultaron para recopilar los datos de la investigación fueron alumnos de secundaria y la titular del curso de matemáticas en este caso la profesora investigadora. Los alumnos fueron la fuente idónea porque son ellos quienes a través de la construcción, desarrollo y evaluación de un proyecto en matemáticas mediante la técnica POL me permitió analizar como desarrollaron las competencias de planteamiento y resolución de problemas, la argumentación y comunicación, y la profesora investigadora de matemáticas porque vivió el proceso de aplicación de este diseño instruccional e innovador en la educación secundaria.

### **3.5 Técnicas de recolección de datos**

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

Es importante resaltar que el estudio de caso permite a los profesores identificar, diagnosticar e intentar resolver problemas importantes a los que se enfrentan al enseñar para comprender la realidad, por esa razón las técnicas que se utilizaron para recopilar la actividad y comportamiento de los sujetos involucrados en este estudio permitieron contar con diferentes puntos de vista, y así analizar el objetivo que se busca alcanzar, el cual consiste en investigar el desarrollo de competencias matemáticas con tres equipos de secundaria que trabajen con la técnica POL como diseño instruccional innovador, mediante la observación, entrevista semiestructurada y cuestionario. En este apartado se definen cada una de ellas, así como los instrumentos utilizados.

La observación es la técnica que conduce hacia una mejor comprensión del caso, de acuerdo con Alvarez-Gayou (2003) es obtener impresiones del mundo circundante por medio de los sentidos. Las observaciones fueron realizadas en el aula, debido a que es el espacio físico en donde los alumnos realizan su trabajo. Llevar a cabo la observación cualitativa menciona Stake (1999, p. 62) “significa encontrar buenos momentos que revelen la complejidad única del caso”. Es necesario aclarar que la observación realizada es la que Rodríguez, Gil y García (1999) denominan participante, debido a que la docente investigadora se involucro, es decir lo que se efectuó en esta etapa fue una intromisión en la realidad de los alumnos con el fin de construir explicaciones más realistas.

Por consiguiente, la observación permite obtener información sobre un fenómeno o acontecimiento tal y como éste se produce. Es un proceso sistemático por el que un especialista recoge por si mismo información relacionada con el problema que está investigando, como proceso, intervienen las percepciones del sujeto que observa y sus interpretaciones de lo observado.

Resulta importante resaltar que la observación constituye un proceso deliberado y sistemático orientado por una pregunta, propósito o problema. En el caso particular el eje rector fue ¿Cómo un diseño instruccional innovador basado en la técnica POL favorece el desarrollo de tres competencias matemáticas (planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación) mejorando con ello los aprendizajes matemáticos en estudiantes de segundo grado de educación secundaria?, Rodríguez, Gil y García (1999, p. 150) “supone advertir los hechos como se presentan y registrarlos siguiendo algún procedimiento físico o mecánico”.

El instrumento de bitácora (Anexo H) se utilizó como menciona García (s/f) con el objetivo de registrar en el aula de manera detallada el proceso que se siguió cuando los alumnos trabajaron en la elaboración de su proyecto haciendo uso de la técnica POL en torno a las categorías previamente establecidas de planteamiento y resolución de problemas, argumentación y comunicación en el aula.

La entrevista es la vía principal para llegar a las realidades múltiples, para Stake (1999) conseguir una entrevista puede ser lo más fácil del estudio de casos, debido a que es el principal cause para obtener la pluralidad de puntos de vista. Las preguntas de investigación deben ser previamente ensayadas, por tal motivo se hace necesario que el entrevistador cuente con un plan previo bien detallado, es decir que llegue con una lista corta de preguntas orientadas a los temas.

En la entrevista la construcción de sentido se negocia entre los locutores en donde la palabra, mirada y el gesto participa de ese acontecimiento singular que se lleva a cabo, el mantener una actitud empática y abierta ante los alumnos entrevistados genera como afirma mayor colaboración de los entrevistados hacia el investigador.

Se utilizó de acuerdo con Stake (1999) la entrevista semiestructurada (Anexo I), con el objetivo de conocer la opinión de los equipos acerca de las competencias matemáticas que desarrollaron al trabajar con la técnica POL, abordando las mismas categorías contempladas en la bitácora con fines de triangulación.

Se aplicó un cuestionario (Anexo J) que de acuerdo con Rodríguez, Gil y García (1999) se construye para contrastar puntos de vista, se considera una técnica útil en el proceso de acercamiento a la realidad estudiada. Se aplicó con el objetivo de conocer la opinión de los alumnos acerca de las competencias matemáticas que desarrollaron al trabajar con la técnica POL, consta de veintidós preguntas, con ello se pretendió abordar la problemática desde una óptica exploratoria, no exigió una reflexión profunda de los entrevistados, sino que expresaron el grado en que pusieron en juego sus capacidades al trabajar por proyectos.

De igual manera, se aplicó un cuestionario (Anexo K) a la profesora investigadora de matemáticas para conocer su opinión acerca de las competencias que desarrollaron los alumnos al trabajar con la técnica POL, incluyó el mismo número de preguntas suministradas a los alumnos.

El cuestionario descrito sirvió como instrumentos de evaluación para valorar en opinión de los alumnos (autoevaluación) y docente investigadora (heteroevaluación) el grado de desarrollo de las tres competencias matemáticas motivo de este estudio al trabajar con la técnica POL, posición orientada por Pimienta (2008) donde hace referencia que un programa encaminado al desarrollo de competencias la evaluación debe considerar los procesos, señala que “evaluar los aprendizajes de los estudiantes implica enjuiciar sistemáticamente el mérito y/o valía de las competencias adquiridas por ellos en un

contexto específico” (p.26), lo que representa de acuerdo con Goñi (2008) basar la evaluación en evidencias por oposición a evaluación basada en test.

Se llevó a cabo un análisis de proyectos, para Pimienta (2008) constituyen trabajos que desarrollan los estudiantes que no pueden ser evaluados con pruebas objetivas ni exámenes abiertos sino al final de un proceso. Dicho análisis se aplicó con el propósito de evaluar el proyecto elaborado por los alumnos resultado de aplicar el diseño instruccional innovador: técnica POL. Este instrumento incluye la evaluación por parte de la docente investigadora de las tres competencias matemáticas y sus indicadores motivo de este estudio (Anexo M), usando una tabla con criterios de evaluación (Anexo N).

### **3.6 Prueba piloto**

El proceso que se siguió para conocer si los instrumentos que se aplicaron a los 12 alumnos de segundo grado eran entendibles y arrojaran los datos que dieran respuesta a la pregunta de investigación se describe a continuación:

En lo que respecta al pilotaje del diseño instruccional innovador (Anexo L) que incluye ocho pasos para el desarrollo del proyecto mediante la técnica POL, el objetivo fue experimentar el entendimiento de cada una de las actividades planteadas. Se aplicó de manera individual a todo el grupo en cinco sesiones de cuarenta y cinco minutos dentro de los cuales se dieron instrucciones generales sobre la forma de llevar a cabo POL. Se detectó que los alumnos tenían dificultad para elegir el tema y para hacer el planteamiento del problema, cuando se logró clarificar el punto 1 (problema inicial) se les facilitó llevar a cabo el 2 (análisis del problema) y el 3 (definición de la tarea), sin embargo volvieron a presentar dificultad en el paso 4 (delimitación del problema), porque las actividades que apoyaría la realización de ese paso no eran claras para ellos, hasta cierto punto confundían a los

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

alumnos y no clarificaba las respuestas que se buscaban, lo que respecta al paso 5 (solución) no se detectó algún problema, en el paso 6 (discusión/conclusión) los alumnos expresaron su respuestas con un sí o no, que no mostraban un entendimiento claro en las actividades de esa fase, el paso 7 (implementación) al igual que el anterior, se encontró que no daban respuesta a lo que se pedía, ahí ellos debían escribir las indicaciones, sugerencias e instrucciones de lo relacionado con la implementación de su proyecto y fue muy pobre la comunicación, finalmente en el punto 8 solo un alumno presentó el reporte en power point, el resto lo hizo siguiendo el formato que se les proporcionó al inicio. Con base en resultados del pilotaje se modificó la redacción de los pasos 1, 4, 6, 7 y 8 para quedar como se plantea en el Anexo L.

Otro de los instrumentos que se piloteo fueron las entrevistas semiestructuradas, aplicadas a tres alumnos de 2º grado grupo “L” que no participaron en el estudio, con la intención de identificar algunas preguntas que no fueran entendidas por los 12 alumnos que colaboraron en la investigación, resultado de esta actividad fue el replanteamiento de dos de los veintidós cuestionamientos que abarca este instrumento.

En lo que respecta al cuestionario (Anexo J) se aplicó a tres alumnos de 2º grado grupo “L”, que no participaron en el estudio, previamente se les solicitó su apoyo y se les citó en la biblioteca de la institución, se les indicó leyeran cada una de las veintidós preguntas del cuestionario y que si tenían dudas en la interpretación lo hicieran saber, después de cinco minutos los alumnos manifestaron no haber tenido dificultad en interpretar lo que se les solicitaba en dicho instrumento, por lo que no hubo necesidad de replantearlo.



Al dar cuenta del impacto, resultado de la aplicación de la técnica POL como diseño instruccional innovador orientado al desarrollo de competencias matemáticas, sabremos si es necesario o no promover su implementación en la escuela secundaria.

### **3.7 Aplicación de instrumentos**

En la segunda semana del segundo bimestre de actividades escolares, en el aula de matemáticas los alumnos integrados en equipos de cuatro integrantes realizaron su proyecto mediante la técnica POL; se dedicó un día para cada una de las primeras siete etapas y tres para la última la cual incluyó la presentación del reporte final al resto del grupo.

Enseguida se describe la situación educativa con técnica POL utilizada para el desarrollo de competencias matemáticas.

Objetivo: que los alumnos a través de la elaboración, ejecución y evaluación de un proyecto resuelvan un problema que parta de sus intereses y conlleve al desarrollo de competencias matemáticas.

Contenido. Al resolver el problema seleccionado el alumno hará uso de diversos contenidos de matemáticas así como, de ser el caso, de otras asignaturas de tratarse de un proyecto interdisciplinario, en este proceso, a través de la observación mediante el uso de una bitácora (Anexo H), entrevista a alumnos (Anexo I), cuestionario a alumnos (Anexo J), cuestionario a profesor (Anexo K) se estudiará cómo desarrollan los estudiantes las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, argumentación y comunicación al trabajar con un diseño instruccional innovador en educación secundaria, la técnica POL (Anexo L).

Estrategia. Los alumnos de manera colaborativa desarrollan un proyecto de su interés, el proceso de enseñanza aprendizaje es guiado mediante la utilización del diseño

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

instruccional innovador (Anexo L), que en este caso corresponde a los ocho pasos de la técnica POL.

El problema inicial. Los alumnos reflexionan en equipo un problema que quieren investigar profundamente o el problema que quieren ser capaces de resolver y dar respuesta a lo siguiente: ¿cuál es el tema de interés?, ¿de qué trata el problema?, ¿con qué asignaturas se relaciona y por qué?

Análisis del problema. En equipo los alumnos analizan: ¿el problema seleccionado es en realidad un problema?, justifican ¿para quién es un problema?, ¿por qué es un problema?, ¿cuándo es un problema?, ¿dónde es un problema?

Definición de la tarea. Con base en el análisis anterior los alumnos en equipo formulan el problema más preciso para que tengan claro sobre lo que van a trabajar.

Delimitación del problema. En este paso los equipos responden a los siguientes planteamientos: ¿lugar dónde se presenta el problema?, ¿en cuánto tiempo el problema que se eligió va a quedar resuelto?, ¿qué recursos (materiales, tecnológicos, financieros y humanos) necesitan para resolver el problema elegido?, ¿qué contenidos van a contemplar de matemáticas y de otras asignaturas?, expliquen de manera detallada ¿cómo van a dar respuesta al problema?

Solución. En equipo los alumnos describen cada una de las actividades que desarrollaron hasta llegar a la solución del problema dando especificaciones detalladas.

Discusión/conclusión. Discuten en equipo: ¿cómo se evaluaron los resultados a que se llegaron?, ¿a qué conclusiones finales llegaron? y ¿qué recomendaciones harían sobre el trabajo realizado?

Implementación. En este paso los alumnos en equipo dan instrucciones y sugerencias acerca de todo lo relacionado con la implementación del proyecto.

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

Reporte. Como actividad final el equipo presenta un reporte del proyecto que incluya la descripción de cada una de las etapas de la técnica POL en el medio manual y/o electrónico que decidan, para su presentación ante el resto del grupo en el día y hora previamente señalada por la profesora investigadora de matemáticas, el reporte debe ser coherente y con buenos argumentos, se incluirá el proceso que vivió el equipo a lo largo de la aplicación de la técnica POL.

Metodología. A partir de las orientaciones del docente sobre el objetivo, roles de los participantes, explicación detallada de cada uno de los ocho pasos de la técnica POL, las actividades que contempla cada una de ellas, los alumnos dispuestos en equipos de cuatro integrantes emprenden el desarrollo de un proyecto, implicando la organización, la distribución de roles, responsabilidad compartida y el análisis creativo de diversas fuentes de información para resolver el problema. Para lo cual cada uno de los tres equipos que contempló la muestra de estudio contó con una guía con los ocho pasos así como las actividades de la técnica POL como diseño instruccional innovador (Anexo L).

Rol del alumno. Consensan el problema a investigar, toman decisiones, investigan y recopilan información, se ayudan entre sí, comparten ideas, planifican cooperativamente qué y cómo estudiar, diseñan el proceso para alcanzar la solución al problema y participan en su propio proceso de aprendizaje.

Rol del docente. Cultiva la atmósfera de participación y colaboración, estimula tanto el pensamiento individual como grupal, da seguimiento y apoya el desarrollo de actividades, promueve la investigación de los alumnos a través de preguntas y está dispuesto a aprender de ellos.

Evaluación. Se retoma el planteamiento de Goñi (2008, p. 175) “evaluar competencias implica aportar evidencias”, en este sentido la evaluación estuvo ligada al propio proceso de enseñanza aprendizaje.

Se recuperó la experiencia para registrar de manera detallada el desarrollo de las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, argumentación y comunicación en el aula en el proceso de aplicación de la técnica POL haciendo uso de técnicas e instrumentos con fines de triangulación, como la observación a través de una bitácora (Anexo H) con el fin de registrar de manera detallada el desarrollo de competencias matemáticas en el aula al trabajar con POL; aplicación de entrevistas semiestructuradas (Anexo I).

Se aplicaron además, un cuestionario para alumnos (Anexo J) y cuestionario para el docente (Anexo K), para evaluar el grado de progreso en el desarrollo de competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, argumentación y comunicación, así como la organización, ejecución y evaluación de la técnica POL, orientados en la dirección que plantea Goñi (2008), de acuerdo con las evidencias que los alumnos pusieron en juego de lo que saben hacer, se valoraron y calificaron definiendo criterios de evaluación (1= nunca; 2= casi nunca; 3= algunas veces; 4= frecuentemente; 5= siempre y 0= no aplica/sin opinión), es decir, normas para indicar la calidad de la respuesta obtenida, utilizando el siguiente esquema para la elaboración y aplicación de dichos instrumentos, donde se puede apreciar que la evaluación estuvo centrada en los procesos y no en los productos.

Categoría	Indicador	Evidencia	Criterio de evaluación						
			1	2	3	4	5	0	
Competencia matemática de	Identificación de problemas	Se identificó el problema de su proyecto de manera							

planteamiento y resolución de problemas		<p>autónoma</p> <p>El problema identificado partió de una situación de la vida real</p> <p>El problema identificado partió de sus intereses</p>						
	Planteamiento de problemas	<p>Se planteó el problema de manera autónoma</p> <p>El planteamiento del problema es claro respecto a lo que se desea investigar y resolver</p>						
	Resolución de problemas	<p>Se resolvió el problema de manera autónoma</p> <p>Se utilizaron conocimientos previos para la solución de problemas</p> <p>Se usaron procedimientos formales en la solución del problema</p> <p>Se aplicaron conocimientos interdisciplinarios en la solución del problema</p>						
Competencia matemática de argumentación	Explicación	Se explicó la solución del problema planteado						
	Justificación	Se justificó la solución del problema						
	Demostración	Se demostró la solución del problema						
Competencia matemática de comunicación	Expresión oral	Se comunicó de manera oral las ideas al resolver el problema						
	Expresión escrita	Se comunicó por escrito las ideas al solucionar el problema						
Técnica de aprendizaje orientada en proyectos	Organización	Se organizaron en equipo y se definieron roles de participación						

		Se colaboró en la construcción del proyecto Se elaboraron proyectos interdisciplinarios						
	Ejecución	Se desarrollaron colaborativamente las actividades del proyecto Se aplicaron conocimientos interdisciplinarios en el desarrollo del proyecto						
	Evaluación	Con la técnica POL se construyó el aprendizaje propio Se desarrollaron habilidades al trabajar por proyectos Al trabajar por proyectos se pusieron en práctica valores						

Al momento en el que los alumnos desarrollaron cada una de las etapas de la técnica POL, se focalizó la observación a ellos, la cual se llevó a cabo desde el primer día en que se inicio con la planeación del proyecto hasta la evaluación del mismo, cada sesión tuvo un tiempo de cuarenta y cinco minutos, es decir se observó un tiempo real de trescientos quince minutos. El objetivo de la observación fue registrar de manera detallada el desarrollo de competencias matemáticas en el aula en el proceso de aplicación de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos.

En este proceso se utilizó la bitácora de registro de observación (Anexo H) con el propósito de registrar de manera detallada el desarrollo de las competencias matemáticas en el aula en el proceso de aplicación de la técnica POL.

El cuestionario (Anexo J) se aplicó a los 12 alumnos estudiados al momento de la entrega del reporte de su proyecto, fue llenado por cada uno de los integrantes del equipo,

con la intención de tener información de tipo cualitativa que permitió triangular datos intra-equipos, llevó a cada alumno de 3 a 5 minutos responder, con este instrumento se conoció su opinión acerca de las competencias matemáticas que desarrollaron en esta asignatura al trabajar con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos.

El cuestionario al profesor investigador tuvo como objetivo conocer la opinión con referencia a las competencias matemáticas que desarrollaron los alumnos al trabajar con la técnica POL, su aplicación se llevó a cabo al término de los reportes de los tres equipos, con la intención de que se tuviera una panorámica general del trabajo realizado y otros elementos que le permitieron presentar respuestas con un grado de información importantes.

La entrevista semiestructurada al alumno se suministró al finalizar el reporte del proyecto del equipo. Tuvo lugar en la sala de maestros, contó con la presencia de los cuatro integrantes del equipo, al siguiente día se presentó el segundo equipo, finalmente el equipo tres fue entrevistado el tercer día. Con la entrevista se conoció la opinión de los integrantes de los equipos acerca de las competencias matemáticas que desarrollaron al trabajar con la técnica POL.

### **3.8 Captura y análisis de datos**

La captura de datos para Álvarez-Gayou (2003) equivale al registro electrónico, organización y manejo de la información, por tanto, se procedió a la transcripción de la información recuperada en la bitácora y entrevistas para cada uno de los tres equipos de trabajo, con el propósito de contar con el material identificable y evitar confusiones en el análisis de la información.

La validez y la confiabilidad no son algo que se pueda adquirir mediante el uso de un conjunto de técnicas particulares, sino un concepto que designa un estado ideal al que debe aspirar todo esfuerzo por descubrir y producir el conocimiento, representan criterios claves mediante los cuales se puede evaluar una particular metodología (Pérez, 2000), los resultados obtenidos del estudio tienen que ver con la validez debido a que están determinados en relación a los objetivos y a las circunstancias en que ocurrieron. Según Dawson (1982, citados en Rodríguez, Gil y García, 1999) la validez refiere al grado en que los constructos elaborados y las conclusiones del estudio se corresponden con la realidad, la validez en el estudio se aseguró con la estrategia de triangulación de fuentes, es decir, se confrontaron los datos obtenidos de informantes clave (alumnos y profesora investigadora de matemáticas) e instrumentos para recabar información (bitácora, entrevista semiestructurada y cuestionario), es decir, la triangulación de instrumentos y de los informantes en el trabajo de campo permitió integrar y contrastar la información para analizar la realidad estudiada

En tanto que, la confiabilidad es la probabilidad de obtener los mismos resultados dentro de un mismo período de tiempo, ésta puede ser realizada de forma cuantitativa o cualitativa, Rodríguez, Gil y García (1999) al respecto señalan que la diferencia entre ambas es que, en la primera se pone la confianza en un número y en la segunda reside en la apreciación del binomio usuario-investigador, por tanto, los resultados que se obtuvieron fueron compartidos con los participantes quienes estuvieron de acuerdo con los mimos, garantizando que la información obtenida fuera fidedigna, siguiendo la confiabilidad sincrónica que señalan Kirk y Miller (1986) que se refiere a la similaridad de las observaciones dentro de un mismo período de tiempo, el trabajar con casos múltiples permitió contrastar esta característica.

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.



Para Giroux y Tremblay (2008) la interpretación de resultados consiste en la “sección del informe de investigación en la que el investigador compara los resultados que ha obtenido con la hipótesis que se ha propuesto verificar o con el objetivo que se ha fijado y, llegado el caso, deriva de ello nuevos conocimientos” (p. 26). El proceso que se realizó en este estudio para la interpretación de resultados consistió en contrastar la información recabada de los instrumentos que se utilizaron, bitácora, entrevista semiestructurada y cuestionario, es decir, se realizó una triangulación de fuentes (Stake, 1999) y con ello dar respuesta a los supuestos, preguntas y objetivos de la investigación.

Por consiguiente, al efectuar la triangulación de fuentes permitió dar validez a los datos observados y registrados (Stake, 1999) y son confiables al encontrar similitud en los resultados obtenidos (Kirk y Miller, 1986) con los tres equipos de alumnos formados.

En este capítulo se expuso el proceso metodológico, la población y muestra, categoría e indicadores, fuentes de información, técnicas de recolección de datos, prueba piloto, aplicación de instrumentos y la captura y análisis de datos, lo que condujo a obtención de resultados del estudio, mismos que se dan a conocer la siguiente sección.

## **Capítulo 4. Resultados de la investigación**

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación organizados en dos apartados, en el primero (4.1) se muestra los datos obtenidos sobre las cuatro categorías estudiadas: planteamiento y resolución de problemas, argumentación, comunicación y técnica POL y en el segundo (4.2) se presenta el análisis e interpretación de resultados de acuerdo con los criterios de triangulación de fuentes propuestos en el apartado 3.8 captura y análisis de datos del capítulo III de metodología. El objetivo de este capítulo es dar a conocer el impacto que la técnica de aprendizaje orientada en proyectos tuvo en el desarrollo de competencias matemáticas, por medio de los instrumentos aplicados tanto a los alumnos como a la profesora investigadora de la asignatura.

### **4.1 Presentación de resultados**

Este trabajo de investigación se realizó dentro del paradigma cualitativo a través de un estudio de casos que consistió en explorar la influencia del diseño instruccional innovador de la técnica POL en el desarrollo de un proyecto enfocado a desarrollar las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación con alumnos de educación secundaria. Se describen los resultados de los tres equipos integrados por cuatro estudiantes cada uno.

En este primer apartado se exponen los datos arrojados de las cuatro categorías estudiadas en esta investigación mediante la aplicación de cuatro instrumentos: una bitácora (Anexo H) que la profesora investigadora utilizó para registrar el trabajo de los alumnos; entrevista semiestructurada (Anexo I) al alumno, así como cuestionario al alumno (Anexo

J) y a la profesora investigadora (Anexo K), teniendo como antecedente el trabajo de los estudiantes con el diseño instruccional innovador de la técnica POL (Anexo L).

*4.1.1 Planteamiento y resolución de problemas.* Esta categoría contempló los indicadores de identificación, planteamiento y resolución de problemas, enseguida se describen los resultados que emanaron de esta categoría, información obtenida de la bitácora (tabla 1) y de la entrevista semiestructurada (tabla 2).

Tabla 1  
*Observaciones sobre la categoría de planteamiento y resolución de problemas*

Equipo	Indicador		
	Identificación del problema	Planteamiento de problemas	Resolución de problemas
Peluches	Este equipo identificó un problema relacionado con los gastos del hogar.	¿Cómo se distribuye el gasto familiar?	Organizados en equipo con tareas específicas cada uno de los integrantes dieron respuesta al problema, aplicando conocimientos disciplinarios e interdisciplinarios.
Decisiones	El equipo acordó abordar un problema sobre el agrado de las asignaturas de secundaria por parte de los alumnos.	¿Cuál es la asignatura favorita y la que menos gusta entre los alumnos de 2º grado de secundaria?	Colaborativamente investigaron las preferencias por las asignaturas por parte de los alumnos de 2º grado de secundaria. Aplicando conocimientos disciplinarios de matemáticas.
Jefes	El equipo llegó al acuerdo de abordar un tema relacionado con el convivio navideño.	¿Qué cantidad debe aportar cada alumno para el convivio navideño en el grupo de 2º “L”?	Los alumnos analizaron e investigaron conjuntamente los requerimientos para realizar su convivio navideño para solicitar su aportación individual, aplicaron conocimientos interdisciplinarios.

Como se puede observar los tres equipos identificaron un problema cercano a su contexto, lo que representó para ellos una motivación extra, al respecto una alumna mencionó:

J3: ¡Esto me encanta!, es divertido organizar la fiesta navideña de nuestro grupo y a la vez aplicamos lo que hemos aprendido de matemáticas y otras asignaturas.

Los alumnos de manera autónoma expusieron sus puntos de vista sobre cada una de las propuestas que hicieron los integrantes del equipo, el procedimiento para tomar la decisión sobre el tema que realizaron en su proyecto incluyó dar sus puntos de vista sobre lo que les interesaba investigar y el consenso, no se presentó mayor dificultad en esta tarea.

En lo que respecta al planteamiento del problema fue un paso difícil para los alumnos concretizar sus ideas en una pregunta o enunciado, en este sentido, planteé una serie de interrogantes a los equipos con el propósito de guiarlos en este proceso, tales como ¿de qué trata el tema qué les interesa investigar?, ¿qué les interesa saber de ese problema?, ¿cómo escribirían lo que quieren saber?, lo cual resultó positivo para orientar sus reflexiones y plantear su problema.

En el indicador de resolución de problemas los tres equipos desarrollaron una serie de actividades para resolver la problemática, unas de carácter general como la planificación y organización del trabajo, la delegación de responsabilidades, búsqueda de información, análisis y discusión de las respuestas dadas al problema, y otras de carácter específico, de acuerdo con el problema. En la tabla 2, se señalan los datos arrojados con la aplicación de la entrevista que giró en torno a la misma categoría e indicadores.

Tabla 2  
Opinión de los equipos de trabajo sobre el planteamiento y resolución de problemas.

Equipo	Indicador		
	Identificación de problemas	Planteamiento de problemas	Resolución de problemas
Peluches	Identificamos el problema en base a nuestros intereses y que es real.	Lo planteamos dialogando sobre cuál sería el problema. Se nos complicó un poco clarificar nuestras ideas en una pregunta ¿Cómo se distribuye el gasto familiar?	Nos dimos cuenta que resolver en equipo los problemas de matemáticas es más sencillo y hasta cierto punto, divertido.
Decisiones	Fue divertido escuchar los temas que los integrantes del equipo deseábamos resolver, porque son reales y nos gustan.	Planteamos el problema haciendo varios intentos hasta que nos convenció a todos. Batallamos en ponernos de acuerdo con la escritura del problema ¿Cuál es la asignatura que más gusta y la menos preferida entre los alumnos de 2º grado de secundaria?	No tuvimos dificultad para resolver el problema colaborando todos.
Jefes	Identificamos un problema que nos interesó a todos y que podemos resolver.	Planteamos el problema mediante situaciones que ocurrían en la vida real relacionadas con matemáticas. Creemos que fue una actividad un tanto complicada, al final decidimos poner el problema de esta manera: ¿qué cantidad debe aportar cada alumno para el convivio navideño en el 2º “L”?	Investigar y resolver el problema con las ideas de todos nos agrado.

En la entrevista los tres equipos coincidieron en sus respuestas al señalar que resultado del diálogo entre ellos identificaron el problema teniendo como referente sus intereses y la cercanía a su realidad, además de que seleccionaron entre ellos mismos un tema.

D1 exclamó: maestra ¿por qué no trabajamos siempre de esta manera?

En esta actividad el docente apoyó a clarificar las ideas de los alumnos mediante preguntas concretas que orientaron las actividades posteriores de los alumnos, en ninguno de los casos se les impuso un enunciado en específico.

En las respuestas sobre la resolución del problema los alumnos manifestaron que aplicaron conocimientos de matemáticas y de otras asignaturas, realizaron investigaciones en fuentes escritas y por internet, llevaron a cabo actividades de carácter específico, como la aplicación de encuestas, elaboración de gráficas, tablas, entre otras.

*4.1.2 Argumentación.* En lo que respecta a esta categoría, se consideraron los indicadores de explicación, justificación y demostración en situaciones matemáticas. En la tabla 3, se muestran de manera sintética los hallazgos de las observaciones realizadas y registradas en la bitácora, de acuerdo con los cuales los tres equipos dieron explicaciones comprensibles a los procesos seguidos en la solución de sus respectivos problemas empleando para ello tanto la comunicación oral como escrita.

Por otra parte en cuanto a la justificación de sus respuestas se observó la tendencia de los equipos a emitir juicios fundamentados sobre sus respuestas, respaldados con datos utilizados durante el proceso mismo de solución a sus problemas.

Finalmente, además de explicar y justificar, demostraron la solución dada a sus problemas valiéndose de diversos procedimientos y pruebas matemáticas, que aunque sencillas marcan la pauta para ir cultivando el desarrollo gradual de la competencia matemática de la argumentación.

Tabla 3.

*Observaciones sobre la categoría de la argumentación en matemáticas.*

Equipo	Explicación	Indicador Justificación	Demostración
Peluches	Los integrantes del equipo participaron activamente en la explicación a sus respuestas sobre cómo se distribuye el gasto familiar. En un primer momento con datos particulares de sus familias y posteriormente del equipo.	Consistió en fundamentar con los datos los porcentajes mensuales destinados a salud, educación, vestido, alimentación, recreación, servicios y varios. Se finalizó con la elaboración de una gráfica circular.	Se siguió el siguiente procedimiento y pruebas para demostrar la validez de sus respuestas: a) Se verificaron los porcentajes individuales de cada rubro del gasto familiar. b) Se sumaron los porcentajes de cada rubro para verificar que el total representaba el 100%.
Decisiones	El equipo explicó el proceso que los llevó a dar respuesta a la pregunta ¿cuál es la asignatura que más gusta y la menos preferida entre los alumnos de 2º grado de secundaria?	Resultado de la encuesta, los integrantes del equipo justificaron con datos, la información que respalda la asignatura que más gusta a los alumnos de secundaria y la que menos les agrada.	El equipo siguió el siguiente procedimiento y aplicación de pruebas para demostrar la validez de sus respuestas: a) Verificaron el número total de participantes b) Mediante una regla de tres simple obtuvieron el porcentaje correspondiente a la materia que más agrada y el correspondiente a la que no les agrada. c) Sumaron los porcentajes parciales para obtener el 100%.
Jefes	Después de haber obtenido diversos presupuestos, el equipo dio una explicación detallada acerca la cantidad que debe aportar cada alumno para el convivio navideño del grupo.	El equipo justificó fundamentando con información que respalda la propuesta de costo por alumnos para la realización de su evento navideño.	Procedimiento y pruebas aplicadas por los alumnos para verificar la respuesta al problema fue: a) Hicieron la sumatoria de los gastos parciales de todas las iniciativas que contenía la propuesta de festejo navideño. b) Mediante variación directa calcularon la cantidad a aportar de acuerdo con el número de alumnos.

Por otro lado y derivado de la entrevista aplicada a los alumnos (Anexo I), los alumnos como se puede ver en la tabla 4, no tuvieron dificultades para presentar y más tarde defender sus ideas ante el resto del grupo.

Tabla 4.  
*Opinión de los equipos de trabajo sobre la argumentación en matemáticas.*

Equipo	Explicación	Indicador Justificación	Demostración
Peluches	No tuvimos gran dificultad para explicar el origen de nuestras respuesta al problema sobre la distribución del gasto familiar porque nosotros hicimos el trabajo.	Justificamos la solución a nuestro problema haciendo uso de datos que disponíamos y obtener los porcentajes de cada uno los rubros que consideramos del gasto familiar.	Verificamos los porcentajes por rubro de gasto familiar y nos aseguramos que la suma nos diera el 100% así como la cantidad global de ingreso familiar.
Decisiones	Nos fue fácil explicar cómo obtuvimos la respuesta de nuestros compañeros de 2° grado de secundaria sobre la asignatura que más les gusta y la que no les agrada.	Los integrantes del equipo justificamos los datos con información que respaldó la asignatura que más gusta a los alumnos de secundaria y la que menos les agrada.	Demostramos nuestras respuestas considerando el número total de encuestados y los porcentajes de agrado o desagrado por las asignaturas.
Jefes	Al inicio se nos complicó un poco explicar el procedimiento que seguimos para explicar el resultado a nuestro problema porque implicó partir de varias propuestas de interesados en participar en el convivio navideño, pero al final lo pudimos hacer.	El equipo justificó fundamentando con información que respalda la propuesta de costo por alumnos para la realización de su evento navideño.	Demostramos la solución del problema mediante la verificación de los gastos parciales de cada propuesta para el festejo navideño y diversos ejercicios mediante proporción directa sobre el costo individual considerando el número de participantes.



Las respuestas dadas por los alumnos en las entrevistas muestran que los equipos de trabajo explicaron, justificaron y demostraron sus respuestas a los problemas planteados son evidencia que los alumnos ponen en juego la argumentación en la solución de problemas.

4.1.3 *Comunicación.* En lo que se refiere a la categoría de comunicación se derivaron indicadores de expresión oral y expresión escrita en matemáticas, información recuperada de la bitácora.

Tabla 5.  
*Observaciones sobre la categoría de comunicación*

Equipo	Indicador	
	Expresión oral	Expresión escrita
Peluches	Para comunicar sus ideas los alumnos del equipo utilizan un lenguaje sencillo, su discurso se centra en las actividades relacionadas con la distribución del gasto familiar.	El proceso de solución del problema implicó que los alumnos escribieran sus ideas, apoyándose en tablas, gráficas, realizar cálculos aritméticos, aplicación de pruebas para verificar resultados en torno a la distribución del gasto familiar.
Decisiones	Comunicaron sus ideas con un lenguaje sencillo, hubo respeto de las ideas expresadas sobre las actividades que implicó dar respuesta al problema de la materia que más gusta y la menos preferida entre los alumnos de 2º grado.	Hicieron uso de la expresión escrita de sus ideas a través de diferentes recursos como tabulaciones y gráficas principalmente sobre la preferencia de asignaturas en el 2º grado de secundaria.
Jefes	Los estudiantes a lo largo de todo el proceso hicieron uso del lenguaje oral para comunicar sus ideas sobre su evento navideño, con un lenguaje claro, sencillo, entendible.	Expresaron por escrito sus ideas valiéndose de diversos recursos como estimaciones, tablas, operaciones aritméticas y dibujos en un ambiente cordial y de entusiasmo por la actividad.

Las situaciones cotidianas trabajadas por los alumnos representaron una oportunidad para que pudieran desarrollar la competencia de comunicación, así como para expresar sus

ideas tanto de manera oral como escrita, movilizando conocimientos disciplinarios e interdisciplinarios para dar respuesta a sus problemas planteados de una manera sencilla pero entendible.

Las actividades desarrolladas implicaron reflexiones entre los estudiantes comentando constructivamente sobre la lógica de razonamiento empleado o del resultado obtenido.

J3: “¿No estaremos mal en este cálculo?”, pregunta este alumno a sus compañeros al identificar un error de cálculo, quienes retoman la observación y de manera conjunta replantean el procedimiento utilizado.

En la tabla 6, se presenta la respuesta a la entrevista realizada (Anexo I) a los equipos sobre la competencia de comunicación.

Tabla 6.  
*Opiniones de los alumnos sobre la categoría de comunicación en matemáticas.*

Equipo	Indicador	
	Expresión oral	Expresión escrita
Peluches	Fue una actividad interesante que permitió dar nuestros puntos de vista sobre todas las actividades desarrolladas usando un lenguaje que entendimos todos.	También nos gustó poder escribir nuestras ideas sobre el proyecto usando tablas y gráficas para apoyar lo que realizamos.
Decisiones	Tuvimos la oportunidad de escucharnos y ponernos de acuerdo para realizar todas las actividades que propusimos.	Expresar las ideas por escrito nos permitió resolver el problema y darnos a entender usando tablas, gráficas, dibujos, esquemas hasta decidir las más convenientes para comunicar los resultados.
Jefes	La actividad nos permitió dialogar y expresar nuestras ideas sobre un tema de interés para todos, que es la planeación de nuestra posada navideña.	La actividad nos exigió escribir nuestras ideas, realizar cálculos, hacer dibujos, diagramas, entre otras cosas, para poder informar al grupo sobre la fiesta.

Los alumnos hicieron uso del lenguaje oral y escrito para tomar decisiones, para investigar, para analizar y desarrollar tareas definidas por ellos mismo, para comunicar sus resultados, usando diversos recursos como el empleo de dibujos, esquemas, tablas, etc., como punto de apoyo para comunicar los resultados de su trabajo, en un ambiente de interés, confianza, colaboración, orden y perseverancia.

*4.1.4 Técnica de aprendizaje orientada en proyectos.* En la categoría de técnica de aprendizaje orientada en proyectos se desprenden tres indicadores: la organización del aprendizaje, la ejecución de la técnica y la evaluación de la misma, una vez aplicada la entrevista a los alumnos (Anexo I) y registrar las observaciones en la bitácora (Anexo H), se encontró lo siguiente:

Con referencia al primer indicador, *organización de aprendizaje*, el punto más importante consistió en identificar el rol que asumía cada uno de los integrantes del equipo y las actividades que realizó, en la tabla 7 se detallan los resultados que se obtuvieron, en la que se puede percibir que los tres equipos estudiados utilizaron procesos diferentes.

El instrumento refleja la forma que los tres equipos estudiados proponen y realizan un trabajo, sin necesidad de que el maestro les indique la manera, de igual forma los roles que se asignaron tendieron a focalizar el trabajo durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 7.  
Opinión de los alumnos de la organización del aprendizaje.

Equipo	Organización	Indicador Participación	Tipo de proyecto
Peluches	Todos participamos al mismo ritmo. Nos fue más sencillo seguir los pasos de POL para realizar el proyecto.	Cada uno compartió ideas para mejorar el trabajo, todos expresamos nuestro punto de vista.	Es un proyecto que involucra a varias asignaturas que llevamos, menos educación física, ni taller.
Decisiones	Hubo un moderador, que ordenaba la discusiones, el secretario investigó y tomó nota de los acuerdos del equipo y el resto fueron participantes, ellos realizaron mucha investigación.	Se consideraron las ideas de todos para implementarlas en el trabajo y de esta manera se mejoró, además todos tuvimos la misma oportunidad de opinar.	El proyecto se relaciona con algunas materias como son español, historia, inglés, pero tiene más contenidos matemáticos.
Jefes	Teníamos una moderadora, organizó muy bien; el secretario fue muy valioso ya que con las anotaciones que hacía, nos daba idea por donde continuar, al final todos participamos.	El moderador y el secretario realizaron los puntos más importantes, los participantes daban buenas sugerencias y en muchas ocasiones se tomaron en cuenta ya que no se le ocurrían ni los otros.	Diseñar el proyecto para llevar a cabo el convivio navideño, involucra a todas la asignaturas, por esa razón pensamos que es interdisciplinar.

Respecto a las observaciones registradas en la bitácora (Anexo H) para detectar los resultados del mismo indicador, se utilizó la tabla 8, en ella se exponen los registros que se obtuvo.

Tabla 8.  
*Observaciones de la organización del aprendizaje.*

Equipo	Organización	Indicador Participación	Tipo de proyecto
Peluches	Se observó que los integrantes del equipo, al iniciar la clase, inmediatamente orientaban el trabajo, se basaron en los puntos de la técnica POL, para seguir una secuencia.	Al interior del equipo todos se ayudaban, diseñaron formatos, surgían nuevas ideas y se comentaron, algunas veces las descartaron y otras las consideraron en el trabajo.	Acordaron relacionar el proyecto elegido con todas las materias y así fue, por lo que se convirtió en proyecto interdisciplinario.
Decisiones	En este equipo los alumnos escribieron los pasos de POL, marcaban los realizados y comentaban los faltantes.	Se percibía la confianza, la participación fue acorde a lo que se solicitó. Los alumnos se ayudaban para concluir con los puntos en la fecha acordada.	Se encontró la relación entre las asignaturas académicas que los alumnos en este grado están estudiando. Es un proyecto interdisciplinario.
Jefes	Los integrantes de este equipo diseñaron desde un inicio un plan de actividades, ahí se estableció los trabajos que se debían realizar y el tiempo en el que debía concluir, además de los materiales que se ocuparían; cada día un integrante recordaba la actividad del siguiente día.	El equipo tenía suficiente investigación, cada uno cumplía con las actividades que anteriormente se habían asignado. Externaban las dudas y encontraban por si mismos la solución. El equipo diseño una ficha para escribir la relación entre su proyecto y el resto de las asignaturas.	Después de haber revisado los contenidos de otras materias, los alumnos encontraron que su proyecto se relacionaba con español, ciencias, historia, formación cívica y ética, inglés y artes. Fue un proyecto interdisciplinario, por la transversalidad que involucró.

Al inicio de cada clase, los alumnos automáticamente se juntaban con sus compañeros e iniciaban las actividades programadas para ese día.

En lo que respecta a la categoría *ejecución de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos*, los indicadores que guiaron el estudio fueron dos: desarrollo de actividades y conocimientos aplicados en el trabajo por proyectos. En la tabla 9 se concentra la información obtenida de la entrevista (Anexo I), seleccionada con base en los indicadores referidos.

Tabla 9.  
*Opinión de los alumnos sobre la ejecución de POL.*

Equipo	Indicador	
	Desarrollo de las actividades	Conocimientos previos
Peluches	Al principio no sabíamos cómo realizar un proyecto, con las pistas que nos dio la maestra sirvió como base e idea de cómo iniciar y cómo culminar el proyecto. Las actividades planeadas nos permitieron seguir un rumbo.	Utilizamos conocimientos que habíamos aprendido como es el caso de los polígonos de frecuencia, el crecimiento económico, utilizamos constantemente las operaciones básicas con números decimales y usamos mucho las gráficas.
Decisiones	Cada uno se involucró desde la primera fase del proyecto que fue la planeación, la consideramos como la más difícil, pues nuestras ideas al inicio no estaban muy claras, en la fase de desarrollo no tuvimos muchos problemas, llevamos a cabo las actividades planeadas, en la fase de evaluación nos dimos cuenta de los errores que cometimos.	Volvimos a utilizar el procedimiento para sacar el promedio y las gráficas circular y de barras que conocíamos. Además retomamos los requerimientos para aplicar una encuesta.
Jefes	Pensamos muy bien el problema que nos interesará a todos, ahí nos tardamos más, posteriormente comentamos y escribimos las actividades que nos llevaron al desarrollo, investigamos, formulamos preguntas, al final presentamos el trabajo al grupo y ellos nos hicieron preguntas, acerca del contenido.	Recurrimos a las operaciones básicas, nos dimos cuenta que en todo momento están presentes, también nos fue de gran utilidad las ecuaciones de primer grado, los problemas de conteo para trabajar los menús, otro tema que conocíamos y que utilizamos fue el de gráficas y proporcionalidad.

Se puede notar que los alumnos tuvieron una idea la cual a través del planteamiento de un problema y con una serie de actividades culminaron su proyecto, así como también revisaron conocimientos que no habían visto, además tuvieron necesidad de utilizar lo que aprendieron de cursos anteriores.

Por otro lado, de acuerdo con información extraída de la bitácora se muestran los hallazgos con respecto a esta categoría.

Tabla 10.  
*Observaciones sobre la ejecución de POL.*

Equipo	Indicador	
	Desarrollo de las actividades	Conocimientos previos
Peluches	Los pasos de la técnica POL, permitieron una idea más clara, y finalizar su proyecto. Cada uno de los pasos les daba pauta para continuar con el siguiente, recurrían al maestro para conocer su opinión.	Los participantes utilizaron los números fraccionarios y decimales, a través de las operaciones básicas.
Decisiones	Igual que el equipo anterior, el equipo trabajo siguiendo los pasos de la técnica POL, lo que le permitió culminar el trabajo, al final mencionaron lo que cada paso les aportó y la aplicación en otras asignaturas.	Les fue de mucha utilidad conectar sus conocimientos con problemas que implicaron cálculo de porcentajes, así como la construcción de gráficas de barras y circulares, tanto de frecuencias relativas como absolutas.
Jefes	En el caso de este equipo, POL permitió que se ubicaran en ideas claras y prácticas.	Utilizaron las fórmulas para calcular el perímetro y área de figuras como el triángulo equilátero y el círculo, recurrieron a problemas de conteo, expresaron información mediante tablas y gráficas de proporcionalidad directa.

La última categoría tuvo la intención de evaluar los aprendizajes que los alumnos obtuvieron al trabajar con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos, la cual constó

de tres indicadores, los conocimientos las habilidades y valores que se aplicaron en el proceso de elaboración del proyecto. En la siguiente tabla se concentra información obtenida de entrevista aplicada a los alumnos (Anexo I).

Tabla 11.  
*Opinión de los alumnos referente a la evaluación de POL.*

Equipo	Conocimientos	Indicador Habilidades	Valores
Peluches	En el equipo resultó muy útil las relaciones de dependencia entre dos conjuntos de cantidades, un tema que fue nuevo para nosotros.	Construimos, interpretamos y utilizamos graficas de relaciones lineales asociadas a diversos fenómenos. Investigamos y aprendimos de manera autónoma.	Se manifestó la disciplina, cuando se complementaron las actividades, el respeto se dio cuando convivimos y cuando se presentaron las ideas.
Decisiones	El tema requería que supiéramos acerca de medidas de tendencia central, aún no las veíamos en la clase de matemáticas, así es que en equipo nos pusimos a revisar el tema, fue sencillo, las dudas que tuvimos la maestra nos las aclaró al igual que el de las ecuaciones de la forma $ax+b=cx+d$ .	Fue interesante lo de las medidas de tendencia central; la media aritmética ya la conocíamos con el nombre de promedio, resolvimos algunos problemas, analizamos la información que se obtuvo y tomamos decisiones de qué hacer con ella.	Predomino la tolerancia, tratamos todos de trabajar en armonía, se tenía el objetivo de sacar el trabajo lo mejor posible.
Jefes	Aprendimos conocimientos que no sabíamos, como las medidas de los ángulos interiores de un polígono, así como expresar la relación de dependencia entre dos conjuntos de cantidades.	Aprendimos y analizamos las opciones que teníamos usando la lógica matemática, investigamos y la información que obtuvimos la representamos una en tablas y gráficas.	El equipo sobresalió por el orden que mantuvo durante el proceso del proyecto. Todos tuvimos oportunidad de participar y no nos sentimos cohibidos.



Al respecto, P3 mencionó que un proyecto se evalúa cuando se manifiestan los aprendizajes que se adquieren, así como cuando se presentan los materiales en la exposición. Es importante mencionar que los equipos realizaron un ejercicio que consistió en presentar el trabajo al interior del mismo, en donde cada uno de los integrantes hicieron comentarios y críticas al trabajo, esto con el fin de que los alumnos detectaran entre ellos las debilidades y tuvieran la oportunidad de fortalecer el proyecto antes de llevarlo a cabo ante el grupo de 2 “L”.

Un punto importante fue manifestado por J3, cuando comentó a sus compañeros: “se fijan como las matemáticas están en todo, hasta para organizar un convivio tenemos que hacer uso de ellas, para divertirse hay que pensar matemáticamente y no nos damos cuenta, porque siempre pensamos que son difíciles y aburridas y no es así”.

En la tabla siguiente se concentra información obtenida de la bitácora (Anexo H).

Tabla 12.  
*Observaciones referentes a la evaluación de POL.*

Equipo	Conocimientos	Indicador Habilidades	Valores
Peluches	En este caso los alumnos expresaron mediante una función lineal la relación de dependencia entre dos conjuntos de cantidades.	El autoaprendizaje fue una de las habilidades que se puso en juego, además de la resolución de problemas, establecieron y justificaron relaciones entre dos variables, reconocieron situaciones problemáticas del gasto familiar asociadas a fenómenos de otras	Se notó la solidaridad de los alumnos, el respeto, la responsabilidad, la justicia, no solo cuando trabajaron su proyecto, sino al pensar en las posibilidades económicas que tienen sus compañeros.

Decisiones	Los alumnos recurrieron al cálculo e interpretación de las medidas de tendencia central, como fueron la media aritmética, la moda, la mediana, además conocieron lo que es población, muestra, y las medidas de dispersión. Otro tema interesante fue calcular probabilidades.	disciplinas. El autoestudio, el análisis, el manejo de la información, resolución de problemas, interpretaron, representaron y comunicaron información en graficas de diferentes tipos.	Este equipo se caracterizó por el orden que mostró, el respeto hacia cada uno de los participantes, hubo mucha responsabilidad en cada una de las actividades.
Jefes	Para la decoración del lugar en donde se llevaría a cabo el convivio, expusieron diferentes vistas del cuerpo geométrico en este caso fue del salón de clases, al igual que el uso de las propiedades de las alturas, medianas, mediatrices y bisectrices en triángulos.	La representación, el autoaprendizaje, resolución de problemas, estimación, anticiparon resultados cuando trabajaron con problemas de conteo, describieron características del cuerpo geométrico que iban a decorar.	Desde el inicio el equipo manifestó el interés por el tema, se notó el empeño en cada una de las actividades, manifestado a través de la responsabilidad, colaboración, participación, respeto, orden, limpieza, perseverancia.

Algunos de los hechos registrados en la bitácora, muestran como es asumida la responsabilidad de los participantes al interior del equipo, se resalta la importancia que imprimió en los trabajos para presentar un buen proyecto. Para P2, un buen proyecto significa “que realmente nos ayude a entender el gasto que en cada una de nuestra familias existe y buscar o proponer una manera de ayudar a la economía de nuestros padres”. De esta manera en este equipo con la elaboración del proyecto, crearon conciencia de la participación que tiene como miembros de una familia.

Con respecto a la influencia de la técnica POL en el desarrollo de competencias matemáticas, como se refiere en el capítulo 3, en el presente trabajo este aspecto se centra en valorar el proceso de enseñanza, más que en los productos, y mediante la aplicación de un cuestionario a los alumnos (Anexo J) que funcionó como una autoevaluación, dieron su opinión acerca de sus procesos y actuaciones en esta experiencia educativa, lo cual implicó que reflexionaran sobre el progreso de sus aprendizajes contribuyendo a dar cuenta sobre el grado en que mejoraron sus competencias matemáticas, con base a los planteamientos señalados en el punto 3.5.

Como se puede apreciar en las figuras siguientes los tres equipos opinaron haber desarrollado las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, argumentación y comunicación, además de valorar la organización, ejecución y evaluación de la técnica POL, centrando sus respuestas en los niveles 4 (frecuentemente) y 5 (siempre).

La figura 3 muestra el grado de desarrollo de la competencia de planteamiento y resolución de problemas, la respuesta de los alumnos es muy similar, centrando su opinión en la aplicación de dicha competencia en el trabajo por proyectos en frecuentemente y siempre.

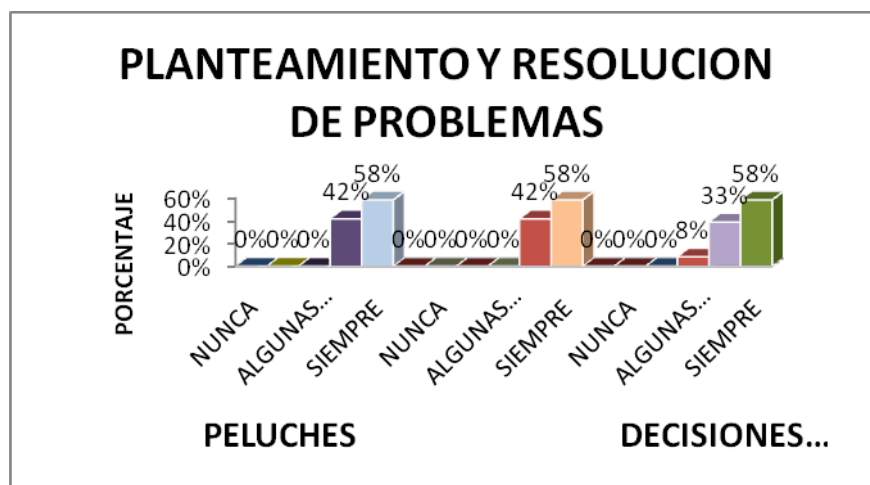


Figura 3. Resultados del cuestionario aplicado por equipo sobre el planteamiento y resolución de problemas

En la figura 4 se presentan los resultados globales de los cuales el 58% de los alumnos siempre aplicaron la competencia de planteamiento y resolución de problemas, el 39 frecuentemente y el 3% algunas veces.

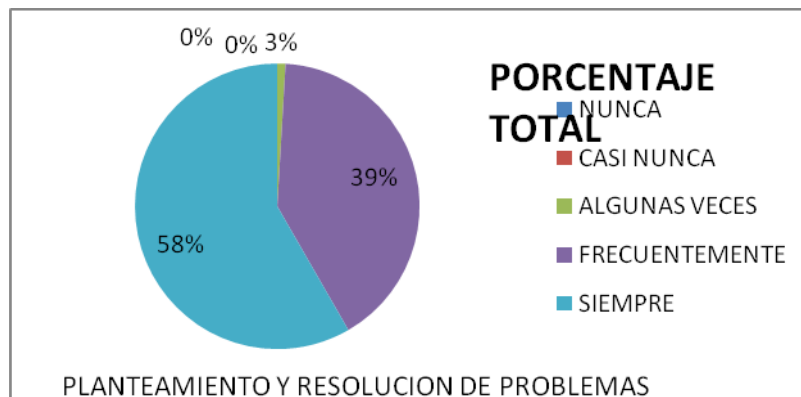


Figura 4. Resultado global del cuestionario aplicado a los alumnos sobre el planteamiento y resolución de problemas.

La figura 5 evidencia el grado de desarrollo de la competencia de la argumentación, las opiniones de los alumnos es casi homogénea, en los criterios de evaluación frecuentemente y siempre.

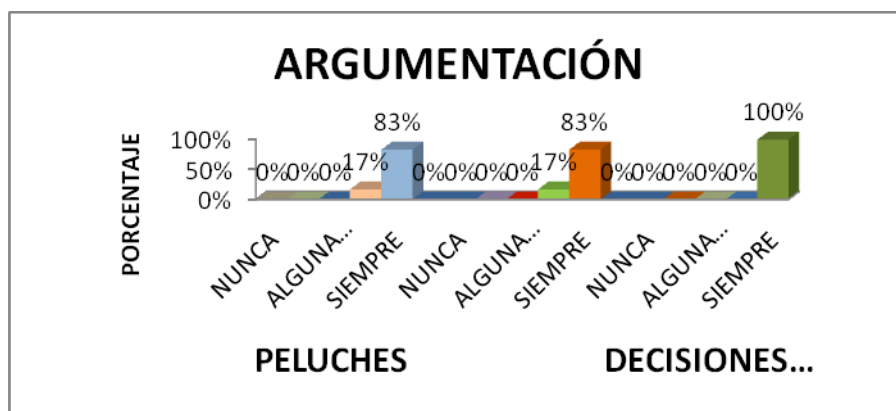


Figura 5. Resultados del cuestionario aplicado por equipo sobre la argumentación.

En la figura 6 se observa que el 89% de los estudiantes siempre argumentaron al trabajar con la técnica POL en la asignatura de matemáticas y el 11% frecuentemente recurrieron a ella.

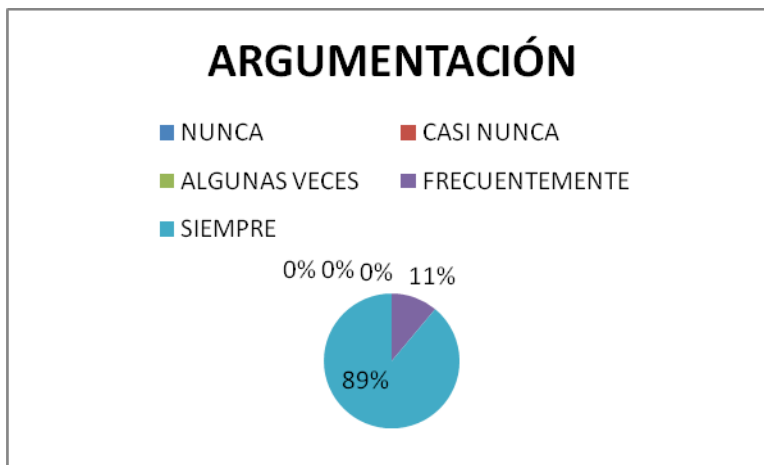


Figura 6. Resultado global del cuestionario aplicado a alumnos sobre la argumentación.

La figura 7 muestra división de opiniones en los tres equipos (equipo peluches, el 100% siempre; equipo decisiones, 38% frecuentemente por 63% de siempre; y equipo jefes, 25% frecuentemente contra un 75% de siempre) respecto al grado de desarrollo de la competencia de la comunicación al trabajar con proyectos.

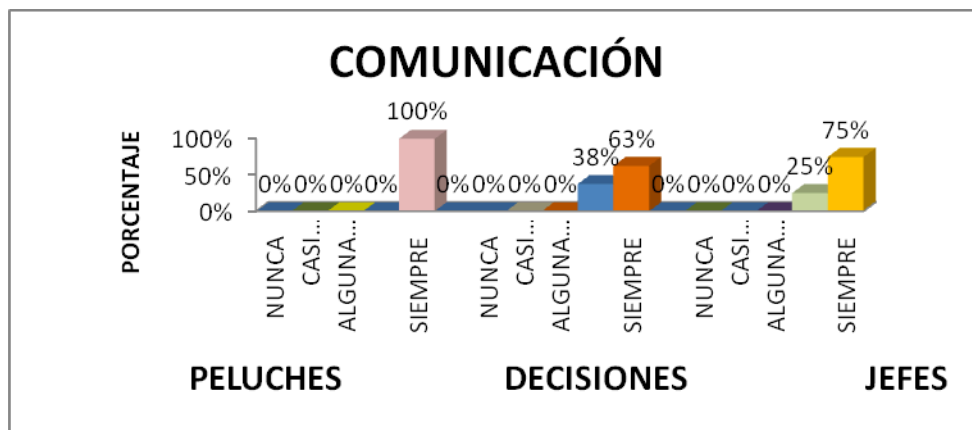


Figura 7. Resultados del cuestionario aplicado por equipo sobre comunicación en matemáticas.

En la figura 8 se muestra que en promedio el 79% de los alumnos siempre y el 21% frecuentemente pusieron en juego la competencia de la comunicación en la asignatura de matemáticas.

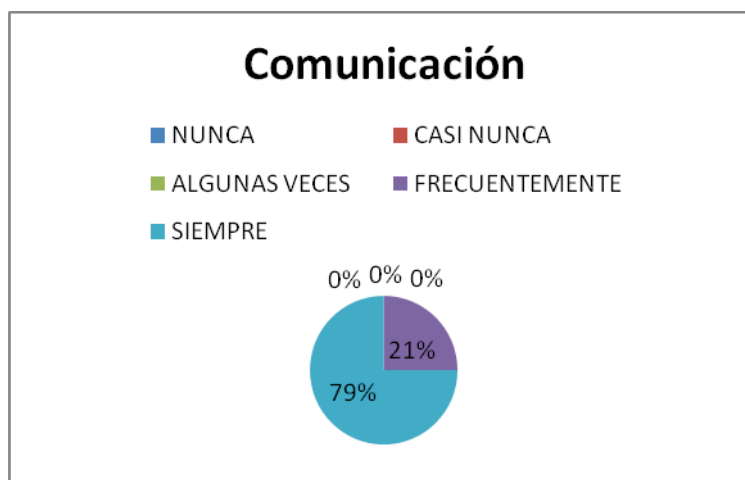


Figura 8. Resultado global del cuestionario aplicado a alumnos sobre la argumentación.

Las opiniones del alumno (autoevaluación) se contrastaron con los juicios que emitió el docente (heteroevaluación), con relación a las competencias matemáticas adquiridas por los alumnos al trabajar con la técnica POL, a través de un cuestionario (Anexo K) que incluyó los mismos aspectos valorados por los alumnos, acerca de sus procesos de aprendizaje.

De acuerdo con la opinión del docente en la figura 9 muestra que el 52% de los alumnos siempre pusieron en juego la competencia de planteamiento y resolución de problemas al trabajar con la técnica POL, un 33% frecuentemente y un 15% algunas veces.

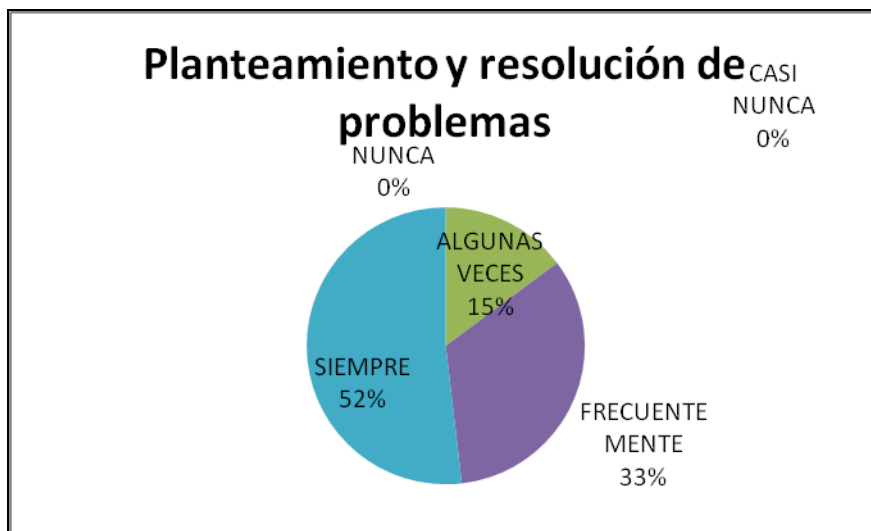


Figura 9. Resultados de cuestionario del docente sobre el planteamiento y resolución de problemas.

En la figura 10 el docente menciona que el 100% de los alumnos frecuentemente utilizó la argumentación en las actividades que implicó el trabajo por proyectos.

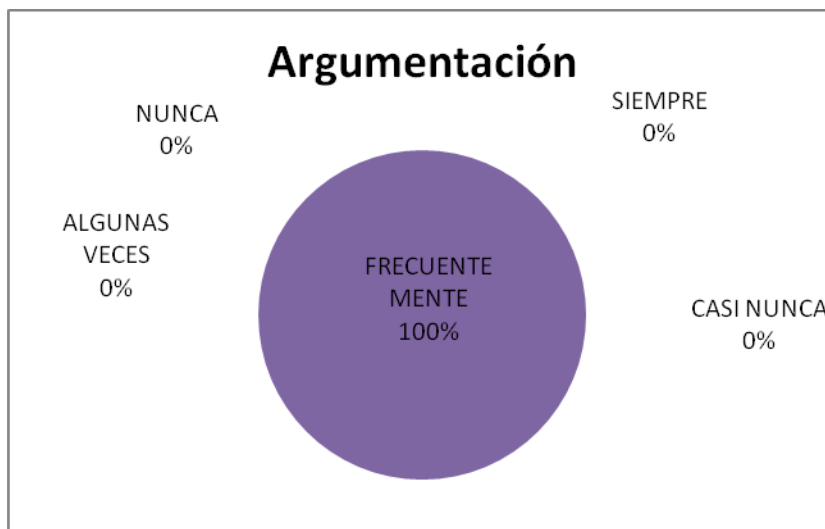


Figura 10. Resultados de cuestionario del docente sobre la argumentación.

Por otra parte, en la figura 11 el docente señala que el 100% de los estudiantes siempre pusieron en juego la comunicación en el desarrollo de las actividades de su proyecto de trabajo.



Figura 11. Resultados de cuestionario del docente sobre la comunicación.

Complementariamente la profesora investigadora evaluó el reporte de trabajo presentado por cada uno de los tres equipos, mediante el instrumento Análisis de proyectos (Anexo M), incluye las competencias matemáticas y sus indicadores motivo de este estudios, usando una tabla con criterios de evaluación (Anexo N). En una escala de 1 a 10, los equipos obtuvieron en promedio 9.23 de evaluación, definiéndose una puntuación parcial de 1.42 puntos para cada uno de los criterios establecidos de los siete indicadores, desglosado como se señala a continuación.

En la categoría planteamiento y resolución de problemas se evaluó de la siguiente manera: los tres equipos fueron evaluados con 1.42 en el indicador de “Identificación de problemas”, debido a que en el reporte del proyecto los alumnos definieron su tema de interés, explicaron de qué trata el problema y con qué asignatura se relaciona; se otorgó 0.71 puntos a los tres equipos en el indicador “Planteamiento del problema”, ya que se requirió apoyo por parte de la docente investigadora para plantearlo; con 1,42 se valoró el



indicador “Resolución de problemas” pues los tres equipos resolvieron su problema describiendo los recursos, contenidos y procedimientos en la solución de su problema.

Se evaluaron los tres indicadores de la categoría de la argumentación. Se valoró con 1.42 el indicador de “explicación” porque los tres equipos explicaron como dieron respuesta a su problema de manera detallada, dando razones de los resultados; se evaluó con 1.42 el indicador “justificación” ya que los tres equipos de trabajo emitieron juicios fundamentados sobre los resultados obtenidos; con 1,42 se valoró el indicador “demostración” debido a que los tres equipos señalaron procedimientos y pruebas para demostrar la solución a su problema.

En cuanto a la categoría comunicación se evaluó la categoría de “Expresión escrita” con 1.42 para los tres equipos, pues presentaron por escrito la forma en que evaluaron los resultados de su problema y los medios utilizados, conclusiones y recomendaciones en medio electrónico.

En resumen, en este apartado se describieron los datos arrojados de cada una de las categorías consideradas en esta investigación resultado de la aplicación de los instrumentos utilizados, apoyados en tablas y gráficas, en el apartado siguiente se confrontan los resultados obtenidos de las diferentes fuentes de acuerdo con los criterios establecidos en el capítulo 3 de metodología, así como su interpretación con base en la revisión de la literatura realizada para sacar a la luz los hallazgos más significativos del estudio realizado.

## **4.2 Análisis e interpretación de los resultados**

En esta sección se describen los hallazgos más significativos y su análisis e interpretación realizada sobre los datos obtenidos de las cuatro categorías y sus indicadores

correspondientes que abarcó el estudio, producto de una triangulación de datos y haberlos interpretado con base en la revisión de la literatura establecida.

*4.2.1 Planteamiento y resolución de problemas.* Una actividad predominante en los tres equipos de alumnos fue la identificación de problemas vinculados con la vida cotidiana de manera autónoma como punto de partida al trabajar su proyecto con la técnica POL. Lo cual concuerda con los planteamientos de Pajares, Sanz y Rico (2004), esto significa traducir una situación problemática de un contexto real al mundo matemático: resolver problemas a partir de sus vivencias (Segarra, 2004); conduciendo a problemas interesantes dado que cumple la condición de arraigar las matemáticas al lugar y contextos sociales, lingüísticos y culturales (Alsina et al. 1998). Upegui (2003) considera que en este contexto se adquieran aprendizajes significativos, lo que para Goñi (2008) representa el uso funcional del conocimiento matemático. Estos datos empíricos y teóricos tienen un significado pedagógico importante debido a que se pone en el centro del proceso de enseñanza aprendizaje al alumno; partir de su experiencia e intereses se vio reflejado en su capacidad para identificar situaciones problemáticas de su medio circundante partiendo de reflexiones colaborativas. Esta tarea fue fundamental para la discusión y consenso de definición del problema.

El indicador planteamiento del problema representó en la práctica una dificultad recurrente en los tres equipos de trabajo, escribían ideas, las replanteaban, siendo necesaria la intervención de la profesora investigadora para apoyarlos en la concreción de las ideas. Al respecto cuestiona Uttech (2001, p. 98) “¿cómo se pueden impulsar los procesos de pensar creativa y críticamente en un contexto auténtico donde los estudiantes resuelvan problemas reales?”, en este sentido Callison (2006) menciona que al trabajar en proyectos se presentan obstáculos para generar preguntas científicas y significativas; aunque los

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

problemas fueron sencillos abre la posibilidad según Polya (1997) de poner a prueba la curiosidad, activar facultades inventivas y experimentar el encanto del descubrimiento y el goce del triunfo. Esta situación reflejada en el estudio y ante el impedimento por concretizar ideas por parte de los alumnos, el docente investigador adquirió un papel fundamental para orientar sus reflexiones y pudieran plantear sus problemas de manera clara respecto a lo que se deseó investigar y resolver. En esta dinámica se reflejó el papel de la profesora como orientadora del proceso enseñanza aprendizaje, utilizando como catalizador preguntas hacia los estudiantes que les permitiera clarificar ideas con base en sus necesidades e intereses y poder iniciar la solución de sus problemas.

Los recursos utilizados por los alumnos para resolver sus problemas incluyeron exponer sus puntos de vista sobre el procedimiento matemático seguido, estuvo presente la cooperación, el error, la incertidumbre, la corrección e investigación, al final llegaron con éxito a la solución. Rogoff (1993) puntualiza al respecto que las variables que influyen en los resultados de la resolución de problemas son: la disponibilidad de conceptos en la estructura cognoscitiva, la sensibilidad al mismo, la curiosidad intelectual y la tolerancia a la frustración, para Chevallard, Bosch y Gascón (1998) implica a los participantes enfrentar un conocimiento a construir, un desafío en el cual el objetivo es resolver problemas movilizándolo lo que llama Perrenoud (2000, citado por Díaz Barriga, 2006) un conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades e información). Sobre este hallazgo un factor que ayudó en esta tarea es que los estudiantes ya contaban con elementos conceptuales adquiridos previamente, factor que contribuyó en el trabajo que desarrollaron de manera colaborativa, usando conocimientos de matemáticas, inglés, español y ciencias en el desarrollo y presentación de su proyecto. En base al análisis, reflexión y discusión realizada en torno a los problemas poniendo en juego experiencias previas permitió a los estudiantes

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

a encontrar soluciones a los mismos, significó además un medio para reforzar el aprendizaje del resto de los contenidos curriculares y la aplicación de las matemáticas a casos prácticos

En síntesis, el análisis anterior manifiesta el desarrollo de la competencia de planteamiento y resolución de problemas por parte de los tres equipos en su proyecto de trabajo, debido a que en el proceso pusieron en práctica las capacidades de identificar, plantear y resolver problemas, movilizand o diversos conocimientos y habilidades para comprender la realidad en función de su interés.

*4.2.2 Argumentación.* La explicación del proceso seguido, la justificación y demostración de respuestas a los problemas planteados fueron consistentes en los tres equipos de alumnos quienes expusieron las soluciones a que llegaron, reflejándose en la práctica estos tres indicadores como cadenas argumentales. Para Castro (2006) significa la aplicación de destrezas y actitudes que conducen razonar matemáticamente, para Niss (2002) favorece una mejor respuesta a diversas situaciones con distinto nivel de complejidad; por tanto, dieron una explicación comprensible de razones (Pajares, Sanz y Rico, 2004), como refiere (Leyva y Proenza, 2006) emitieron juicios fundamentados, buscando con ello según Segarra (2004) justificar sus soluciones, a defenderlas, a recapitular sobre sus planteamientos y de esta forma, plantea Stein (2001) convencer sobre la veracidad de afirmaciones mediante diversos procedimientos y pruebas. En la práctica, la dinámica de trabajo realizado por los estudiantes en torno a su problema al trabajar con la técnica POL incluyó la forma en que demostraron y convencieron a sus compañeros de la veracidad de sus afirmaciones, aplicaron informaciones, estimaron, enjuiciaron la lógica y validez de sus afirmaciones, el empleo de procedimientos oportunos y pertinentes a las

situaciones que se les presentaron. Esto significa que los alumnos aunque sea de manera sencilla pusieron en práctica la argumentación, importante desde el punto de vista formativo, asumiendo la responsabilidad de resolver sus problemas, formulando argumentos, dando sustento a los procedimientos y soluciones encontradas con tres niveles de complejidad y por tanto a tres finalidades distintas: para explicar, justificar y demostrar.

*4.2.3 Comunicación.* Otro de los hallazgos recurrentes en el estudio es el hecho de que los tres equipos de alumnos utilizaron el lenguaje oral y escrito con claridad, fluidez y adecuadamente en el proceso de desarrollo de su proyecto de trabajo al dar respuesta a su problema, a través de diversos recursos como el diálogo, la reflexión, la escritura y presentaciones en power point. Niss (2002) refiere estas características como la capacidad de expresarse tanto oral como por escrito con referencia a asuntos con contenido matemático; proceso que ayuda en la organización, profundización y comprensión matemática (Silbey, 2003); Monaghan (2006) alude que esta asignatura, además de ser una forma de pensar, es un tipo de lenguaje que es necesario orientar y practicar, al respecto Goñi (2008) señala que la comunicación entendida como la capacidad de dar cuenta del propio pensamiento utilizando diversos elementos expresivos, es un factor muy importante para el desarrollo de la capacidad de resolver problemas, de acuerdo con Pesci (2006) una de las competencias fundamentales es la capacidad de observar y desarrollar en los estudiantes las habilidades sociales, como es la capacidad de comunicarse y escuchar a los demás, agrega Tobón (2007) comunicando las ideas, utilizando un discurso sencillo y coherente, en este sentido Kilpatrick, Gómez y Rico (1999) resaltan la importancia de que los estudiantes trabajen el problema, hablen, discutan y expliquen las soluciones, para finalmente escribir como llegaron a la solución. Como se puede observar esta experiencia

permitió contextualizar a las matemáticas como un área de conocimiento en el que el elemento expresivo ocupó un lugar central, al plantear los alumnos un problema verbal les facilitó traducir las frases a un problema de cálculo, las actividades desarrolladas implicaron reflexiones constructivas, plantear y replantear colaborativamente de manera conjunta el procedimiento utilizado.

Estos procesos contribuyeron en el desarrollo de las habilidades de comunicación como hablar, escribir, escuchar a los demás ayudando a los estudiantes a organizar y consolidar su pensamiento matemático, favoreciendo con ello el desarrollo de la competencia comunicativa, en la práctica significó la articulación de habilidades de comunicación como escuchar, leer, hablar y escribir al difundir los resultados del proyecto y en particular del problema abordado.

*4.2.4 Técnica de aprendizaje orientada en proyectos (POL).* Los datos consistentes del estudio en el indicador organización del aprendizaje con la técnica POL, refieren que los alumnos se organizaron en equipo y definieron roles de participación para cada uno de los integrantes, se involucraron en la construcción de su proyecto interdisciplinario, lo cual significó adquirir el compromiso y la responsabilidad de planear de manera organizada y participativa. En relación a lo anterior, permitió un orden en el proceso al trabajar con dicha técnica (Thomas, 2000), estando presente la delegación de responsabilidades, es decir roles para cada uno de los participantes, reflejado en el cumplimiento de las tareas y atribuciones, además del análisis de sus problemas y la evolución de su trabajo, (ITESM, 2006); este análisis afirman Poell y Van der Krogt (2003) produce una descripción de los resultados que se tratan de lograr y de las actividades de aprendizaje que se realizan. Al tener los alumnos la posibilidad de organizarse de manera autónoma y delegar responsabilidades

entre los integrantes del equipo se vio reflejado en su interés por las actividades, asumiendo con seriedad el papel delegado y confiado, como punto de partida del trabajo con POL fue determinante para avanzar en las etapas de esta técnica.

Otra de las regularidades del estudio es que la técnica POL representó una oportunidad para que los equipos trabajaran su proyecto en torno a preguntas y tareas contenidas en las secuencias del diseño instruccional innovador (Anexo L). Este es definido por Thomas (2000) como un modelo de aprendizaje que se organiza por proyectos, como señalan Alsina, Burgués, Fortuny, Giménez y Torra (1998) teniendo como referente situaciones reales. Este procedimiento ayudó a los alumnos a organizar su proceso de aprendizaje, les dio confianza contar con una guía que les facilitó avanzar de manera sistemática resolver sus situaciones problemáticas, despertaron su curiosidad intelectual y su interés mostrado en el aula en esta experiencia.

El problema abordado en el proyecto partió de los referentes contextuales de los alumnos, resultado de un proceso que implicó la identificación y consenso del mismo. Procedimiento que se articula con la posibilidad que plantean Alsina, Burgués, Fortuny, Giménez y Torra (1998) de presentar el mundo de la matemática a través de la vivencia y su relación con el mundo real, caracterizando la actuación global del sujeto dentro del modelo funcional de las matemáticas escolares (Rico, 2007). Cada uno de los alumnos presentó a sus compañeros un problema que le gustaría se abordará, tenían en común que se relacionaban con sus experiencias inmediatas, lo cual contribuyó en el entusiasmo por la actividad, partiendo de un análisis conjunto cada uno de los equipos seleccionó su problema, dejando un referente de diálogo respetuoso y de respeto por los puntos de vista, partir de esta base permitió articular la vida cotidiana con el currículum escolar.

Los equipos mostraron su competencia matemática para clarificar, formular y resolver problemas de manera autónoma resultado de trabajar de manera colaborativa en la construcción y desarrollo de su proyecto. Situación coincidente con la recomendación de Helic, Krottmaier, Maurer y Scerbakov (2005), de que sean los alumnos quienes deben seleccionar un proyecto de acuerdo con sus preferencias, lo que para Poell y Van der Krogt (2003) aumenta la participación y apoya en la formación de una visión clara de lo que se puede hacer individual y colectivamente. En este sentido, los alumnos trabajaron de manera autónoma, con la asistencia del docente como apoyo durante el proceso, reunieron una diversa gama de conocimientos con el fin de elaborar nuevas ideas que sirvieron para las soluciones a sus problemas planteados.

Otra de las regularidades identificadas es que los equipos trabajaron proyectos interdisciplinarios lo que enriqueció la experiencia de aprendizaje, al vincular las soluciones de los problemas con contenidos curriculares no sólo de matemáticas. Este hallazgo se relaciona con la importancia que señala Brooks-Young (2005) de relacionar una gama de conocimientos de diferentes asignaturas en las experiencias educativas, donde los mismos actúan como un concepto rector durante el proceso (Stauffacher, Walter, Lang, Wiek, & Scholz, 2006.). El trabajo desarrollado en el aula se vio favorecido al interrelacionar una gama de conocimientos para el aprendizaje sistemático acerca de la vida cotidiana, un esbozo de lo que en la realidad se presenta, resolver situaciones de la vida real implicó la recuperación de distintas áreas del conocimiento.

En cuanto al indicador ejecución de la técnica POL una constante identificada es que los tres equipos involucrados en el estudio desarrollaron colaborativamente las actividades del proyecto, donde la participación, delegación de responsabilidades y sentido de solidaridad con las tareas fueron elementos que estuvieron presentes. Diffily (2002) lo

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.



caracteriza como un proceso natural debido a que todos los alumnos en el aula trabajaron a su propio nivel, como mencionan Poell y Van der Krogt (2003) creando su propia dinámica como resultado de los esfuerzos comunes en el proyecto, estando presente de acuerdo con Kris y Law (2004) el debate al realizar las tareas de la técnica POL, representando una herramienta cognitiva que ayudó a los estudiantes a desarrollar el pensamiento crítico (Foulger y Jimenez-Silva, 2007). Esta tendencia identificada significó en el aula que los estudiantes dentro de un marco de libertad y responsabilidad participaron de manera dinámica en términos de los pasos de la técnica POL que les permitió alcanzar como metas comunes la solución a los problemas abordados, donde el elemento central fue el trabajo colaborativo como una vía para darles respuesta.

Lo que respecta al indicador de evaluación de la técnica POL se focalizó en dos vertientes, una recuperando los propios procesos que vivieron los alumnos al trabajar con la misma y la otra en función del producto final que presentaron al término de la experiencia vivida. En cuanto a la evaluación del proceso se identificaron las siguientes regularidades.

A partir del trabajo con la técnica POL los alumnos construyeron su propio aprendizaje y sus versiones de la realidad, en lugar de limitarse a la recepción de la información, desarrollando habilidades como el análisis, investigación, manejo de la información e interpretación. Con este enfoque de enseñanza afirma Brooks-Young (2005) los estudiantes se convierten en participantes activos de su aprendizaje, de acuerdo con Blumenfeld et al. (1991) combinando sus intereses con una variedad de auténticos y desafiantes problemas, plantean Mijares, Gutiérrez, Esquivel y Martín (2006) permite además utilizar el pensamiento crítico en la valoración de la información para tomar decisiones y a la aplicación en su vida diaria. Pedagógicamente representa un escenario

ideal que pone en el centro del proceso enseñanza aprendizaje al alumno, trabajar con el

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

diseño instruccional innovador de la técnica POL (Anexo L) les dio la oportunidad de encontrar respuesta a sus inquietudes contextuales, y por tanto, construir aprendizajes significativos. Las habilidades mostradas representaron un catalizador de los aprendizajes logrados por los alumnos en la solución de problemas.

Por tanto, otra de las regularidades al trabajar con la técnica POL fue el desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje y habilidades en la resolución de problemas. Moss (1998, citado por Foulger y Jimenez-Silva 2007) concibe los proyectos como tareas complejas que involucran a los alumnos en el diseño, la solución de problemas, las actividades de investigación y la toma de decisiones, asegura Wolk (1994) que trabajar proyectos, aumenta la capacidad en la resolución de problemas, la investigación y la comunicación, Bixio (1999) resalta que cuando se presenta una actividad organizada de tal manera que implique la resolución de problemas se promueve el aprendizaje en profundidad y la toma de decisiones, refieren Share y Rogers (1997) propiciando actitudes positivas. En el aula la técnica tuvo efectos favorables en el interés de los alumnos para recurrir a la aplicación de conocimientos y habilidades, presentes al inicio, durante y al final del proceso de aplicación de POL.

El trabajo por proyectos favoreció en los alumnos el desarrollo de la reflexión y el trabajo colaborativo. Dentro de este marco Díaz Barriga (2006) señala que se aprende al hacer y al reflexionar sobre lo que se hace; motivando el interés por el aprendizaje y el sentimiento de responsabilidad y esfuerzo (ITESM, 2006), permitió además como señalan Blumenfeld et al. 1991 que los alumnos investigaran, aplicaran soluciones a sus problemas, debatieran ideas, recopilaran y analizaran datos, comunicaran sus ideas y conclusiones. Resultado de la reflexión y del trabajo colaborativo los alumnos construyeron el informe

del diseño instruccional de la técnica POL y su correspondiente presentación de su trabajo

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

en computadora, los elementos esenciales presentes en esta dinámica fue la cooperación, responsabilidad, comunicación y trabajo en equipo.

Otro hallazgo recurrente en la experiencia vivida con la técnica POL es que favoreció que los alumnos integrados en equipos pusieran en práctica valores como la responsabilidad, colaboración, respeto, orden, limpieza, perseverancia, participación, confianza, tolerancia y liderazgo. Señala Domínguez (2000, pág. 11), “el verdadero reto de la educación es satisfacer la necesidad de los niños/as: comprensión, afecto, respeto, confianza, y un conocimiento de la realidad que les permita resolver de forma razonada, autónoma y responsable los problemas que ésta les presenta”. La dinámica de trabajo derivada de la aplicación de POL permitió identificar la presencia y aplicación de dichos valores por parte de los estudiantes, lo que tiene un significado importante para el hecho educativo de promover la práctica de los mismos en el aula.

Como se observa en la sección de resultados de acuerdo con los cuestionarios aplicados, desde la perspectiva de los alumnos (Anexo J) y de la profesora investigadora (Anexo K) sus opiniones son coincidentes en cuanto a que la técnica POL influyó en el desarrollo de competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, la argumentación y la comunicación. A este tipo de evaluación Goñi (2008) le denomina basada en actuaciones, Pimienta (2008) recomienda como instrumento de evaluación los cuestionarios. Ambos instrumentos fueron aplicados al final del proceso de implementación de POL, representó un valioso instrumento de evaluación de los aprendizajes adquiridos, en dos vías en torno a las tres competencias matemáticas en estudio, los estudiantes realizaron una autoevaluación acerca de sus procesos y actuaciones y una heteroevaluación realizada por el docente sobre los equipos de trabajo, ambos arrojaron resultados similares sobre el beneficio de trabajar con la técnica POL en el desarrollo de competencias matemáticas.

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

Resultado de realizar un análisis de los proyectos presentados por los alumnos, los tres equipos muestran evidencia de la influencia positiva de la técnica POL en el desarrollo de las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación. El análisis de proyectos, para Pimienta (2008) representan trabajos que desarrollan los estudiantes que no pueden ser evaluados con pruebas objetivas ni exámenes abiertos y son evaluados al final de un proceso; el procedimiento de acuerdo con Goñi (2008) supone la emisión de un juicio sobre la pertinencia y calidad de la evidencia aportada, pertinencia quiere decir que la evidencia esté relacionada con la acción solicitada, matizada por el grado de calidad de éstas. El análisis de los proyectos muestra que los alumnos reflejaron la competencia de planteamiento y resolución de problemas al ser capaces de identificar, plantear y resolver problemas, en el indicador de planteamiento de problemas se presentaron dificultades en su definición, requiriendo apoyo para concluir esta tarea; los estudiantes utilizaron la competencia de la argumentación en sus trabajos al explicar, justificar y demostrar la solución a su problema; y la competencia de la comunicación fue utilizada por los alumnos al plasmar sus ideas por escrito de una manera sencilla y clara. Estos hechos nos conducen a afirmar lo favorable de trabajar con la técnica POL en la asignatura de matemáticas para fortalecer el desarrollo de competencias en educación secundaria.

En este capítulo se describieron los resultados del estudio, presentando los resultados arrojados en cada una de las cuatro categorías abordadas, así como la confrontación de los mismos obtenidos de las diferentes fuentes de información, es decir, se encontró que al trabajar con la técnica POL favoreció el desarrollo de las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, la argumentación y la comunicación, afirmación respaldada por la triangulación de información obtenida de la bitácora y entrevistas,

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

cuestionario y análisis de proyectos, valorando en su conjunto de acuerdo con Poell y Van der Krogt (2003) las actividades, habilidades y valores que los alumnos pusieron en juego al trabajar por proyectos.

En el capítulo siguiente se contrastan los hallazgos hechos en torno a preguntas, hipótesis, supuestos y objetivos de investigación, valorando su aplicabilidad, funcionalidad y factibilidad.

## Capítulo 5. Discusión, conclusiones y recomendaciones

La intención de este capítulo es presentar un análisis de las implicaciones de la investigación por medio de una valoración y comparación de los hallazgos, contiene las respuestas a las preguntas de investigación, se retoman los supuestos del estudio a fin de contrastarlos con los resultados obtenidos, además de exponer sobre la consecución de los objetivos planteados, se describen las conclusiones a las que se llegaron, finalizando con una serie de recomendaciones para su posible consideración por los actores e institución involucrados, así como a quiénes estén interesados en trabajar sobre la temática abordada en futuros estudios, para cerrar se señala el aporte al campo científico del área de conocimiento.

### 5.1 Discusión

En este apartado se da respuesta a las preguntas, supuestos y objetivos planteados en el estudio.

*5.1.1 Preguntas de investigación.* El estudio estuvo guiado por la pregunta principal ¿Cómo se desarrollan las competencias matemáticas de los alumnos de segundo grado de secundaria mediante el uso de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos? con base en los hallazgos de la investigación, se encontró que al trabajar con la técnica POL las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación en los estudiantes se desarrollan al resolver problemas vinculados con su entorno sociocultural vinculados con sus objetivos, posibilidades e intereses; a través del trabajo en equipo; generando oportunidades para utilizar diversos recursos como conocimientos disciplinarios e interdisciplinarios; involucrándolos en actividades de investigación; movilizandoy transfiriendo recursos cognitivos (conocimientos), habilidades

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

(trabajo colaborativo, análisis, interpretación, organización, investigación), y valores (asumiendo la responsabilidad del trabajo colaborativo, solidaridad, respeto, esfuerzo), aplicando capacidades como identificar, plantear y resolver problemas; explicando, justificando y demostrando, es decir, argumentando sus razonamientos; comunicando sus ideas de manera oral y por escrito sobre los hallazgos en la ejecución de proyectos basados en situaciones reales.

Del planteamiento central se derivaron tres preguntas subordinadas, y de acuerdo con los resultados del estudio las respuestas a las mismas se describen enseguida.

¿Cuál es el proceso que siguen los alumnos al trabajar la competencia matemática de plantear y resolver problemas utilizando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos? Se hallaron tres elementos de valor instrumental y práctico que caracteriza el proceso seguido por los estudiantes en referida competencia matemática utilizando la técnica POL: primero, identificaron de manera autónoma una situación problemática vinculada con sus intereses y vivencias, representó el punto de partida al trabajar con esta técnica; segundo, plantearon su problema anclado en ámbitos y situaciones familiares, sociales y académicas, así como su traducción al lenguaje y contexto matemático e interdisciplinario; tercero, resolvieron su problema empleando procedimientos oportunos y pertinentes con la discusión de alternativas para la selección de estrategias de resolución.

¿Cómo utilizan los alumnos la competencia de comunicación aplicando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos? Se descubrió que los estudiantes la utilizaron cuando: comunicaron los resultados de su problema con claridad y fluidez tanto de manera oral como por escrito; el seguimiento y aplicación de los ocho pasos de la técnica les implicó poner a prueba sus ideas, escuchar las soluciones de los demás, dibujar, trazar y escribir; utilizaron la tecnología (computadora, proyector y programa de power point) para

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

presentar su proyecto, en conjunto, estas experiencias favorecieron positivamente su competencia comunicativa.

¿Cómo aplican la competencia de la argumentación en la asignatura de matemáticas empleando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos? Se apreció que los alumnos aplicaron la competencia matemática de la argumentación empleando la técnica POL con tres niveles de complejidad, explicaron, justificaron y demostraron los resultados a los que llegaron de sus problemas, estos indicadores que abordó el estudio fueron razones que pusieron en práctica para dar sustento a los procedimientos y respuestas encontradas, es decir, se emitieron juicios fundamentados, apoyados en contenidos de matemáticas y de otras asignaturas.

*5.1.2 Supuesto del estudio.* De acuerdo con los hallazgos de la investigación los supuestos planteados se comprobaron, la experiencia permitió mejorar los aprendizajes de los alumnos de segundo grado de secundaria en la asignatura de matemáticas, con base en los siguientes argumentos a los tres supuestos considerados:

“El uso de la técnica POL influye positivamente en el desarrollo de la competencia matemática de planteamiento y resolución de problemas en los alumnos de secundaria, debido a que se trabaja de manera colaborativa en el desarrollo de proyectos”. Esta influencia se debió a que los alumnos trabajaron de manera conjunta en el desarrollo de proyectos para solucionar un problema de su contexto e interés

“El empleo de la Técnica POL influye positivamente en el desarrollo de la competencia de comunicación de los alumnos para expresar sus hallazgos matemáticos”. Al socializar sus hallazgos matemáticos los alumnos plantearon, interpretaron y resolvieron problemas, progresaron en sus habilidades sociales, como es la capacidad de comunicarse utilizando un lenguaje sencillo y coherente tanto de manera oral como por escrito, así como

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.



su capacidad de escuchar a los demás. Presentaron por escrito la forma en que evaluaron los resultados del problema y los medios utilizados, conclusiones y recomendaciones.

“La Técnica POL influye positivamente en la competencia matemática de la argumentación, porque representa una forma de validar sus hallazgos en esta asignatura”. Esta influencia se explica por la capacidad mostrada por los alumnos para explicar, justificar y demostrar las soluciones a sus problemas al trabajar con este diseño instruccional innovador. Explicaron cómo dieron respuesta al problema de manera detallada dando razones de los resultados; emitieron juicios fundamentados sobre los resultados del problema y señalaron procedimientos y pruebas para demostrar su solución.

*5.1.3 Objetivos de la investigación.* El objetivo general que se planteó al inicio de este estudio consistió en “analizar el desarrollo de tres competencias matemáticas (planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación) con alumnos de segundo grado de secundaria con el fin de identificar cómo impacta la técnica POL como diseño instruccional innovador para mejorar los aprendizajes matemáticos de los estudiantes”. Con base en la información obtenida y los hallazgos realizados se alcanzó, al valorar el proceso de implementación de la técnica POL y el producto final presentado por los alumnos, que consistió en el reporte electrónico de la misma, en ambos casos se muestran evidencias del desarrollo de sus competencias matemáticas, mejorando sus aprendizajes no sólo de matemáticas, sino también de otras asignaturas, al identificar, plantear y resolver problemas; explicar, justificar y demostrar las soluciones encontradas a los mismos; así como la expresión oral (a excepción del reporte del proyecto) y escrita del trabajo efectuado.

“Analizar las acciones que siguen los alumnos de secundaria al aplicar la competencia matemática de plantear y resolver problemas mediante la técnica de

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

aprendizaje orientada en proyectos”. Las observaciones registradas en la bitácora, los resultados de las entrevistas y cuestionarios, así como del análisis de proyectos muestran evidencia que las acciones que siguieron los estudiantes al aplicar dicha competencia al trabajar con la técnica POL les implico una serie de actividades como reconocer situaciones problemáticas, plantear, formular y definir problemas, y resolverlos mediante una diversidad de recursos y estrategias, partiendo de sus intereses y marcos contextuales.

“Conocer la forma en que aplican los alumnos de secundaria la competencia matemática de comunicación usando la técnica de aprendizaje orientada en proyectos”. La necesidad natural de los estudiantes por comunicar los resultados de sus problemas permitió la aplicación de dicha competencia de manera oral y por escrito. En la primera comunicando y debatiendo ideas usando un discurso sencillo y lógico y en el segundo expresándose a través de diferentes recursos como tablas, diagramas, presentaciones en power point, trazando y haciendo cálculos numéricos.

“Identificar la manera en que los alumnos de secundaria aplican la competencia matemática de la argumentación al trabajar con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos”. De acuerdo con los hallazgos del estudio se identificó que los estudiantes aplicaron la competencia matemática de la argumentación a través de la explicación, justificación y demostración de las respuestas encontradas, es decir, aportaron razones, emitieron juicios fundamentados y convencieron sobre la veracidad de sus afirmaciones mediante diversos procedimientos y pruebas matemáticas en la solución de sus problemas.

## **5.2 Conclusiones**

El desarrollo de competencias matemáticas se mostraron con las tareas realizadas por los alumnos al abordar las actividades de la técnica POL mediante las herramientas disponibles, movilizándolo y poniendo de manifiesto las mismas al identificar, plantear y resolver problemas; explicar, justificar y demostrar las soluciones de los problemas planteados; expresar de manera oral y por escrito los hallazgos en la ejecución de los procesos del proyecto basado en situaciones reales.

La competencia matemática de plantear y resolver problemas favoreció la creatividad y la curiosidad de los alumnos, dejando de lado la aplicación mecánica irreflexiva de fórmulas, permitió la construcción de conocimientos significativos en la realización de tareas, haciendo uso de la reflexión cualitativa y cuantitativa, favoreció el trabajo a partir de problemas reales cercanos a sus experiencias, trabajaron con situaciones abiertas repercutiendo en que con mayor facilidad resolvieron problemas de la vida cotidiana al partir de lo vivencial y de la observación para plantear problemas matemáticos, así mismo descubrir en la realidad los campos de aplicación y la utilidad de las matemáticas.

La práctica de la argumentación tuvo como componente central el lenguaje por parte de los alumnos, se vio reflejada en la explicación de procesos, planteamientos y sucesos, en la explicación de un determinado razonamiento con coherencia, la sujeción a pruebas y hechos, sencillez en el discurso y lógica, con la práctica de habilidades cognitivas como el razonamiento, la deliberación, formulando argumentos del sustento, procedimiento y/o solución encontrados, y a su vez transferir esas habilidades a los argumentos por escrito.

La competencia matemática de la comunicación permitió a los estudiantes expresarse de forma oral y por escrito, atendiendo a las intenciones comunicativas, a la producción de textos con sentido, coherencia y cohesión, ayudó a organizar y consolidar el pensamiento matemático de los alumnos quien por su naturaleza no pueden renunciar en el aula a la

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

comunicación, aprender las prácticas matemáticas conlleva el aprender a legitimar con criterios sociales sus acciones, comunicando entre sí sus objetivos y sus estrategias.

En su conjunto las tres competencias matemáticas permitió a los alumnos poner a prueba sus capacidades en el desarrollo de su proyecto a través de la experiencia de aplicar un diseño instruccional innovador técnica POL en educación secundaria, representando un contrapeso a la función transmisora de conocimientos en manos del docente para conceder la importancia a los alumnos a trabajar en torno a sus objetivos, posibilidades e intereses, privilegiar este tipo de estrategias didácticas con su participación activa representó una oportunidad de adquirir aprendizajes significativos, ofreciendo un cambio de ritmo respecto a la actividad habitual en el salón de clase.

Trabajar por proyectos permitió hacer visible y no extraña la idea del por qué hay que estudiar matemáticas en la escuela y del por qué están presentes en la sociedad, lo cual responde a una necesidad individual y social, cada uno de los alumnos debe de saber matemáticas para poder resolver, o cuando menos reconocer los problemas con los que se encuentra mientras convive con los demás, es decir la presencia de esta asignatura es consecuencia de su presencia en la sociedad.

Con esta experiencia se implicó a los alumnos en sus aprendizajes, se promovió el trabajo en equipo, se les involucró en actividades de investigación para abordar problemas de la cotidianeidad en términos de contexto, comunicación y argumentación, integrando y aplicando conocimientos, habilidades y valores para su solución, relacionando las matemáticas y otras asignaturas, ofreciendo un cambio de ritmo respecto a la actividad habitual en el salón de clase, así como en actividades de autoevaluación de sus progresos.

POL representó una oportunidad para que los estudiantes aplicaran sus competencias matemáticas en contextos conocidos; utilizaran el lenguaje oral y escrito para interpretar, Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

argumentar y comunicar información de forma pertinente, valorando y demostrando orden y precisión; presentar en sus reportes argumentos convincentes, así como la justificación y explicación de sus decisiones para el análisis de tareas y la solución de problemas.

Permitió un escenario donde los estudiantes mostraron interés y curiosidad, interactuaron entre sí, trabajaron según sus propios intereses, representó un medio que favoreció el desarrollo de competencias matemáticas con la puesta en práctica de los aprendizajes adquiridos en el aula, Enmarcó además, el proceso enseñanza aprendizaje como una novedosa forma de organización en el nivel de secundaria, en la que enfrentaron el desafío de movilizar o transferir un conjunto de recursos cognitivos (conocimientos interdisciplinarios), habilidades (trabajo colaborativo, análisis, interpretación, organización, investigación), y valores (solidaridad, respeto, responsabilidad, esfuerzo) en situaciones reales, para solucionar con pertinencia y eficacia problemas inmersos en las actividades cotidianas.

Los beneficios de concebir y poner en práctica esta forma de trabajo colaborativo implica tener en cuenta que sus resultados en el desarrollo de competencias matemáticas son de mediano y largo plazo, se trata de un proceso paulatino que requiere mantener la motivación de los estudiantes a trabajar de manera colaborativa, retroalimentar su organización y procedimientos, redimensionar la función de la evaluación, que además de los productos considere los procesos, en la que el papel de las técnicas de observación y los cuestionarios sean un referente en la emisión de juicios de valor sobre los niveles de desempeño de los alumnos, apreciados a través de indicadores que señalen las competencias que se han logrado a lo largo de un periodo de tiempo.

Al trabajar con la técnica POL las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación, los estudiantes las usaron en sus

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

proyectos de manera entrelazada, es decir, al resolver sus problemas hay implicaciones lingüísticas como verbalizar, exponer puntos de vista y emitir juicios; y procedimientos matemáticos como representar, calcular, predecir, probar entre otros, comporta la combinación de estos dos elementos en respuesta a las condiciones que requiera una situación problemática relacionada con actividades de la vida real.

La experiencia de trabajar en pequeños grupos la técnica POL como estrategia de enseñanza innovadora contextualizó el aprendizaje de los estudiantes, involucrándolos en el diseño y solución de problemas, se llevó a cabo a través de debates entre los miembros del equipo en la realización de tareas y con la participación activa de su propio aprendizaje, el cual es experiencial, aprendiendo al hacer y al reflexionar sobre lo que se hace en contextos de prácticas situadas. El contenido abordado fue interdisciplinario, proporcionó oportunidades para aplicar conocimientos en actividades del mundo real, se integró la práctica y la teoría como innovación pedagógica, guiada por una pregunta de conducción, aplicando lo aprendido en la vida diaria.

### **5.3 Recomendaciones**

Resultado de una reflexión y análisis de la experiencia adquirida en esta investigación emergen las recomendaciones siguientes que pudieran ser consideradas por el personal docente y directivo de la institución donde se llevo a cabo, así como a los posibles interesados en la temática en estudios posteriores.

Focalizar el estudio en una sola competencia matemática como punto de partida para emprender búsquedas y hallazgos más profundos y contrastar los resultados con esta experiencia de investigación, observando y evaluando a los alumnos en situaciones de

aprendizaje, desde un enfoque formativo, vinculando la valoración de procesos y productos que orienten un análisis didáctico más fino con el propósito de identificar los recursos cognitivos (conocimientos, habilidades y valores) movilizados.

Valorar niveles de logro de competencias matemáticas en los estudiantes demanda procesos de mediano y largo plazo, una herramienta importante es la observación y la autoevaluación planeada de los alumnos involucrados en actividades educativas, requiere explorar métodos sucintos y efectivos de registro de capacidades, teniendo claridad sobre el punto de partida y el de llegada para avanzar con rumbos definidos y poder evaluarlas.

En este tipo de experiencias se requiere que el docente asuma un papel como investigador de su práctica, fomente en los alumnos la autoconfianza, la seguridad, la disposición al riesgo, la autoevaluación reflexiva y crítica, apoyar en la organización del trabajo en grupo, observar y desarrollar en los estudiantes habilidades sociales, intervenir cuando sea estrictamente necesario, centrando la participación con preguntas encaminadas a reflexionar tareas específicas, en donde los estudiantes tengan oportunidades de plantear, explorar y resolver problemas, enseñar a reconocer situaciones para la aplicación de conocimientos matemáticos e interdisciplinarios, centrando la atención en los procesos que los alumnos adoptan ante determinadas situaciones y cómo convencen a otros de la veracidad de afirmaciones mediante diversos procedimientos y pruebas.

Explorar estrategias en una variedad de situaciones y contextos que motive la participación de los alumnos para que pongan en práctica lo que son capaces de hacer con sus conocimientos más que en el dominio de conceptos o procedimientos, comprendiendo que los procesos marcan metas a medio y largo plazo, responden a ciclos formativos más amplios y comprensivos, planteando centrar la evaluación en el alumno, en su aprendizaje y en su significado funcional.

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

Considerando que las competencias matemáticas se definen como la respuesta eficiente ante una situación real, concreta y en un lugar y momentos determinados es recomendable realizar su evaluación en el mismo momento en que se ponen en juego en determinadas circunstancias que exige su aplicación y no pervertirla a los resultados de pruebas estandarizadas.

La evaluación puede y debe contribuir a la mejora de los procesos de aprendizaje y como tal exige unos principios para evaluar su desarrollo; continuidad, sistematicidad y flexibilidad, teniendo como referentes criterios e indicadores claros y precisos como elementos primordiales en la valoración de competencias matemáticas, una evaluación formativa de buena calidad y un entrenamiento en la práctica de la autoevaluación obedeciendo a criterios e indicadores como elementos primordiales para asegurar la formación y el éxito de los alumnos.

Enriquecer y adaptar los criterios de evaluación considerados en este trabajo, para valorar el desempeño y el desarrollo de competencias matemáticas de los alumnos que permita observar y demostrar en el proceso formativo el grado en que se han logrado, siendo recomendable identificar líneas de progreso que contribuyan al desarrollo de competencias matemáticas suficientemente claras, algunas de ellas: de resolver con ayuda a resolver de manera autónoma; de los procedimientos formales a los procedimientos expertos; y de la justificación pragmática a la justificación axiomática.

Generar un espacio donde se tenga la posibilidad de someter a un análisis analítico y crítico el estudio así como de sus resultados, con el propósito de abrir la posibilidad de retomar la experiencia con las adaptaciones pertinentes y fortalecer la puesta en práctica de diseños innovadores de enseñanza aprendizaje, para el desarrollo de conocimientos,



habilidades y valores que favorezcan la solución de problemas, utilizando herramientas de apoyo adecuadas e integrando el conocimiento de esta asignatura con otros del currículum.

Es importante incorporar un calendario que fije plazos, que consideren el nivel de conocimiento, preferencias, y la madurez de los alumnos, proporcionado una muestra de proyectos realizados con todos los pasos documentados a fondo, que ofrezcan información importante para la planificación y estimar el tiempo necesario para realizar cada paso, es decir, que el docente presente una serie de alternativas de proyectos a los alumnos, teniendo en cuenta sus referentes cognitivos, preferencias e intereses, para que en equipo puedan seleccionar un proyecto alternativo que se adapte a sus preferencias, e involucrarlos directamente en la acción, desde la planeación hasta la solución de los problemas.

#### **5.4 Aporte al campo científico del área de conocimiento**

Esta experiencia muestra de qué manera los estudiantes de secundaria desarrollaron competencias matemáticas haciendo uso de la técnica POL, aplicando sus aprendizajes adquiridos en el aula en situaciones reales, representando un aporte científico al mostrar la acción reflexiva que pusieron en práctica los alumnos para guiar su trabajo y hacer que fuera más eficiente en la solución de problemas.

Contribuye en el proceso de desarrollo de competencias matemáticas en alumnos de secundaria al trabajar con la técnica POL como diseño instruccional innovador, abordando problemas de la realidad en que se desenvuelven, contribuyendo con un novedoso procedimientos para la enseñanza y el aprendizaje, con énfasis en el uso de conocimientos para resolver problemas, no sólo con cuánto se sabe sino en qué medida se usa lo que sabe para enfrentar situaciones cotidianas.

Se aporta un procedimiento de evaluación de competencias, en donde los objetivos de aprendizaje son la identificación, planteamiento y resolución de problemas, explicación, justificación y demostración de las soluciones así como expresar oralmente y por escrito los hallazgos, es decir, se valoraron los aprendizajes observando, autoevaluando y heteroevaluando sistemáticamente las competencias adquiridas por los alumnos en un contexto específico.

Finalmente, en este capítulo abordaron los hallazgos más significativos en relación con las preguntas, supuestos y objetivos de investigación, se describieron las conclusiones del estudio, finalizando con algunas recomendaciones para los interesados en la temática abordada, así como el aporte al campo científico del área de conocimiento. De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda la aplicación de la técnica de aprendizaje orientada en proyectos en la asignatura de matemáticas en el nivel de educación secundaria.

## Referencias

- Abrantes, P., Barba, C., Batlle, I., Bofarull, M. T., Colomer, T., Fuentes, M.T., et al. (2002). *La resolución de problemas en matemáticas. Teoría y experiencias. Claves para la innovación educativa*. Barcelona, España: Graó.
- Aguilar, M. A., y Cepeda, B. (2005). *Pisa para docentes. La evaluación como oportunidad de aprendizaje*. México. Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos.
- Alsina, A. (2004). *Desarrollo de competencias matemáticas con recursos lúdico-manipulativos*. Madrid, España: Narcea.
- Alsina, C., Burgués, C., Fortuny, J. M., Giménez, J., y Torra, M. (1998). *Enseñar matemáticas*. Barcelona: España: Graó.
- Alvarez- Gayou, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México: Paidós.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (2da. Ed.). México: Trillas.
- Balbuena, H. (2006). El desarrollo de competencias matemáticas en la educación básica. En Manteca, E. (Eds). *Primer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio 2006*. Antología Matemática. (pp. 103-108). México: Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos.
- Barraza, W. (2003). Desarrollo y evaluación de competencias matemáticas a la luz de los nuevos estándares. Recuperado Octubre 10, 2008 desde [http://209.85.173.104/search?q=cache:kegeisdvx4j:www.redacademica.edu.co/redacad/export/redacademica/beducadora/web\\_colegios/11/la\\_gaitana/descargas/competmat.ppt+desarrollo+y+evaluacion+de+competencias+matematicas+a+la+luz+de+los+nuevos+estandares&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=mx&client=firefox-a](http://209.85.173.104/search?q=cache:kegeisdvx4j:www.redacademica.edu.co/redacad/export/redacademica/beducadora/web_colegios/11/la_gaitana/descargas/competmat.ppt+desarrollo+y+evaluacion+de+competencias+matematicas+a+la+luz+de+los+nuevos+estandares&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=mx&client=firefox-a)
- Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M., & Stoltenberg, U. (2007). Developing key competencies for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(4), 416-430. Recuperado Septiembre 15, 2008, desde Academic Research Library database. (Document ID: 1347274121).
- Bishop, A. J. (1999). *Enculturación matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural*. Barcelona, España: Paidós.
- Bixio, C. (1999). *Cómo construir Proyectos en la E.G.B. Los proyectos de aula. Qué. Cuándo. Cómo*. Rosario- Sta. Fe, Argentina: Homo Sapiens.

- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3 & 4), 369-398. Recuperado el 17 de agosto del 2008 desde <http://mathforum.org/~sarah/Discussion.Sessions/Blumenfeld.html>
- Brooks-Young, S. (2005, April). Project-Based Learning: Technology Makes It Realistic! *Today's Catholic Teacher*, 38(6), 35-39. Recuperado Octubre 14, 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID: 818009381).
- Bruner, J. (1966). *Constructivist Theory*. Recuperado 16, Septiembre 2008, de <http://tip.psychology.org/bruner.html>
- Callison, D. (2006, January). Project-Based Learning. *School Library Media Activities Monthly*, 22(5), 42-45. Recuperado Octubre 14, 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID: 942267001).
- Castro, J. (2006). Competencias matemáticas del niño de la I y II etapa de educación básica. *EquisAngulo, revista electrónica de educación matemática*, 2 (3). Recuperado octubre 14, 2008 desde <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/20318/1/articulo3.html>
- Chat wrap-up: project-based learning. (2006, March). *Education Week*, 25(26), 31. Recuperado Octubre 14, 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID: 1010847891).
- Chevallard, Y., Bosch, M., y Gascón, J. (1998). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona, España: SEP/ICE.
- Comellas, M. J. (Coord), (2002). *Las competencias del profesorado para la acción tutorial*. Colección educación al día. Barcelona, España: CISSPRAXIS.
- Corbalán, F. (1997). *La matemática aplicada a la vida cotidiana*. Barcelona: Graó.
- Cordero, R. (2005). *Veinte experiencias educativas exitosas en el mundo*. México: Santillana.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid, España: Santilla.
- Denyer, M., Furnémont, J., Poulain, R., y Vanloubbeeck G. (2007). *Las competencias en educación. Un balance*. ( J. J. Utrilla, Trad.). México: Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 2004).
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (2000). *Handbook of Qualitative Research*. SAGE
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill.

- Diffily, D. (2002, July). Project-based learning: Meeting social studies standards and the needs of gifted learners. *Gifted Child Today*, 25(3), 40-43. Recuperado Octubre 18, 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID: 146513961).
- Domínguez, G. (2000). *Proyectos de trabajo. Una escuela diferente*. Madrid, España: La Muralla.
- Duhalde, M. E., y González, M. T. (1996). *Encuentros cercanos con la matemática. Aportes a la educación inicial*. Rosario Sta- Fe, Argentina: Aique.
- Duke, V. C. (2007). Technology and math: The relationship between using computers in the fifth grade and demonstrating math competencies. (Ph.D. dissertation, Capella University, United States – Minnesota). *Dissertations & Theses: Full Text database*. (Publication No. AAT 3278302).
- Edwards, J.A. (2003). Mathematical reasoning in collaborative small groups: The role of peer talk in the secondary mathematics classroom. (Ph.D. dissertation, University of Southampton United Kingdom, England, 2003). *Dissertations & Theses: Full Text database*. (Publication No. AAT C820493).
- Escamilla, A. (2008). *Las competencias básicas. Claves y propuestas para su desarrollo en los centros*. Barcelona, España: Graó.
- Felder, R., & Prince, M. (2007). The Case for Inductive Teaching. *ASEE Prism*, 17(2), 55. Recuperado Septiembre 21, 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID:1370793061).
- Foulger, T. S., & Jiménez-Silva, M. (2007). Enhancing the Writing Development of English Language Learners: Teacher Perceptions of Common Technology in Project-Based Learning. *Journal of Research in Childhood Education*, 22(2), 109-124. Recuperado Octubre 10, 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID: 1411756371).
- Gallego, C., Pons, M., Alemany, C., Barceló, M., Guerra, M., Orfila, M., et al. (2005). *Repensar el aprendizaje de las matemáticas*. Barcelona, España: Graó.
- García, R. (s/f). Análisis de documento y bitácora. Documento recuperado desde Blackboard.  
[http://cursos.itesm.mx/webapps/portal/frameset.jsp?tab\\_id=\\_2\\_1&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Flauncher%3Ftype%3DCourse%26id%3D\\_194841\\_1%26url%3D](http://cursos.itesm.mx/webapps/portal/frameset.jsp?tab_id=_2_1&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Flauncher%3Ftype%3DCourse%26id%3D_194841_1%26url%3D)
- Giroux, S., y Tremblay, G. (2008). *Metodología de las ciencias humanas*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Glaser-Zikuda, M. & Fuss, S. (2008). *Impact of Teacher Competencies on Student Emotions: A Multi-Method Approach*. (ERIC Document Reproduction Service No. EJ 98057).
- Goñi, J. M. (2000). La enseñanza de las matemáticas, aspectos sociológicos y pedagógicos. En J. M. Goñi (Coord.). *El curriculum de matemáticas en los inicio del siglo XXI*, (pp. 23-56). Barcelona, España: Graó.
- Goñi, J. M. (2008).  $3^2 - 2$  ideas clave. *El desarrollo de la competencia matemática*. Barcelona, España: Graó.
- Grant, M. M., & Branch, R. M. (2005). Project-Based Learning In a Middle School: Tracing Abilities Through The Artifacts of Learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(1), 65-98. Recuperado Octubre 18, 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID: 905949821).
- Gubacs, K. (2004). Project-based Learning: A Student-centered Approach to Integrating Technology into Physical Education Teacher Education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 75(7), 33-37,43. Recuperado Octubre 14, 2008, desde Academic Research Library database. (Document ID: 690673901).
- Gülbahar, Y., & Tinmaz, H. (2006). Implementing Project-Based Learning And E-Portfolio Assessment In an Undergraduate Course. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 309-327. Recuperado Septiembre 21, 2008, desde Academic Research Library database. (Document ID: 1004374481).
- Hahn, C. (2000). Las matemáticas dentro de los cursos de formación ofrecidos por la Cámara de Comercio e Industria de París. En J. M. Goñi (Coord.). *El curriculum de matemáticas en los inicios del siglo XXI* (pp. 115-121). Barcelona, España: Graó.
- Håland, E., & Tjora, A. (2006). Between asset and process: Developing competence by implementing a learning management system. *SAGE Journal Online*, 59, 7, 993-1016.
- Helic, D., Krottmaier, H., Maurer, H., & Scerbakov, N. (2005). Enabling Project-Based Learning in WBT Systems. *International Journal on ELearning*, 4(4), 445-461. Recuperado Septiembre 21, 2008, desde Academic Research Library database. (Document ID: 921412281).
- Hernández, F. (2006). El informe PISA: una oportunidad para replantear el sentido del aprender en la escuela secundaria. *Revista de Educación*, 1, pp. 357-379. Recuperado Octubre 20, 2008 desde [http://www.revistaeducacion.mec.es/re2006/re2006\\_20.pdf](http://www.revistaeducacion.mec.es/re2006/re2006_20.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, L. (1998). *Metodología de la investigación*. (2a. Ed.). México: McGraw Hill.

- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2005). *PISA para docentes. La evaluación como oportunidad de aprendizaje*. México: Comisión Nacional de Texto Gratuitos.
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. (2006). *Técnicas didácticas*. Recuperado 28, agosto, 2008 de [http://www.itesm.mx/va/dide/tecnicas\\_didacticas/aop/qes.htm](http://www.itesm.mx/va/dide/tecnicas_didacticas/aop/qes.htm)
- Jackson, J. H., & Andersen, M. H. (2003, January). Selecting applicants and employees for math competency. *WorldatWork Journal*, 12(1), 57-63. Recuperado Octubre 14, 2008, desde Accounting & Tax Periodicals database. (Document ID: 320680971).
- Joyce, B., Weil, M., y Calhoun, E. (2002). *Modelos de enseñanza*. Barcelona, España: Gedisa
- Kilpatrick, J., Gómez, P., y Rico, L. (1999). *Educación matemática. Errores y dificultades de los estudiantes. Resolución de problemas*. México: Iberoamérica.
- Kimberly, N. (2004). *Improving High School Mathematics Instruction: Using Constructivist Pedagogy*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 491 428.)
- Kirk, J. & Miller, M.L. (1986). *Reliability and validity in qualitative research*. Beverly Hills; California: Sage.
- Kramer, B. S., Walker, A. E., & Brill, J.M. (2007). The underutilization of information and communication technology-assisted collaborative project-based learning among international educators: a Delphi study. *Educational Technology, Research and Development*, 55(5), 527-543. Recuperado Septiembre 22, 2008, desde Academic Research Library database. (Document ID: 1361006291).
- Kris M.Y. & Law, K.B. (2004). Project-based action learning as learning approach in learning organization: the theory and framework. *Journal Team Performance Management*, 7(8), 178-186. Recuperado Octubre 10, 2008 desde [www.emeraldinsight.com/10.1108/13527590410569904](http://www.emeraldinsight.com/10.1108/13527590410569904)
- Kucharski, G. A., Rust, J. O., & Ring, T. R. (2005). Evaluation of the ecological, futures, and global (EFG) curriculum: a project based approach. *Education*, 125(4), 652-668. Recuperado Octubre 14, 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID: 860698791).
- Lesh, R. (1985). Processes, skills, and abilities needed to use mathematics in everyday situations. *Education and Urban Society*, 17(4), 439-446. Recuperado 19 septiembre 2008 desde <http://mathforum.org/~sarah/Discussion.Sessions/Lesh.html>
- Leyva, J. L., y Proenza, Y. (2006). Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y de las competencias matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1(41) 1681-5653,

recuperado Octubre, 16, 2008, desde  
<http://www.rieoei.org/deloslectores/1394Proenza.pdf>

- Litz, R. (2007). Student adoption of a computer-supported collaborative learning (CSCL) mathematical problem solving environment: The case of The Math Forum's Virtual Math Teams (VMT) chat service. *Ph.D dissertation, Nova Southeastern University*. Recuperado Agosto, 21, 2008, de Dissertations & Theses: Full Text database. (Publication No. AAT 3257388).
- Luria, A. R., Leontiev, A. N., y Vygotsky, L. S. (1986). *Psicología y pedagogía*. (M. E. Benítez, Trad.). Madrid, España: Akal bolsillo. (Trabajo original publicado en 1956).
- Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de investigación en psicología*, 9 (1), pp. 123-146. Recuperado el 17 de Septiembre de 2008, desde  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bvrevistas/Investigacion\\_Psicologia/v09\\_n1/pdf/a09v9n1.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bvrevistas/Investigacion_Psicologia/v09_n1/pdf/a09v9n1.pdf)
- McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y curriculum*. Métodos y recursos para profesionales reflexivos. Madrid, España: Morata.
- McKinney, S., & Frazier, W. (2008). Embracing the Principles and Standards for School Mathematics: An Inquiry into the Pedagogical and Instructional Practices of Mathematics Teachers in High-Poverty Middle Schools. *The Clearing House*, 81(5), 201-210. Recuperado Agosto 23, 2008, from Academic Research Library database. (Document ID: 1489124361).
- Mijares, C., Gutiérrez, M., Esquivel, F., y Martín, M. (2006). *Cómo forma y educa el Tecnológico de Monterrey a sus alumnos*. Recuperado 20, julio 2008, de  
<http://viewer.zmags.com/showmag.php?mid=ppwwt#/page0/>
- Miller, J. J. (2004). Argument efficacy: evaluating the public argument of President Bill Clinton's impeachment crisis. *Argumentation and Advocacy*, 40(4), 226-245. Recuperado Agosto 20, 2008, from Academic Research Library database. (Document ID: 683086271).
- Monaghan, F. (2006, September). Thinking aloud together. *Mathematics Teaching*, (198), 12-15. Retrieved October 26, 2008, from Academic Research Library database. (Document ID: 1130171071).
- Monereo, C., Badia, A., Doménech, M., Escofet, A., Fuentes, M., Rodríguez, J.L., et al. (2005). *Internet y competencias básicas. Aprender a colaborar, a comunicarse, a participar, a aprender*. Barcelona, España: Graó.



- Muñoz, S. P., y Muñoz, S. I. (2000). Intervención en la familia. Estudio de casos. En Pérez, G. (Coord.). *Modelos de investigación cualitativa*, (pp. 221-252). Madrid, España: Narcea.
- National Council of Teachers of Mathematics 17. (1995). *Sugerencias para resolver problemas*. México: Trillas.
- Nickerson, R. S., Perkins, D. N. y Smith, E. E. (1990). *Enseñar a pensar: aspectos de la aptitud intelectual*. Barcelona, España: Paidós.
- Niss, M. (2002). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: the Danish KOM project, Denmark, IMFUFA, Roskilde, University*. Recuperado Septiembre 14, 2008 desde [http://www7.nationalacademies.org/mseb/mathematical\\_competencies\\_and\\_the\\_learning\\_of\\_mathematics.pdf](http://www7.nationalacademies.org/mseb/mathematical_competencies_and_the_learning_of_mathematics.pdf)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2006). *La evaluación PISA 2006*. Recuperado Octubre 20, 2008 desde <http://www.oecd.org/dataoecd/33/61/36741673.pdf>
- Ortega, T. (2005). *Conexiones matemáticas. Motivación del alumnado y competencia matemática*. Barcelona, España: Graó.
- Pajares, R., Sanz, A., y Rico, L. (2004). *Aproximación a un modelo de evaluación: el proyecto PISA 2000*. Madrid, España: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Pérez, G. (Coord.). (2000). *Modelos de investigación cualitativa en educación social y animación sociocultural*. Aplicaciones prácticas. Madrid, España: Narcea.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. México: Graó.
- Pesci, A. (2006). Mathematics Teaching: Toward a More Human View. *Thinking Classroom*, 7(1), 20-25. Recuperado, el 29 de agosto 2008 de <http://0-proquest.umi.com/millennium.itesm.mx/pqdweb?index=6&did=1118040481&SrchMode=2&sid=1&Fmt=3&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1220107549&clientId=23693>
- Pimienta, J. H. (2008). *Evaluación de los aprendizajes. Un enfoque basado en competencias*. México: Pearson Prentice Hall.
- Poell, R. F., & Van der Krogt, F. J. (2003). Project-based learning in organizations: Towards a methodology for learning in groups. *Journal of Workplace Learning*, 15(5), 217-228. Recuperado October 10, 2008, desde ABI/INFORM Global database. (Document ID: 409476931).
- Polya, G. (1997). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

- Project-Based Learning helps students hone 21st Century Skills. (2008, August 20). *US Fed News Service, Including US State News*. Retrieved September 21, 2008, from Academic Research Library database. (Document ID: 1537237231).
- Ramírez, M., Molina, M., Ramírez, A., y Orozco, M. (2005). *Sugerencias didácticas para el desarrollo de competencias en secundaria*. México: Trillas.
- Ramírez, M., y Rocha, M. P. (2006). *Guía para el desarrollo de competencias docentes*. México: Trillas.
- Resnick, L.B., y Ford, W.W. (1990). *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Temas de educación. Barcelona, España: Paidós.
- Resnik, S. (2000). *Habilidades básicas en Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Canadá y Gran Bretaña y el estudio de análisis ocupacional de CONOCER*. México.
- Rico, L. (2007). *La competencia matemática en PISA*. *PNA*, 1(2), 47-66. Recuperado Octubre 14, 2008, desde <http://www.pna.es/Numeros/pdf/Rico2007La.pdf>
- Rodríguez, G., Gil, J., y García, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga, España: Aljibe.
- Rodríguez, H. (2007). El paradigma de las competencias hacia la educación superior. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Militar Nueva Granada Economista*, XV (1), pp. 145-165. Recuperado Septiembre, 16, 2008, de <http://www.umng.edu.co/revcieco/2007/julio.2007/volxv1/7.paradigma.pdf>
- Rogoff, B. (1993). *Aprendices del pensamiento. El desarrollo cognitivo en el contexto social*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Romero, C. (2000). *La comunicación y el lenguaje. Aspectos teórico prácticos para los profesores de educación básica*. México: SEP Fondo Mixto de Cooperación Técnica y Científica.
- Santos, D. M., y Castañeda, S. (2008). Objetivación de información en aprendizaje matemático autorregulado. *Revista mexicana de investigación educativa*, XIII (38), pp. 713-736. Recuperado Agosto, 29, 2008, de <http://www.comie.org.mx/v1/revista/portal.php?idm=es&sec=SC03&&sub=SBB&cri terio=ART38002>
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando, FL, USA: Academic Press.
- Secretaría de Educación Pública. (2006a). *Plan de Estudios. Educación básica. Secundaria*. México: Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos.

Secretaría de Educación Pública. (2006b). *Matemáticas*. Programa de Estudios. Educación básica. Secundaria. México: Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos.

Segarra, Ll. (2004). *Problemates. Colección de problemas matemáticos para todas las edades*. Barcelona, España: Graó.

Sepúlveda, A., y Santos, L. M. (2006). Desarrollo de episodios de comprensión matemática: estudiantes de bachillerato en procesos de resolución de problemas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, XI (31), pp. 1389-1422. Recuperado Agosto, 30, 2008, de <http://www.comie.org.mx/v1/revista/portal.php?idm=es&sec=SC03&&sub=SBB&cri terio=ART00441>

Share, E., & Rogers, L. (1997, January). Get real! Project-based learning. *Learning*, 25(4), 61-65. Recuperado Octubre 14, 2008, desde Academic Research Library database. (Document ID: 10800275).

Silbey, R. (2003). Math out loud! *Instructor* (1999), 112(7), 24-26. Recuperado el 29 de agosto de 2008 de <http://0-proquest.umi.com.millennium.itesm.mx/pqdweb?index=13&did=330838971&SrchMode=1&sid=2&Fmt=4&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1220107569&clientId=23693>

Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de caso*. (2a. Ed.). Madrid, España: Morata.

Stauffer, M., Walter, A. I., Lang, D. J., Wiek, A. & Scholz, R. W. (2006). Learning to research environmental problems from a functional socio-cultural constructivism perspective: The transdisciplinary case study approach. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7(3), 252-275. Recuperado Octubre 10, 2008 desde [www.emeraldinsight.com/10.1108/14676370610677838](http://www.emeraldinsight.com/10.1108/14676370610677838)

Stein, M. K. (2001). Mathematical argumentation: Putting umph into classroom discussions. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 7(2), 110-112. Recuperado el 29 de agosto de 2008 de <http://0-proquest.umi.com.millennium.itesm.mx/pqdweb?index=11&did=84169361&SrchMode=1&sid=3&Fmt=3&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1220107576&clientId=23693>

Taylor, S.J. y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona, España: Paidós.

Thomas, J. (2000). A review of research on project-based learning [Online]. Recuperado Septiembre 21 2008, desde [http://www3.autodesk.com/adsk/files/327085\\_PBL\\_Research\\_Paper.pdf](http://www3.autodesk.com/adsk/files/327085_PBL_Research_Paper.pdf)

Thompson, K. J., & Beak, J. (2007). The leadership book: enhancing the theory-practice connection through project-based learning. *Journal of Management*

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

*Education*, 31(2), 278-291. Recuperado Septiembre 21, 2008, desde ABI/INFORM Global database. (Document ID: 1244364981).

Tobón, S. (2007). *Formación Basada en Competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. (2a ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Upegui, M. E. (2003). Otra Vez las Competencias. *Contaduría Universidad de Antioquia*,(42), 75-86. Recuperado Septiembre 15, 2008 desde <http://0-proquest.umi.com.millennium.itesm.mx/pqdweb?index=102&did=926651101&SrchMode=1&sid=1&Fmt=3&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1221800417&clientId=23693>

Uttech, M. (2001). *Imaginar, facilitar, transformar: Una pedagogía para el salón multigrado*. México: Paidós.

Vadillo, G., y Klingler, C. (2005). *Didáctica. Teoría y práctica de éxito en Latinoamérica y España*. México: McGraw Hill.

Vélez, A. (s/f). *Aprendizaje basado en proyectos colaborativos en educación superior*. Recuperado Agosto 17, 2008, desde <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/190M.html>

Villarroel, H. J. (2006). *Habilidades del trabajo colaborativo utilizando POL como estrategia de aprendizaje, apoyada en el uso de la plataforma electrónica blackboard*. Recuperada 3, Julio, 2008 de [http://biblioteca.itesm.mx/cgi-bin/doctec/opendoc?cual=6298&archivo=141287&pagina=24132&paginas=24132,3,5&query=\(tecnica,AND,pol\),AND,tipo%3Da](http://biblioteca.itesm.mx/cgi-bin/doctec/opendoc?cual=6298&archivo=141287&pagina=24132&paginas=24132,3,5&query=(tecnica,AND,pol),AND,tipo%3Da)

Vygostky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Crítica.

Whitin, D.J., & Whitin, P. (2002). Promoting communication in the mathematics classroom. *Teaching Children Mathematics*, 9(4), 205-211. Recuperado el 29 de agosto de 2008 de <http://0-proquest.umi.com.millennium.itesm.mx/pqdweb?index=16&did=245467941&SrchMode=1&sid=2&Fmt=3&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1220107569&clientId=23693>

Wieth, M. (2005). The influence of motivation on cognitive mechanisms involved in problem solving. *Ph.D. dissertation, Michigan State University*. Recuperado Agosto, 21, 2008, de Dissertations & Theses: Full Text database. (Publication No. AAT 3189773).

Wilhelm, J., Sherrod, S., & Walters, K. (2008). Project-Based Learning Environments: Challenging Preservice Teachers to Act in the Moment. *The Journal of Educational Research*, 101(4), 220-233,256. Recuperado Agosto 23 2008, desde ProQuest Education Journals database. (Document ID:1478060401).

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

Wolk, S. (1994, November). Project-based learning: Pursuits with a purpose. *Educational Leadership*, 52(3), 42. Recuperado Octubre 14, 2008, desde Academic Research Library database. (Document ID: 1625127).

Yin, R. K. (1984). *Case Study Research. Design and Methods*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.

Zabala, A., y Arnau L. (2008). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona, España: Graó.

## Anexo A: Cuadro de triple entrada para marco contextual

Fuentes	Alumnos	Pla n y Programas de Estudio 2006	INEGI	Directora	Directora Subdirectora Profesora	Padres de familia
<b>Instrumentos</b>	<b>Cuestionario</b>	<b>Análisis de documentos</b>		<b>Entrevista</b>	<b>Técnica FODA</b>	<b>Cuestionario</b>
<b>Categorías/indicadores</b>						
<b>Contexto personal</b>						
Edad	X					
Sexo	X					
Colonia de procedencia	X					
Trabajo por proyectos	X					
Enseñanza de las matemáticas	X					
Apoyo escolar	X					
Edad						X
Estudios						X
Estructura familiar						X
Condición socioeconómica						X
Apoyo en las act. escolares						X
<b>Contexto institucional</b>						
Ubicación		X		X		
Historia		X		X		
Filosofía de la institución		X		X		
Organización		X		X		
Infraestructura		X		X		
<b>Contexto didáctico</b>						
Trabajo por proyectos en el aula					X	
Trabajo por proyectos en la institución					X	
<b>Contexto curricular</b>						
Intenciones educativas		X				
<b>Contexto del diseño instruccional innovador</b>						
Trabajo por proyectos		X			X	
Metodología de trabajo por proyectos		X			X	

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

## Anexo B: Cuestionario a alumno

**Estimado alumno:** con el propósito de contar con datos personales y sobre el trabajo en la asignatura de matemáticas, te solicitamos contestar este cuestionario, con el compromiso de la confidencialidad de la información.

1. Edad: \_\_\_\_\_
2. Sexo: Femenino ( ) Masculino ( )
3. Colonia de procedencia  
\_\_\_\_\_
4. En la asignatura de matemáticas, ¿has trabajado por proyectos?: Sí ( ) No ( )  
Si la respuesta fue afirmativa, ¿puedes explicar en qué consiste?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. ¿Se trabaja de manera colaborativa en matemáticas? Sí ( ) No ( )
6. ¿Te gusta trabajar con matemáticas? Sí ( ) No ( )  
¿Por qué?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. ¿Cómo es la clase del profesor de matemáticas?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. ¿Qué toma en cuenta para tu evaluación?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9. ¿Cómo aplicas los conocimientos de matemáticas en tu vida diaria?

---

---

10. ¿Cómo apoya el maestro de matemáticas tú aprendizaje?

---

---

11. ¿Te apoyan tus padres en el estudio? Sí ( ) No ( )

Si la respuesta fue afirmativa, ¿de qué manera te ayudan?

---

---

---

Lugar y fecha

Gracias por su colaboración



## Anexo C: Cuestionario a padres de familia

**Estimado padre de familia:** con el propósito de apoyar a su hijo (a) de la mejor manera posible en su educación secundaria, le solicitamos contestar este cuestionario, con el compromiso de la confidencialidad de la información.

Edad: \_\_\_\_\_

¿Cuál es su último grado de estudios?

\_\_\_\_\_

¿Quiénes integran su familia?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cómo considera el nivel socioeconómico de la familia?

Bajo ( )

Medio ( )

Alto ( )

¿Apoya en el estudio a su hijo (a)? Sí ( ) No ( )

Si la respuesta fue afirmativa, ¿de qué manera le ayuda?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Lugar y fecha

Gracias por su colaboración

## Anexo D: Entrevista a directora

**Estimada directora:** le agradecemos el tiempo que nos brinda para llevar a cabo esta entrevista, con el propósito de conocer un poco sobre la institución que usted dirige, garantizándole la confidencialidad de la información que nos proporciona.

Lugar: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de término: \_\_\_\_\_

1. ¿Puede contarnos acerca de la historia de la institución?
2. ¿Cuál es la misión de la institución?
3. ¿Cuál es su visión?
4. ¿Cómo es su organización?
5. ¿Cómo es su infraestructura?
6. ¿Desea agregar algún comentario?

Muchas gracias por su participación

## Anexo E: Técnica FODA a directora, subdirectora y profesora

**Estimado director, subdirector y profesor (a).**- Con el propósito de identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en torno a la pregunta *¿cómo se aplica el trabajo por proyectos en la asignatura de matemáticas en esta escuela secundaria?*, le solicitamos llenar la siguiente matriz FODA

Es importante que considere a las fortalezas y oportunidades como aspectos positivos o deseables (factores internos) y las debilidades y amenazas como negativos o indeseables (factores externos).

Aspectos Factores	Factores Internos	Factores Externos
Aspectos positivos	Fortalezas	Oportunidades
Aspectos negativos	Debilidades	Amenazas

Muchas gracias por su participación

## **Anexo F: Solicitud de autorización**

Asunto: Autorización para realizar investigación.

San Luis Potosí, S.L.P., agosto de 2008.

### **Profra. Ma. Del Rosario Andrade Ochoa**

Directora de La Escuela Secundaria

“Profr. José Ciriaco Cruz”

La suscrita Profra. Luz Elena Arreguín Rodríguez por este conducto le comunico a usted que actualmente estoy cursando el 4º Semestre de la Maestría en Educación con acentuación en Consejería y Desarrollo Educativos en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey y como parte de la materia de Proyecto 1 demanda la realización de una investigación con el fin de obtener el grado correspondiente, motivo por el cual le solicito a usted su autorización para llevarla a cabo con el grupo de segundo “L”, para lo cual me permito plantearle de manera sintética el tema de interés:

#### Naturaleza del trabajo

El foco temático del trabajo es documentar en el aula el desarrollo de competencias matemáticas en los alumnos de 2º grado mediante la aplicación de una estrategia de aprendizaje orientada en proyectos. Partiendo del análisis de la experiencia que se tiene en la institución de trabajar por proyectos en las diferentes asignaturas, en especial en la de matemáticas.

#### Iniciativa de la experiencia

El interés personal de emprender esta investigación parte además de la obtención del grado académico señalado, documentar en la práctica docente los procesos que viven los alumnos al trabajar con una técnica innovadora en educación secundaria, que es la técnica

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

POL (Project Oriented Learning), y conocer cómo impacta en el desarrollo de las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, argumentación y comunicación.

#### Metodología de la investigación

He seleccionado la metodología cualitativa a través del método de estudio de casos por considerar que permite captar mejor la realidad educativa como es el desarrollo de competencias matemáticas. Las técnicas e instrumentos que se utilizarán con más intensidad serán la observación, técnica FODA, análisis de documentos, bitácora, entrevistas a directivos, docente, alumnos y cuestionarios para alumnos y profesor. Esto supone que se requerirá la colaboración de los actores señalados, no sólo para observar el trabajo de los alumnos sino de la realización de entrevistas, aplicación de la técnica FODA con el personal directivo de la institución.

#### Temporalización del trabajo

La duración de la investigación está estimada en aproximadamente en dos meses, no obstante, es sabido que en una investigación no es fácil acomodar la marcha y el ritmo del trabajo ya que sobre el proceso mismo se va realizando ajuste a las pretensiones iniciales.

#### Condiciones de la investigación

Establezco el compromiso de mantener el anonimato de las fuentes de información y garantizar la confidencialidad de los datos. De considerarlo conveniente por parte suya pondría a la disposición la investigación para que se someta a debate en la academia de matemáticas lo que aportaría a la comprensión de la realidad que se está viviendo en nuestra institución al aterrizar en el aula el currículum de secundaria basado en el desarrollo de competencias.

## Consideraciones finales

El deseo personal es potencial la reflexión de la práctica docente, dado que representa el corazón de la práctica educativa que permita ofrecer un servicio pertinente y de calidad para los alumnos.

Es necesario señalar que esta investigación tiene una dirección y coordinación por parte de la asesora de tesis, la Mtra. Rosa García Torres y la titular del curso, Dra. María Soledad Ramírez Montoya, del Instituto Tecnológico de Estudios Supriores de Monterrey, quienes en su momento, por necesidades del proceso de indagación demanden algún cambio, se lo comunicaría oportunamente por escrito.

Atentamente

---

Profra. Luz Elena Arreguín Rodríguez

## Anexo G: Cuadro de triple entrada para construir instrumentos

Fuentes e Instrumentos  Categorías e indicadores ▪ <i>Pregunta</i> ▪ <i>Pregunta</i>	Alumnos			Docente	Docente	Fundamento teórico
	Bitácora	Entrevista semiestructu- rada	Cuestionario	Cuestionario	Análisis de proyectos	Análisis de documentos
<b>Categoría</b> Planteamiento y resolución de problemas  <b>Indicador</b> Identificación de problemas  ▪ <i>Pregunta</i> ¿Cómo identificaron los alumnos el problema?  ▪ <i>Pregunta</i> ¿El problema partió de una situación de la vida real?  ▪ <i>Pregunta</i> ¿El problema partió de los intereses de los alumnos?					X	X
<b>Indicador</b> Planteamiento de problemas  ▪ <i>Pregunta</i> ¿Se planteó el problema de manera autónoma?  ▪ <i>Pregunta</i>	X	X	X	X	X	X

¿El planteamiento del problema es claro respecto a lo que se desea investigar y resolver?	X	X	X	X		
<b>Indicador</b> Resolución de problemas					X	X
▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo resolvieron los alumnos el problema?	X	X	X	X		
▪ <b>Pregunta</b> ¿Los alumnos utilizaron conocimientos previos en la solución del problema?	X	X	X	X		
▪ <b>Pregunta</b> ¿Qué procedimientos se utilizaron en la solución del problema?	X	X	X	X		
▪ <b>Pregunta</b> ¿Qué conocimientos interdisciplinarios se aplicaron en la solución del problema?	X	X	X	X		
<b>Categoría</b> Argumentación					X	X
<b>Indicador</b> Explicación						
▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo explican los alumnos la solución de un problema en matemáticas?	X	X	X	X		
<b>Indicador</b> Justificación						
▪ <b>Pregunta</b>	X	X	X	X		



<p>¿Cómo justifican los alumnos la solución de un problema en matemáticas?</p> <p><b>Indicador</b> Demostración</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo demuestran los alumnos la solución de un problema?</li> </ul> <p><b>Categoría</b> Comunicación</p> <p><b>Indicador</b> Expresión oral</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo es la comunicación oral de ideas al resolver problemas?</li> </ul> <p><b>Indicador</b> Expresión escrita</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo es la comunicación escrita al resolver problemas?</li> </ul>	X	X	X	X		
<p><b>Categoría</b> Técnica de aprendizaje orientada en proyectos</p> <p><b>Indicador</b> Organización del aprendizaje con POL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo se organiza el trabajo en matemáticas con la Técnica POL?</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo es la participación de los alumnos al trabajar con POL?</li> </ul>	X	X	X	X		X
	X	X	X	X		X

<p>▪ <b>Pregunta</b> ¿Qué tipo de proyectos realizaron los alumnos?</p>	X	X	X	X		
<p><b>Indicador</b> Ejecución de la técnica POL</p>						X
<p>▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo se desarrollan las actividades con la técnica POL?</p>	X	X	X	X		
<p>▪ <b>Pregunta</b> ¿Qué conocimientos aplican los alumnos en el trabajo por proyectos?</p>	X	X	X	X		
<p><b>Indicador</b> Evaluación</p>						X
<p>▪ <b>Pregunta</b> ¿Cómo es el proceso de enseñanza aprendizaje?</p>	X	X	X	X		
<p>▪ <b>Pregunta</b> ¿Qué habilidades ponen en juego los alumnos al trabajar por proyectos?</p>	X	X	X	X		
<p>▪ <b>Pregunta</b> ¿Qué valores se manifiestan cuando los alumnos trabajan por proyectos?</p>	X	X	X	X		

## Anexo H: Bitácora de registro de observación

Objetivo de investigación: que el docente registre en el aula escolar de manera detallada las competencias matemáticas que los alumnos de secundaria van desarrollando al trabajar con la técnica de aprendizaje orientada en proyectos.

### Objetivo:

- Registrar la influencia de la técnica POL en el desarrollo de las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación.

Nombre del proyecto: _____		
Equipo: _____	Asignatura: _____	
Grado: _____	Grupo: _____	Roles de cada integrante:
Moderador: _____		
Secretario: _____		
Participantes: _____		

1. ¿Cómo identificó el equipo el problema seleccionado para su proyecto?
2. El problema planteado partió de una situación de la vida real
3. El problema identificado partió de los intereses de los alumnos

4. ¿Cómo plantearon los alumnos el problema?
  
5. El planteamiento es claro respecto a lo que se desea investigar y resolver
  
6. ¿Cómo resolvieron el problema?
  
7. ¿Qué conocimientos previos utilizaron los alumnos en la solución del problema?
  
8. ¿Qué procedimientos usaron los alumnos en la solución del problema?
  
9. ¿Qué conocimientos interdisciplinarios se usaron en la solución del problema?
  
10. ¿Cómo explicaron los alumnos la solución del problema?
  
11. ¿Cómo justificaron los alumnos la solución al problema?
  
12. ¿Cómo se demostró la solución del problema?
  
13. ¿Cómo expresaron y representaron los alumnos las ideas al resolver el problema?

14. ¿Cómo interpretaron la información?
15. ¿Qué roles tuvieron los integrantes del equipo?
16. ¿Cómo es la participación del alumno en la construcción del proyecto?
17. ¿Qué tipo de proyectos elaboraron los alumnos? (disciplinar o interdisciplinarios)
18. ¿Cómo desarrollaron los alumnos las actividades?
19. ¿Qué conocimientos aplicaron los alumnos en el desarrollo del proyecto?
20. ¿Con la técnica POL los alumnos construyeron su aprendizaje?
21. ¿Qué habilidades desarrollaron los alumnos al trabajar con proyectos?
22. ¿Qué valores pusieron en práctica los alumnos al trabajar con proyectos?

## Anexo I: Entrevista semiestructurada a alumnos

### Objetivo:

- Conocer la opinión de los equipos acerca de las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación que desarrollan los alumnos al trabajar con la técnica POL.

**Estimados alumnos:** agradezco la oportunidad y su tiempo para realizar esta entrevista, que tiene como propósito conocer a más detalle la experiencia vivida en la asignatura de matemáticas al trabajar con la técnica POL, garantizándoles la confidencialidad de la información que nos proporcionen, el tiempo estimado en llevarla a cabo es de 60 minutos.

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de término: \_\_\_\_\_

Equipo: \_\_\_\_\_ Lugar de la entrevista: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

### Planteamiento y resolución de problemas

1. ¿Cómo identificaron el problema que les interesó trabajar?
2. ¿El problema partió de una situación de la vida real?
3. ¿El problema partió de sus intereses?
4. ¿Cómo plantearon el problema?
5. ¿El planteamiento del problema es claro respecto a lo que se desea investigar y resolver?
6. ¿Cómo resolvieron el problema?
7. ¿Utilizaron conocimientos previos para la solución del problema?

8. ¿Qué procedimientos se utilizaron en la solución del problema?
9. ¿Qué conocimientos interdisciplinarios aplicaron en la solución del problema?

### **Argumentación**

10. ¿Cómo explican la solución encontrada?
11. ¿De qué manera justifican la solución al problema?
12. ¿Cómo demostraron la solución del problema?

### **Comunicación**

13. ¿Cómo expresaron y representaron la información?
14. ¿Cómo interpretaron la información obtenida?

### **Organización del aprendizaje**

15. ¿Cómo se organizó el trabajo en matemáticas con la Técnica POL?
16. ¿Cómo fue la participación de los integrantes del equipo al trabajar con POL?
17. ¿Qué tipo de proyecto realizó el equipo?

### **Ejecución de la técnica POL**

18. ¿Cómo desarrollaron las actividades en cada una de las ocho etapas de la técnica POL?
19. ¿Qué conocimientos aplicaron en el trabajo por proyectos?

### **Evaluación de la técnica POL**

20. ¿Cómo fue el aprendizaje adquirido al trabajar con la técnica POL?
21. ¿Qué habilidades pusieron en juego al trabajar por proyectos?
22. ¿Qué valores pusieron en práctica al trabajar por proyectos?

## Anexo J: Cuestionario a alumnos

### Objetivo:

- Conocer la opinión de los alumnos acerca de las competencias matemáticas que desarrollaron en la asignatura al trabajar con la técnica POL.

### Estimado alumno:

El propósito de este cuestionario es conocer tu opinión sobre la experiencia de participar en el desarrollo de un proyecto en la asignatura de matemáticas utilizando la técnica POL durante el segundo bimestre del ciclo escolar 2008-2009, con el fin de estudiar el desarrollo de competencias matemáticas y las mejoras que podrían hacerse a este proceso formativo.

La información recolectada en este instrumento será trabajada de manera confidencial y para propósitos estrictamente de investigación. Como agradecimiento a tu participación se te presentarán los resultados de este estudio.

**Instrucciones:** de la siguiente lista que se te presenta evalúa en escala de 0 al 5 marcando con una X la opción que mejor refleje las competencias matemáticas que pusiste en juego al trabajar en equipo en el desarrollo del proyecto seleccionado, agradeciendo tu honestidad y objetividad en las respuestas.

Equipo con el que trabajó: \_\_\_\_\_

Expresa tu opinión con base en la siguiente escala:

- |                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| 1 = Nunca         | 4 = Frecuentemente        |
| 2 = Casi nunca    | 5 = Siempre               |
| 3 = Algunas veces | 0 = no aplica/sin opinión |



N.P	Al trabajar con la técnica POL ¿Qué competencias pusiste en práctica?:	Escala					
		1	2	3	4	5	Na/so
1	Identificaron el problema de su proyecto de manera autónoma						
2	El problema identificado partió de una situación de la vida real						
3	El problema identificado partió de sus intereses						
4	Se planteó el problema de manera autónoma						
5	El planteamiento del problema es claro respecto a lo que se desea investigar y resolver						
6	Se resolvió el problema de manera autónoma						
7	Se utilizaron conocimientos previos para la solución de problemas						
8	Se usaron procedimientos formales en la solución de problemas						
9	Se aplicaron conocimientos interdisciplinarios en la solución del problema						
10	Se explicó la solución del problema planteado						
11	Se explicó la solución del problema						
12	Se demostró la solución al problema						
13	Se comunicó de manera oral las ideas al resolver el problema						
14	Se comunicó por escrito las ideas al resolver el						

	problema						
15	Se organizaron en equipo y se definieron roles de participación						
16	Se participó en la construcción del proyecto						
17	Se elaboraron proyectos interdisciplinarios						
18	Se desarrollaron colaborativamente las actividades del proyecto						
19	Se aplicaron conocimientos interdisciplinarios en el desarrollo de proyecto						
20	Con la técnica POL se construyó el propio aprendizaje						
21	Se desarrollaron habilidades al trabajar por proyectos						
22	Al trabajar por proyectos se pusieron en práctica valores						

Muchas gracias por tu participación

## Anexo K: Cuestionario a profesora investigadora

### Objetivo:

- Conocer la opinión del docente acerca de las competencias matemáticas que desarrollaron los alumnos al trabajar con la técnica POL.

### Estimado profesor:

El propósito de este cuestionario es conocer su opinión sobre la experiencia de haber puesto en práctica en el aula la técnica POL en la asignatura de matemáticas durante el segundo bimestre del ciclo escolar 2008-2009, con el fin de estudiar las competencias matemáticas que los alumnos desarrollaron y las mejoras que podrían generarse en futuras aplicaciones. La información recolectada en este instrumento será trabajada de manera confidencial y para propósitos estrictamente de investigación.

**Instrucciones:** de la siguiente lista que se le presenta evalúe en escala del 0 al 5 marcando con una X la opción que mejor refleje las competencias que los alumnos pusieron en juego al trabajar en equipo en el desarrollo del proyecto seleccionado, agradeciéndole honestidad y objetividad en las respuestas.

Equipo: \_\_\_\_\_

Expresa tu opinión con base en la siguiente escala:

1 = Nunca

2 = Casi nunca

3 = Algunas veces

4 = Frecuentemente

5 = Siempre

0 = no aplica/sin opinión

N.P	Al trabajar con la técnica POL ¿Qué competencias pusieron en práctica los alumnos?:	Escala					
		1	2	3	4	5	Na/so
1	Identificaron el problema de su proyecto de manera autónoma						
2	El problema identificado partió de una situación de la vida real						
3	El problema identificado partió de sus intereses						
4	Plantearon el problema de manera autónoma						
5	El planteamiento del problema es claro respecto a lo que se desea investigar y resolver						
6	Se resolvió el problema de manera autónoma						
7	Se utilizaron conocimientos previos para la solución de problemas						
8	Se usaron procedimientos formales en la solución de problemas						
9	Se aplicaron conocimientos interdisciplinarios en la solución del problema						
10	Se explicó la solución del problema planteado						
11	Se explicó la solución del problema						
12	Se demostró la solución al problema						
13	Se comunicó de manera oral las ideas al resolver el problema						
14	Se comunicó por escrito las ideas al resolver el						

	problema						
15	Se organizaron en equipo y se definieron roles de participación						
16	Se participó en la construcción del proyecto						
17	Se elaboraron proyectos interdisciplinarios						
18	Se desarrollaron colaborativamente las actividades del proyecto						
19	Se aplicaron conocimientos interdisciplinarios en el desarrollo de proyecto						
20	Con la técnica POL los alumnos construyeron su propio aprendizaje						
21	Se desarrollaron habilidades al trabajar por proyectos						
22	Al trabajar por proyectos se pusieron en práctica valores						

Muchas gracias por tu participación

## Anexo L: Diseño instruccional innovador: técnica POL

### Objetivo:

- Construir, realizar y evaluar un proyecto en la asignatura de matemáticas mediante la técnica de aprendizaje orientado en proyectos (POL), para analizar las competencias que se desarrollan mediante la aplicación de esta estrategia de aprendizaje.

Equipo número: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Secretario: \_\_\_\_\_

Moderador: \_\_\_\_\_

Participantes: \_\_\_\_\_

### Estimados alumnos:

El propósito de este trabajo consiste en realizar cada una de las ocho etapas de que está compuesta la técnica POL, la cual demanda planear, instrumentar y evaluar un proyecto que decida abordar el equipo de acuerdo con sus intereses mediante la exploración de un problema que requiere una solución práctica, razón por la cual se les solicita realizar colaborativamente cada una de las actividades siguientes.

### Desarrollo

#### 1. Problema inicial

#### Actividades

##### 1. Reflexionen en equipo:

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

- Un problema que les interese resolver relacionado con la asignatura de matemáticas.

De acuerdo con la actividad anterior dar respuesta a lo siguiente:

- ¿Cuál es el tema de interés?
- ¿De qué trata el problema?
- ¿Con qué asignaturas se relaciona y por qué?

## **2. Análisis del problema**

Actividades

Analizar en equipo:

- ¿El problema seleccionado es en realidad un problema?
- ¿Para quién es un problema? (si no es un problema para nadie, entonces no es un problema que valga la pena solucionar) justificar.
- ¿Por qué es un problema?
- ¿Cuándo es un problema?
- ¿Dónde es un problema?

## **3. Definición de la tarea**

Actividades

Con base en el análisis previo:

- Formulen el problema más preciso para que tengan claro sobre qué es lo que van a trabajar.

#### **4. Delimitación del problema**

Actividades

En equipo dar respuesta a:

- ¿Lugar dónde se presenta el problema?
- ¿En cuánto tiempo el problema que se eligió va a quedar resuelto?
- ¿Qué recursos (materiales, tecnológicos, financieros y humanos) necesitan para resolver el problema elegido?
- ¿Qué contenidos van a contemplar de matemáticas y de otras asignaturas?
- Expliquen de manera detallada ¿cómo lo van a dar respuesta al problema?

#### **5. Solución**

Actividades

Trabajar en equipo en la solución de las tareas que correspondan para resolver el problema

- Describan cada una de las actividades que desarrollaron hasta llegar a la solución del problema dando especificaciones detalladas

#### **6. Discusión/conclusión**

Actividades

Discutir en equipo

- ¿Cómo evaluaron los resultados a que llegaron?
- ¿A qué conclusiones finales llegaron?



- Qué recomendaciones harían sobre el trabajo realizado

## 7. **Implementación**

### Actividades

Dar todas las sugerencias e instrucciones acerca de todo lo relacionado con la implementación del proyecto

- Instrucciones
- Sugerencias

## 8. **Reporte**

### Actividades

- Como actividad final en equipo presentar:
- Un reporte del proyecto que incluya la descripción de cada una de las etapas de la técnica POL en el medio manual y/o electrónico que decida el equipo, para su presentación ante el resto del grupo en el día y hora previamente señalada por la profesora de matemáticas.
- El reporte debe ser coherente y con buenos argumentos.
- Incluir el proceso que vivió el equipo a lo largo de la aplicación de la técnica POL.

## Anexo M: Análisis de proyectos

### Objetivo:

Evaluar las competencias matemáticas de planteamiento y resolución de problemas, comunicación y argumentación que desarrollaron los alumnos en el proyecto presentado por equipo al trabajar con la técnica POL.

**Instrucciones:** en la tabla siguiente evaluar cada indicador teniendo como referente la puntuación parcial que se presenta para cada uno de ellos de acuerdo con el contenido del proyecto presentado por los alumnos.

Equipo: \_\_\_\_\_

Categoría	Indicadores	Criterio	Puntuación Parcial	Puntuación obtenida
Planteamiento y resolución de problemas	Identificación de problemas	En el reporte del proyecto los alumnos identificaron una situación problemática de su interés y marco contextual relacionado con la asignatura de matemáticas	1.42	
	Planteamiento de problemas	Plantearon, formularon y definieron su problema matemático de manera autónoma	1.42	
	Resolución de problemas	Resolvieron el problema mediante una diversidad de procedimientos y recursos	1.42	
Argumentación	Explicación	Explicaron el proceso seguido en la resolución del problema dando razones matemáticas de los resultados obtenidos	1.42	
	Justificación	Emitieron juicios fundamentados de los resultados de su problema	1.42	

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

	Demostración	Se pusieron en práctica diversos procedimientos y pruebas para demostrar la solución al problema	1.42	
Comunicación	Expresión escrita	Expresaron y representaron de manera escrita los resultados de su problema	1.42	
Calificación final			10.0	

## Anexo N: Criterios de evaluación para el análisis del proyecto

Criterio	Valor			
	0.35	0.71	1.06	1.42
En el reporte del proyecto los alumnos a través de la reflexión identificaron una situación problemática de su interés y marco contextual relacionado con la asignatura de matemáticas	En el reporte del proyecto los alumnos a través de la reflexión definieron cuál fue su tema de interés	En el reporte del proyecto los alumnos además de definir su tema de interés explicaron de qué trata el problema	En el reporte del proyecto los alumnos además de definir su tema de interés explicaron de qué trata el problema y con qué asignaturas se relaciona forma poco clara	En el reporte del proyecto los alumnos además de definir su tema de interés explicaron de qué trata el problema y con qué asignaturas se relaciona de manera clara
Plantearon, formularon y definieron su problema matemático de manera autónoma	Hay evidencia en el reporte del proyecto que se realizó un análisis del problema donde se especifica si en realidad un problema	Se especifica además de si el problema seleccionado es en realidad un problema, para quién es un problema	Además de los anteriores aspectos se señala por qué es un problema y cuándo es un problema	Se agrega a lo anterior dónde es un problema y lo formularon de manera precisa de manera autónoma
Resolvieron el problema mediante una diversidad de procedimientos y recursos	En el proyecto se señalan los recursos necesarios y el procedimiento seguido para la solución del problema de forma poco clara	En el proyecto se señalan los recursos necesarios y el procedimiento seguido para la solución del problema de manera clara	Además de lo anterior se describen los contenidos utilizados en la solución del problema poco clara	En el proyecto se describen los recursos, procedimientos y contenidos en la solución del problema de forma clara
Explicaron el proceso seguido dando razones de los resultados obtenidos	Explicaron cómo dieron respuesta al problema de manera poco detallada	Explicaron cómo dieron respuesta al problema de manera detallada	Explicaron cómo dieron respuesta al problema de manera detallada dando pocas razones de los	Explicaron cómo dieron respuesta al problema de manera detallada dando razones de los resultados

			resultados	
Emitieron juicios fundamentados de los resultados de su problema	Hay ausencia de juicios fundamentados sobre los resultados del problema	Hay pocos juicios fundamentados sobre los resultados del problema	Hay regulares juicios fundamentados sobre los resultados del problema	Hay buenos juicios fundamentados sobre los resultados del problema
Se pusieron en práctica diversos procedimientos y pruebas para demostrar la solución al problema	No se señalan procedimientos y pruebas para demostrar la solución al problema	Poco se señalan procedimientos y pruebas para demostrar la solución al problema	Se señalan procedimientos y pruebas para demostrar la solución al problema de poco convincentes	Se señalan procedimientos y pruebas para demostrar la solución al problema convincentes
Expresaron por escrito por diversos medios los resultados de su problema	No expresaron por escrito la forma en que evaluaron los resultados del problema así como los medios utilizados	Expresaron por escrito la forma en que evaluaron los resultados del problema así como los medios utilizados	Además de lo anterior señalan las conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado	Presentaron por escrito la forma en que evaluaron los resultados del problema y los medios utilizados, conclusiones y recomendaciones en medio electrónico

## **Curriculum vitae**

**Luz Elena Arreguín Rodríguez**

**luzelen\_ar@hotmail.com**

Luz Elena Arreguín Rodríguez nació en Venado, S.L.P., México el 2 de diciembre de 1973. En 1999 se recibió como Licenciada en educación media en la asignatura de Lengua Extranjera en la Escuela Normal de Estudios Superiores del Magisterio Potosino, posteriormente en el 2000 obtienen el título de Licenciada en educación media en la asignatura de Matemáticas otorgado por la Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado. En el 2008 finaliza estudios de maestría en educación área intervención pedagógica en el Instituto Estatal de Estudios de Posgrado de San Luis Potosí, con la temática la intervención docente con alumnos en riesgo de fracaso escolar. La investigación titulada competencias matemáticas utilizado la técnica de aprendizaje orientada en proyectos es la que presenta en este documento para aspirar al grado de maestría en educación con acentuación en consejería y desarrollo educativos.

Cuenta con diecisiete años de servicio dentro de la docencia, actualmente se desempeña como profesora de la asignatura de inglés y matemáticas en el nivel de secundaria.