

**EL IMPACTO DEL CAMBIO DE CONCEPCIONES DE LOS DOCENTES
IMPULSADO POR LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS
COMPUTACIONALES EN EL AULA, EN LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA Y EN
LA MATEMÁTICAS QUE ENSEÑAN**

ANA CELIA CASTIBLANCO PAIBA

Tesis para optar el título de Magíster en Desarrollo Educativo y Social

Dr. CARLOS EDUARDO VASCO URIBE
Asesor

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL-CENTRO INTERNACIONAL DE
EDUCACIÓN Y DESARROLLO HUMANO
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO Y SOCIAL
BOGOTÁ
2006**

NOTA DE ACEPTACIÓN

La presente tesis de maestría está aprobada de mi parte para su envío al segundo lector.

El tutor, CARLOS EDUARDO VASCO URIBE

El segundo lector, JUAN CARLOS OROZCO CRUZ

Bogotá, 31 de octubre de 2006

Doctora
PATRICIA BRICEÑO
Directora de la Maestría en Desarrollo Educativo y Social
CINDE
Ciudad

Estimada Dra. Briceño:

Por medio de la presente tengo el agrado de manifestarle que el documento de tesis de maestría de la estudiante ANA CELIA CASTIBLANCO PAIBA, que he venido dirigiendo durante estos años, está lista para ser enviada al segundo lector.

En cuanto a mi corresponde, me parece que el trabajo de tesis es excelente, pero por supuesto, estamos dispuestos a incorporar las observaciones y correcciones que el segundo lector tenga a bien sugerirnos para mejorar la calidad de la tesis.

Quedo a sus órdenes para cualquier información o certificación adicional que el Programa requiera.

Cordialmente,

CARLOS E. VASCO U.
Tutor de Tesis

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. CARLOS EDUARDO VASCO URIBE, humanista, maestro y amigo.

Mentor y asesor de este trabajo, compañero en la búsqueda del saber, guía en mi desarrollo profesional y humano, generador de confianza proactiva, ejemplo y baluarte de la educación que necesita Colombia.

A IRENE y a FRANCISCO, docentes comprometidos con el futuro de niños y niñas colombianos, por compartir conmigo sus vivencias, experiencias y reflexiones alrededor de lo que sucede en sus aulas y en su vida como maestros.

A los docentes colombianos que como ellos, han emprendido, con compromiso, dedicación y esfuerzo, el reto de aprovechar el potencial pedagógico de las nuevas tecnologías para mejorar el aprendizaje de sus alumnos.

A mi familia, por la comprensión, el apoyo, la paciencia y las muchas horas de descanso que entregaron generosamente para que yo recorriera el camino de la maestría.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO DE REFERENCIA	3
1.1 Justificación	3
1.2 Planteamiento del problema	4
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Objetivos específicos	7
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
3.1 La práctica pedagógica de los docentes	8
3.1.1 La práctica pedagógica del docente centrada en la enseñanza en el aula	9
3.1.2 Otra perspectiva: La práctica pedagógica como comunidad de práctica profesional y comunidad de prácticas matemáticas	11
3.2 Las concepciones de los docentes de matemáticas y sus prácticas pedagógicas	15
3.2.1 Las concepciones de los maestros acerca de la naturaleza de las matemáticas	15
3.2.2 Relación entre las concepciones de las matemáticas de los profesores y sus práctica educativas	18
3.3 La práctica pedagógica y el uso de las nuevas tecnologías en el aula de matemáticas	21
4. DISEÑO METODOLÓGICO	26
4.1 Población	27

4.2 Trabajo de campo y recolección de la información	28
4.2.1 Primera fase	29
4.2.2 Segunda fase	30
4.2.3 Tercera fase	33
4.2.4 Cuarta fase	34
4.3 Cronograma	34
5. CATEGORIZACIÓN Y ANÁLISIS DE CONTENIDOS	36
6. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	41
6.1 Caso 1: Profesora Irene	41
6.1.1 Planeación y organización de contenidos	41
6.1.2 Gestión del proceso de enseñanza y de aprendizaje	45
6.1.3 Modificaciones en el currículo que enseña	55
6.1.4 Comunidad de práctica en el aula	70
6.1.5 Comunidad de práctica en la institución	76
6.1.6 Comunidad de práctica general	88
6.2 Caso 2: Profesor Francisco	95
6.2.1 Planeación y organización de contenidos	95
6.2.2 Gestión del proceso de enseñanza y de aprendizaje	102
6.2.3 Modificaciones en el currículo que enseña	113
6.2.4 Comunidad de práctica en el aula	128
6.2.5 Comunidad de práctica en la institución	137
6.2.6 Comunidad de práctica general	148
7. CATEGORÍAS EMERGENTES	155
7.1 Obstáculos y limitaciones para implementar las tecnologías en el aula	155
7.2 Valores y actitudes de orden ético	159
7.3 Impacto del proyecto en los profesores de Química	161
8. CONCLUSIONES	164
9. RECOMENDACIONES	169
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171
ANEXOS	176

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. Personas entrevistadas en la IED República de Costa Rica	31
CUADRO 2. Personas entrevistadas en la IE Las Américas	31
CUADRO 3. Clases observadas en las dos instituciones	32
CUADRO 4. Trabajo de campo, segunda fase. IED Costa Rica 33	
CUADRO 5. Trabajo de campo, segunda fase. IE Las Américas 33	
CUADRO 6. Cronograma	35
CUADRO 7. Categorías para la práctica pedagógica	39
CUADRO 8. Diálogo entre Irene y los estudiantes. IED Costa Rica	48
CUADRO 9. Estrategias para construir ángulos congruentes	63
CUADRO 10. Estrategias de evaluación para ángulos congruentes	69
CUADRO 11. Plan de Trabajo con apoyo de la tecnología para el año 2004. IE Las Américas.	99
CUADRO 12. Plan de Trabajo con apoyo de la tecnología, del 22 de junio al 2 de julio de 2004. IE Las Américas.	100

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Evolución de las concepciones de los docentes acerca de la naturaleza de las matemáticas escolares y la profesión de educador matemático	177
ANEXO B: Cuestionario guía para realizar las entrevistas en cada una de las tres instituciones educativas. Segunda Fase	181
ANEXO C: Lista de documentos y materiales elaborados por los profesores para desarrollar sus clases	184
ANEXO D: Cuestionario guía de la entrevista a los docentes. Fase de retención	186
ANEXO E: Diagramas de árbol de las categorías para la interpretación	188
ANEXO F: Ejemplos de unidades de enseñanza en la IE Costa Rica	196
ANEXO G: Ejemplo de Talleres en la IE Costa Rica	200
ANEXO H: Protocolo de la clase sobre ángulos congruentes realizada con un grupo de estudiantes de octavo grado. IED Costa Rica	202
ANEXO No I: Ejemplo de Talleres de la IE LasAméricas	207
ANEXO J: Guía para el taller de Simulación Carrera de Fórmula 1	211
ANEXO K: Evaluación diagnóstica para pensamiento variacional	218
ANEXO L. Ejemplo de un taller para realizar un experimento de variación de temperatura	220

RESUMEN ANALÍTICO

TIPO DE DOCUMENTO: Tesis de Grado

ACCESO AL DOCUMENTO: CINDE Bogotá, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

TÍTULO DEL DOCUMENTO: El impacto del cambio de concepciones de los docentes impulsado por la incorporación de tecnologías computacionales en el aula, en la práctica pedagógica y en las matemáticas que enseñan.

AUTOR: Castiblanco Paiba, Ana Celia

PUBLICACIÓN: Bogotá D.C., Noviembre de 2006

PALABRAS CLAVES: Tecnologías computacionales, calculadoras, práctica pedagógica, currículo, comunidad de práctica, aprendizaje de las matemáticas

DESCRIPCIÓN

A partir de los avances dados en el proyecto “Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas” adelantado por el Ministerio de Educación, sobre el cambio de las concepciones de los docentes impulsado por el uso de tecnologías computacionales, se busca analizar las transformaciones de las prácticas pedagógicas del docente de matemáticas y dar cuenta de las modificaciones del currículo que enseña mediado por estas tecnologías.

Para lograr este propósito se generó un espacio de acercamiento y análisis de la situación específica a dos docentes, uno en cada una de dos instituciones educativas que iniciaron este proyecto desde el año 2000, quienes aceptaron compartir y mostrar su experiencia.

El trabajo se realizó desde un enfoque cualitativo para comprender las concepciones en el aula de matemáticas cuando se incorpora la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje y a través del seguimiento analizar los cambios que se van generando en la práctica pedagógica de los docentes y en el currículo que enseña como consecuencia de ese cambio de concepciones inducido por el uso de la tecnología.

Se hizo una triangulación a través de otros miembros de cada institución, que indirectamente influyen en el desarrollo del proyecto. Estos son directivas, otros docentes, alumnos y practicantes.

FUENTES

Se consultaron diferentes referencias bibliográficas, entre las que están los documentos publicados por el MEN, en el marco del proyecto mencionado y artículos y libros resultados de la investigación nacional e internacional al respecto. Las áreas temáticas fueron la práctica pedagógica del docente, las concepciones sobre las matemáticas y su relación con el cambio en la práctica y la interacción de los docentes con las nuevas tecnologías.

CONTENIDOS

La pregunta que orienta esta investigación es: ¿Qué relaciones e implicaciones existen entre la nueva manera como se concibe la matemática escolar y la profesión de educador matemático con lo que se enseña y la manera como se enseñan las matemáticas en el aula con mediación de las herramientas tecnológicas computacionales?

El análisis de la información y los resultados se presentan en las siguientes categorías y subcategorías:

- A. Práctica pedagógica centrada en el aula.
 - A.1. Planeación y organización de los contenidos
 - A.2. Gestión del proceso de enseñanza y de aprendizaje
- B. Práctica pedagógica como comunidad de práctica.
 - B.1. En el aula
 - B.2. En la institución educativa
 - B.3. En la comunidad educativa general

METODOLOGÍA

La investigación es de tipo cualitativo interpretativo con una metodología de estudio de caso, específicamente dos casos, que se adelanta en dos instituciones educativas de básica secundaria en las que se enseña matemáticas con tecnología.

La recolección de la información se hizo a través de los siguientes instrumentos y técnicas que se complementaron para hacer el análisis y la interpretación:

- Entrevistas al docente responsable del proyecto y a otros miembros de cada institución.
- Observación del trabajo de aula en una o varias clases con los alumnos y notas de campo y
- Análisis de documentos y materiales elaborados por ellos como apoyo para su trabajo de aula.

El enfoque metodológico definió cuatro fases para el desarrollo de la tesis:

La primera, constituida por el trabajo adelantado en la etapa piloto del proyecto del Ministerio; la segunda por el trabajo de campo en las dos instituciones; la tercera, para mirar más largo plazo, lo que siguió ocurriendo en las instituciones y la cuarta, de análisis y elaboración del Informe final.

CONCLUSIONES

La incorporación de nuevas tecnologías en la clase de matemáticas produce un cambio en las prácticas del aula porque modifica los enfoques de enseñanza, brindan posibilidades de contextualización y manejo de lenguajes formales, permiten construir ambientes de aprendizaje significativo y replantean la actividad matemática del alumno.

Las comunidades de práctica, como una ampliación de la práctica pedagógica del docente, son una estrategia fundamental para incorporar la tecnología en el aula de matemáticas y para la dinamizar la formación de los docentes.

Bogotá D.C., Octubre de 2006

INTRODUCCIÓN

EL Ministerio de Educación Nacional (MEN) viene adelantando desde febrero del año 2000 el desarrollo del proyecto INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS AL CURRÍCULO DE MATEMÁTICAS DE LA EDUCACIÓN MEDIA DE COLOMBIA, con los propósitos de mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas y la capacidad de aprendizaje, mediante los recursos que la tecnología pone al alcance de las instituciones educativas y de diseñar una estrategia para incorporar gradualmente el uso de la tecnología en el sistema educativo colombiano. Se intenta mostrar cómo se emplean herramientas tecnológicas (calculadoras gráficas y algebraicas y computadores) con los estudiantes y cómo esto constituye una estrategia para la transformación de las prácticas de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas y de las estructuras curriculares.

Un aspecto central de este proyecto, clave para su éxito y por lo tanto para el mejoramiento de la calidad de la educación, es la formación de los profesores participantes. A través de esta se pretendía que los docentes profundizaran en sus conocimientos de matemáticas y didáctica de las matemáticas y cuestionaran su quehacer con miras a una evolución de su visión sobre lo que son las

matemáticas, sobre la actividad matemática en la escuela, sobre para qué se enseña matemáticas, etc. También que a través de esta formación reconozca el papel decisivo que tienen las nuevas tecnologías en la transformación de las estructuras curriculares, las potencialidades para transformar las prácticas escolares y la función catalizadora de dichas transformaciones.

Otro aspecto importante es la evaluación, la cual ha estado presente como mecanismo de autorregulación del proceso seguido en el proyecto con un enfoque sistémico. De esta manera, la evaluación se constituye en un proceso que muestra no solamente la complejidad de la organización y la flexibilidad para atender las situaciones particulares a nivel regional, sino que pretende dar cuenta de los logros del proyecto en los niveles global y local, y dar pautas para el mejoramiento de su marcha, proporcionando estrategias de desarrollo constante que auto-organicen y regulen su dinámica.

La evaluación contempla dos niveles:

- **Nivel global** que documenta el impacto del proyecto en el Sistema Educativo mostrando la dinámica del mismo y las tensiones que ha generado en la comunidad, tensiones que permiten avanzar hacia la transformación de la enseñanza de las matemáticas con el apoyo de las herramientas computacionales
- **Nivel Local** que documenta el impacto del proyecto en el diseño y desarrollo curricular para la clase de matemáticas, cuya meta final es la implementación de un modelo didáctico aplicable en el aula y la transformación de las prácticas pedagógicas.

Esta evaluación muestra algunos logros y dificultades que se presentan al intentar incidir en la modificación de diseños curriculares fuertemente arraigados en la comunidad educativa.

Durante la fase piloto del proyecto se observó que el proceso de implementación de las ideas en la práctica avanzó en forma más lenta que los procesos de reflexión teórica. El cambio efectivo es un proceso muy lento que implica un cambio en las prácticas arraigadas durante mucho tiempo una vez se ha asimilado las ideas que se han trabajado teóricamente. Sin embargo se vislumbraron algunos cambios en las prácticas pedagógicas de los docentes involucrados.

Dentro de los intereses de la comunidad de educadores matemáticos que ha liderado este proyecto en el país se ha planteado la necesidad de profundizar en el estudio del cambio de las prácticas pedagógicas del docente y del currículo que desarrollan como consecuencia del cambio de concepciones que se demostraron al interactuar con las nuevas tecnologías, que es el objeto de esta investigación.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 JUSTIFICACIÓN

La educación es el punto donde confluyen poderosas fuerzas políticas, tecnológicas y educativas en constante cambio, que tendrán un efecto significativo sobre la estructura de los sistemas educativos de todo el mundo en este siglo. Muchos países, entre ellos Colombia, están involucrados en iniciativas que intentan transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje, preparando a los alumnos para formar parte de la sociedad de la información y la tecnología.

El Informe Mundial sobre la Educación (1998) de la UNESCO expresa que las nuevas tecnologías constituyen un desafío a los conceptos tradicionales de enseñanza, de aprendizaje y de currículo, pues redefinen el modo en que profesores y alumnos acceden al conocimiento, y por ello tienen la capacidad de transformar radicalmente estos procesos.

Las TICs ofrecen un variado espectro de herramientas que pueden ayudar a transformar las prácticas pedagógicas de los docentes centradas en el profesor, aisladas del entorno y limitadas al texto de clase – en entornos de conocimiento ricos, interactivos y centrados en el alumno, lo cual será posible en la medida en que se logre un cambio real en las concepciones de los docentes acerca de la naturaleza de las matemáticas y su didáctica.

Diversos estudios de investigación han mostrado que la práctica del profesor depende de sus concepciones y a su vez la reflexión sobre todos los elementos de un sistema de creencias le dan al profesor la capacidad de cambiar sus concepciones y como consecuencia sus prácticas. El manejo de las situaciones causantes de problemas en el salón de clase seguidas por una reflexión y la puesta en práctica de nuevas ideas se ha considerado como un medio exitoso para modificar la práctica docente (Cobb, Wood, Yackel, 1988).

En esencia, el crecimiento y el cambio son posibles sólo dentro del contexto del salón de clases y sólo cuando el conocimiento, las creencias y las metas son coherentes entre sí.

Por otro lado, la investigación también ha mostrado que la presencia de la tecnología en el aula ayuda al docente a propiciar estos cambios, a vivenciar al igual que en los alumnos una nueva visión de las matemáticas escolares, de la práctica de los docentes y del currículo de matemáticas en la escuela. El uso efectivo de estas herramientas puede contribuir de esta manera a un mayor

desarrollo cognitivo tanto de estudiantes como de los docentes y a un mejoramiento de la calidad de la educación matemática colombiana.

Es evidente que estas circunstancias nos han enfrentado a retos, propuestos desde el marco teórico del proyecto del Ministerio de Educación, desde las tendencias nacionales e internacionales relacionadas profundamente con el cambio en las concepciones sobre los contenidos, la metodología el papel del docente, etc., que por tradición han sido la base de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Por estas razones se considera importante dar un aporte al desarrollo de este proyecto profundizando y clarificando cómo el proyecto realmente permite vislumbrar un cambio en las prácticas pedagógicas y en el currículo que enseñan los docentes como consecuencia de la evolución en las concepciones sobre las matemáticas escolares a través de la mediación de una herramienta computacional.

Un supuesto de base para el presente proyecto de tesis es que, a partir del cambio de mentalidad de docentes, directivos y estudiantes, de la introducción de nuevas tecnologías al salón de clases y, en general, de la implantación de una cultura informática que aporte al mejoramiento de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, se puede llevar a cabo una transformación de la educación matemática del país.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como consecuencia de la mediación de las tecnologías computacionales ocurrió una transformación de las concepciones de los maestros participantes sobre la matemática escolar y en su rol de maestro. Esta transformación fue documentada durante los dos años del desarrollo de la fase piloto del proyecto, cuyos resultados aparecen sistematizados y publicados¹ por el Ministerio de Educación Nacional en el marco de este proyecto.

El estudio se hizo a través de encuestas e informes periódicos (cada 6 meses) de los coordinadores departamentales y maestros participantes, de conversaciones informales de los docentes con los profesionales del MEN en las visitas realizadas a las regiones, de opiniones consignadas en las conclusiones de los seminarios de asesoría y seguimiento y de entrevistas abiertas realizadas a algunos de ellos.

Dentro de las encuestas se destacan preguntas como las siguientes:

¹ Véase: MEN (2004) *Tecnología Informática: Innovación en el Currículo de Matemáticas de la Educación Secundaria y Media*, Bogotá, Enlace Editores LTDA

- ¿Cómo se han modificado sus ideas sobre las matemáticas y sobre las relaciones entre las matemáticas y las nuevas tecnologías?
- ¿Cree usted que las nuevas tecnologías contribuirán a cambiar las concepciones que tienen los maestros sobre las matemáticas? ¿Por qué?
- ¿Cuál ha sido su acercamiento personal a la calculadora para aprender o para enseñar matemáticas?

Con sustento en la sistematización de las respuestas recogidas en los diferentes instrumentos podemos afirmar que la incorporación de las calculadoras en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas ha conducido a una transformación y enriquecimiento gradual de las concepciones de los docentes acerca de la matemática escolar y de su profesión.

Dicho proceso de sistematización permitió detectar los siguientes cuatro momentos relevantes:

- a) Inicialmente la matemática se concibe como una disciplina estática, terminada aunque ya se reconocen algunos cambios estructurales en la profesión de educador matemático
- b) Hacia una matemática dinámica y una mirada planificadora, participativa, constructiva y problematizadora de la profesión de educador matemático potenciada por la tecnología
- c) Hacia la consolidación del carácter vivo y constructivo de la matemática escolar y una perspectiva reflexiva, crítica y activa de la profesión de educador matemático con proyección social, donde las tecnologías constituyen poderosos factores de integración interdisciplinar
- d) La matemática como una construcción socio-cultural que permite la comprensión dinámica del mundo y la profesión de educador matemático como una opción de búsqueda sistemática, orientación y liderazgo con perspectiva sociocultural con mediación tecnológica

De esta manera, las experiencias vividas en el proyecto generaron un cambio en las concepciones de docentes hacia una nueva mirada del conocimiento matemático y de su rol como maestro. Una ampliación de estos cuatro momentos se encuentra en el Anexo A.

Al mismo tiempo que evolucionaron las concepciones sobre las matemáticas escolares y sobre la profesión de educador matemático, se fue observando una

transformación de lo que se enseña y la manera como se enseña en la clase de matemáticas con mediación tecnológica, pues al mismo tiempo que se recogió información para documentar el cambio de concepciones, también se recopiló material e información que muestran que hay cambios en las prácticas de los docentes en el aula, como videos de clase, guías de trabajo de aula, propuesta de actividades para los alumnos, diarios de campo, observaciones por parte del investigador del trabajo de aula, informes de entrevistas a docentes sobre lo que hacen en el aula, etc. Se dispone así de un material recopilado muy valioso que podría darnos más información sobre las concepciones de los docentes, sobre sus prácticas pedagógicas, sobre el currículo de matemáticas que enseña, que no se ha utilizado para analizar sus concepciones y su desempeño en el aula.

Es pues necesario profundizar en el significado y el sentido que tiene la transformación de las concepciones sobre la matemática escolar y sobre la profesión de educador matemático en lo que se enseña y la manera como se enseña. En tal sentido surge un interrogante central: **¿Qué relaciones e implicaciones existen entre la nueva manera como se concibe la matemática escolar y la profesión de educador matemático con lo que se enseña y la manera como se enseñan las matemáticas en el aula con mediación de las herramientas tecnológicas computacionales?**

Avanzar en la búsqueda de respuestas a este interrogante constituye el objeto central del presente proyecto de tesis.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar las relaciones entre el cambio de concepciones de docente impulsadas por la incorporación de tecnologías computacionales y la transformación de las matemáticas que enseña y sus prácticas pedagógicas concretas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dar cuenta de las prácticas pedagógicas nuevas del docente que surgen como consecuencia del cambio en las concepciones.
- Dar cuenta de las modificaciones que se dan en las matemáticas que enseñan los docentes cuando ha cambiado sus concepciones.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El marco teórico se basa en tres aspectos fundamentales para comprender el impacto del cambio de concepciones en las prácticas del docente cuando se incorporan las nuevas tecnologías. Estos son: a) la práctica pedagógica del docente, b) las concepciones sobre las matemáticas y su relación con el cambio en la práctica y c) la interacción de los docentes con las nuevas tecnologías.

3.1 LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA DE LOS DOCENTES

La práctica pedagógica ha sido definida de diferentes formas a lo largo de la historia de la educación. Veamos algunas de estas definiciones:

(Wilson,. 1996) la explica como “el conjunto de actividades que permiten planificar, desarrollar y evaluar procesos intencionados de enseñanza mediante los cuales se favorece el aprendizaje de contenidos (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) por parte de personas que tienen necesidades de formación que esta práctica pedagógica pretende satisfacer. La práctica pedagógica, vinculada siempre y necesariamente a una teoría pedagógica, comprende todas aquellas situaciones en las que se implican personas que desean aprender. Estas situaciones no son accidentales o casuales, están planificadas y representan lo que se denominan “ambientes de aprendizaje”

(Andrade, Contreras y Díaz, 1998) citados por Victor Días Quero² la asumen como “la actividad cotidiana realizada por los docentes, orientada por un currículo, en un contexto escolar y social, dirigida a la construcción de saberes y formación de los estudiantes como vía para el desarrollo personal y la convivencia social”. Esta definición contiene aspectos de orden cognitivo, afectivo y procesual. Lo cognitivo se refiere a las formas e instancias desde las cuales se origina la práctica pedagógica, en este caso la orientación del currículo, y está asociada a los contextos tanto escolares como sociales. Lo afectivo se refiere al proceso formativo, el cual debe sustentarse en valores, en el cual se integran los significados de las relaciones del docente con su comunidad pedagógica, constituida por otros docentes, directivos, estudiantes, padres y demás personas vinculadas al proceso educativo. En lo procesual se considera la actividad cotidiana de los docentes donde se producen procesos de construcción y reconstrucción de la práctica pedagógica.

² Ver La práctica pedagógica desde una perspectiva etnográfica en: http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/practica_pedagogica_perspectiva_etnografica.pdf

Por eso es necesario auscultar también cómo es la actuación docente fuera del aula, sus intereses profesionales e intelectuales; relaciones con sus pares; preferencias de lecturas, motivaciones investigativas; escenarios de actuación, producciones intelectuales y otros aspectos que estén relacionados con la forma como el adquiere sus saberes y desarrolla su práctica pedagógica de manera conciente o inconsciente.

Para Llinares (2000) “la práctica profesional del profesor se ve como el conjunto de actividades que genera cuando realiza las tareas que definen la enseñanza de las matemáticas y la justificación dada por el profesor. En este sentido la práctica pedagógica del profesor no está inscrita únicamente en lo que sucede en el aula, sino que se conceptualiza desde una perspectiva más amplia, como comunidad de práctica profesional en la que se incluyen tareas como tutorías, reuniones de seminario-departamento, asistencia a actividades de formación, etc.”

Llinares y (Andrade, Contreras y Díaz, 1998) consideran entonces la práctica pedagógica del docente desde dos perspectivas, una centrada en el aula y la otra desde la comunidad de práctica. A continuación se hace una breve caracterización de cada una.

3.1.1 La práctica pedagógica del docente centrada en la enseñanza en el aula

La práctica pedagógica del docente ha sido mirada por diversos investigadores desde las labores que están directamente vinculadas a la clase de matemáticas, cuando enseña matemáticas para que los estudiantes construyan conceptos matemáticos a través de las diversas tareas propuestas por el profesor.

Con base en el trabajo de Jackson (1975), Llinares identifica tres momentos en el tiempo de la clase o fases que conforman un ciclo para caracterizar cómo se desarrollan las actividades del profesor, a saber: fase preactiva (antes de la clase), fase interactiva (durante la clase) y fase postactiva (después de la clase).

a) Fase Preactiva (antes de la clase)

Es la fase de **planificación y organización de las matemáticas** que se van a estudiar, es decir es el momento en el que se toman decisiones acerca de qué enseñar y cómo enseñarlo. Las actividades del profesor se centran en diseñar, elegir o modificar los problemas que se propondrán a los alumnos, determinar la organización del contenido y problemas durante el curso y en las lecciones o unidades particulares, determinar los problemas y cuestiones de evaluación, etc. Se puede decir que en esta fase se manifiestan las relaciones del profesor con el currículo establecido.

Las tareas del profesor en esta fase están condicionadas por su reconstrucción subjetiva de las nociones matemáticas (currículum) como objetos de enseñanza-aprendizaje y de la definición de los objetivos de enseñanza (referencias personales e institucionales). Estos procesos de reconstrucción del contenido matemático realizados por el profesor vienen determinados por sus experiencias previas y por el contexto curricular en el que se encuentran (Llinares, 2000).

La relación entre el profesor y el contenido matemático del currículo, entendida en el contexto de la enseñanza secundaria, permite caracterizar los dominios experienciales del profesor a través del proceso mediante el cual el profesor dota de significado a los 'objetos' de la situación en la que deben actuar. Desde esta perspectiva analítica es posible explicitar una relación dialéctica entre el profesor y la situación que permite al profesor dotar de significado a dicha situación en relación al nivel educativo en el que desarrolla su trabajo (Llinares, 1997).

Se puede decir que esta fase se sistematiza a través de lo que hoy se conoce como el “diseño de situaciones didácticas”

b) **Fase Interactiva (durante la clase)**

De acuerdo con (Llinares,2000), esta es la fase de **gestión del proceso de enseñanza aprendizaje** o momento en que se da la relación entre el problema propuesto y los estudiantes en el contexto aula. Se distinguen dos tipos de tareas del profesor: unas son específicas del contenido matemático y otras de carácter general relacionadas con la organización de los estudiantes, el manejo del orden y la disciplina, las tareas propuestas, entre otros.

En relación a las primeras, las tareas del profesor tienen que ver con la gestión de la interacción entre los estudiantes y el conocimiento matemático que subyace al problema matemático propuesto y con el discurso pedagógico y la comunicación que propicia. Entre las actividades de esta fase se encuentran la gestión de los distintos momentos o secciones que conforman la clase para cada lección, tema o unidad de enseñanza y de aprendizaje, la presentación de la información, la gestión del trabajo y de la discusión en grupo, interpretar y responder a las ideas de los estudiantes, la construcción y uso de representaciones, la introducción de material didáctico o de entornos informáticos, la gestión de la construcción del nuevo conocimiento matemático desde la interacción profesor-alumno-tarea, etc.

Las interacciones entre el docente y los estudiantes y las que se tejen entre éstos alrededor de una situación problémica, generan un proceso de negociación activa de significados de las nociones matemáticas, en el cual todos aprenden. El docente modifica y enriquece los elementos presentes en la planeación hecha en la fase preactiva con base en las estrategias, en aprendizajes no previstos, en dificultades y errores de los estudiantes. Podría decirse que para él la experiencia de enseñar es al mismo tiempo la oportunidad de aprender con sus alumnos. Los

estudiantes en interacción con el docentes y en diálogo colaborativo entre ellos mismos, establecen conexiones entre lo que previamente saben y lo nuevo. La pregunta correcta y oportuna es de vital importancia, dado que las respuestas son reveladoras del nivel de comprensión y desarrollo de los procesos y de las nociones matemáticas involucradas en ellas. En la discusión los estudiantes aprenden a comunicar sus puntos de vista y a escuchar las argumentaciones de los otros, validan formas de representación y construyen socialmente el conocimiento.

Cuando se privilegia la construcción activa del conocimiento y la negociación de significados, y además el docente tiene una actitud investigativa, las interacciones en la clase se convierten en una fuente de referentes para la evaluación cualitativa y para introducir en la planeación los cambios que reduzcan las dificultades y mejoren el aprendizaje significativo en los estudiantes.

c) **Fase postactiva (después de la clase)**

Es según Llinares (1991), **de reflexión y nueva comprensión** y tiene como propósito aprender de la propia experiencia. Desde esta visión el docente construye nuevo conocimiento con base en la reflexión acerca de sus concepciones y conocimientos antes de actuar y la práctica realmente desarrollada. Este ejercicio de monitoreo aproxima al docente a una nueva comprensión de los contenidos básicos desde la perspectiva de la enseñanza y el aprendizaje, y conlleva a la revisión y los acercamientos entre los resultados y lo esperado.

Llinares considera que estas fases forman como un “bucle” que propicia la reflexión sobre la acción del profesor, lo cual le ayuda a determinar sus juicios y toma de decisiones en la fase preactiva. Por esto la práctica pedagógica del docente en el aula la centra en las dos primeras fases.

En el mismo sentido, en NCTM (1991) se destacan la elección o diseño de tareas que el profesor propone a sus estudiantes, la orquestación del discurso de la clase y la creación de ambientes de aprendizaje, como áreas centrales del trabajo del profesor que dan forma a lo que pasa en la clase de matemáticas.

3.1.2. Otra perspectiva: La práctica pedagógica como comunidad de práctica profesional y comunidad de prácticas matemáticas

Según Llinares, ver la enseñanza de las matemáticas como una práctica social implica asumir que su desarrollo es respuesta a la realización de unas determinadas tareas dirigidas por un objetivo identificado socialmente (objetivo curricular en el sistema educativo), cuya realización implica una actividad. Las actividades del profesor en el aula vienen determinadas en parte por intentar dar

cuenta de unos objetivos educativos que pretenden el aprendizaje del contenido matemático de los estudiantes.

En consecuencia la enseñanza de las matemáticas no se puede percibir aislada del currículo y de la institución en la que se desarrolla ya que se sitúa en contextos escolares y sociales que le dan sentido a las matemáticas que se aprenden, por lo cual se enfatiza la relación entre el conocimiento y las situaciones en las que este conocimiento se usa y se adquiere.

Además de Llinares (2000), otros autores como Lave y Wegner (1991) defienden la idea de que el contexto social y físico donde tienen lugar una actividad, forma parte de la actividad y del aprendizaje producido. En particular Lave y Wegner (1991) adoptan una perspectiva antropológica para conceptualizar la actividad y el aprendizaje utilizando la idea de "comunidad de práctica". Estos investigadores conciben el aprendizaje como un proceso de participación social y plantean que el aprendizaje basado en la participación es muy beneficioso para las organizaciones y que involucra un proceso de compromiso en una comunidad de práctica. No se trata de comprometerse en ciertas actividades, tales como trabajar en equipo sino participar activamente en las prácticas de comunidades sociales y construir identidad en relación con esas comunidades. Así definen una comunidad de práctica:

"Una comunidad de práctica es un conjunto de relaciones entre las personas, la actividad y el mundo a lo largo del tiempo y de relaciones con otras comunidades de práctica tangenciales y que se solapan. Una comunidad de práctica es una condición intrínseca para la existencia de conocimiento, ya que proporciona el apoyo interpretativo necesario para dotar de sentido a su patrimonio"

Desde esta perspectiva, la investigación de Llinares y su grupo de trabajo en la Universidad de Sevilla plantea que los profesores de matemáticas en la enseñanza secundaria con la tarea de enseñar matemáticas a grupos de estudiantes pueden ser vistos formando una comunidad de práctica, es decir que las prácticas matemáticas generadas en el aula definirán una comunidad de práctica. Además, dichas prácticas se construyen de manera interactiva entre profesores, alumnos y los significados adscritos a la propia tarea (ejemplo. el problema matemático que se debe resolver y los objetivos definidos por los propios alumnos ante la tarea de resolver el problema propuesto por el profesor).

También plantean que la comunidad de práctica del profesor de matemáticas está relacionada con la comunidad de los matemáticos profesionales o de los profesores de otras disciplinas. Por lo cual existen diferentes lugares donde estudiar la práctica del profesor (entendida como un sistema de actividad) desde el aula, el seminario de matemáticas de un centro escolar o un programa o cursos

de formación permanente. En cada uno de estos lugares existen manifestaciones distintas de la idea del profesor como perteneciente a una comunidad de práctica profesional.

A continuación se profundiza un poco más en el concepto de comunidad de práctica.

Las comunidades de práctica

A Etienne Wenger y a Jean Lave se les considera pioneros de la investigación sobre las “comunidades de práctica” (CP), la cual surgió a finales de la década de los 80 a través de sus investigaciones sobre el aprendizaje en distintos tipos de comunidades.

Wenger en su libro *Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad*, sintetiza las características esenciales de una comunidad de práctica y las diferencias con el resto de los grupos en Internet autodefinidos como comunidades. Afirma que no todo lo que se llama comunidad es una comunidad de práctica. Son fundamentales tres características:

- a) **El compromiso mutuo** de sus integrantes. La práctica no existe en abstracto. Existe porque hay personas que participan en acciones cuyo significado negocian mutuamente. La práctica reside en una comunidad de personas y en las relaciones de participación mutua por medio de las cuales pueden hacer lo que hacen. En consecuencia la afiliación a una comunidad de práctica es una cuestión de compromiso mutuo. Eso es lo que define la comunidad. Una comunidad no es un simple conjunto de personas definidos por alguna característica, no es sinónimo de grupo, equipo o red.
- b) **Negociación de una empresa conjunta.** Wenger señala tres observaciones sobre la empresa que mantiene unida a una comunidad de práctica:
 - es el resultado de un proceso colectivo de negociación, que refleja toda la complejidad del compromiso mutuo;
 - La definen los participantes en el proceso mismo de emprenderla. Es su respuesta negociada a su situación y, en consecuencia, les pertenece en un sentido muy profundo a pesar de todas las fuerzas e influencias que escapan a su control, y
 - No es una simple meta establecida, sino que crea entre los participantes unas relaciones de responsabilidad mutua que se convierten en una parte integral de la práctica.
- c) **Repertorio compartido:** Una comunidad de práctica no es solamente una comunidad de interés [...] Los miembros de una comunidad de práctica

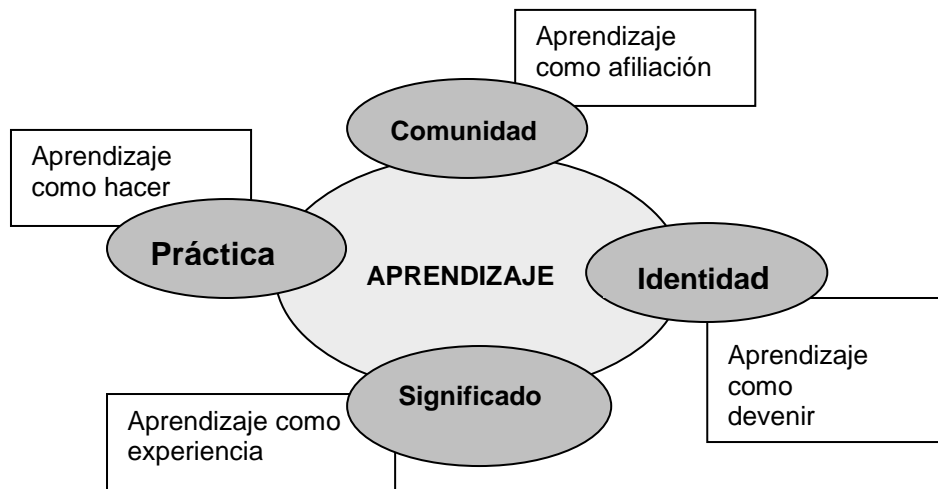
desarrollan un repertorio compartido de recursos: experiencias, historias, herramientas, formas de manejar problemas recurrentes –en una práctica breve y compartida.

Wenger (1998) plantea que la teoría social del aprendizaje propuesta por él no sustituye a otras teorías que abordan distintos aspectos del problema y que el principal centro de interés de esta teoría reside en el aprendizaje como participación social. Así afirma: *“la participación no sólo se refiere a los eventos locales de compromiso con ciertas actividades y con determinadas personas, sino también a un proceso de mayor alcance consistente en participar de una manera activa en las **prácticas** de las comunidades sociales y en construir **identidades** en relación con estas comunidades (...). Esta participación no sólo da forma a lo que hacemos sino que también conforma quiénes somos y cómo interpretamos lo que hacemos”*.

Wenger propone cuatro componentes de una teoría social que se deben integrar para caracterizar la participación social como un proceso de aprender y de conocer. Estos componentes son:

- a) **Significado:** una manera de hablar de nuestra capacidad, en el plano individual y colectivo, de experimentar nuestra vida y el mundo como algo significativo.
- b) **Práctica:** una manera de hablar de los recursos históricos y sociales, los marcos de referencia y las perspectivas compartidas que pueden sustentar el compromiso mutuo en la acción.
- c) **Comunidad:** una manera de hablar de las configuraciones sociales donde la persecución de nuestras empresas se define como valiosa y nuestra participación es reconocible como competencia.
- d) **Identidad:** una manera de hablar del cambio que produce el aprendizaje en quiénes somos y cómo crea historias personales de devenir en el contexto de nuestras comunidades.

Estos componentes se muestran en la siguiente figura propuesta por Wenger.



La perspectiva del aprendizaje como práctica social de Lave y Wenger se está utilizando cada vez más para describir y explicar el aprendizaje de estudiantes y profesores en el campo de la educación matemática.

3.2 LAS CONCEPCIONES DE LOS DOCENTES DE MATEMÁTICAS Y SUS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS

El tipo de creencias del maestro sobre las matemáticas y sobre su enseñanza y aprendizaje, así como la influencia de dichas creencias en la práctica de los maestros en el aula, son temas de estudio muy importantes en la investigación nacional e internacional.

A continuación se presenta algunas reflexiones sobre las concepciones de los maestros acerca de la naturaleza de las matemáticas y su influencia sobre sus prácticas de enseñanza basadas en lo que la investigación ha avanzado en los últimos años.

3.2.1 Las Concepciones de los maestros acerca de la naturaleza de las matemáticas

Los profesores de matemáticas individualmente poseen creencias particulares de diferentes grados de convicción que desarrollan dentro de perspectivas

personales de la disciplina. El sistema de creencias es organizado dentro de las concepciones de los maestros de las matemáticas, las cuales se consideran como las creencias concientes e inconcientes, conceptos, sentidos, reglas, imágenes mentales y preferencias de dicho maestro respecto de la disciplina de las matemáticas (Thompson, 1992).

Para muchas personas, las matemáticas son una disciplina caracterizada por los resultados exactos y los procedimientos infalibles, cuyos elementos básicos son las operaciones aritméticas, los procedimientos algebraicos y las expresiones y teoremas geométricos. Para ellos, saber matemáticas es equivalente a ser hábil en el desarrollo de los procedimientos y ser capaz de identificar los conceptos básicos de la disciplina. La concepción de la enseñanza que sigue este punto de vista es aquella en la cual se presentan los conceptos y los procedimientos de un modo claro y se dan oportunidades a los estudiantes para practicar la identificación de conceptos y el desarrollo de los procedimientos. Esta concepción de la enseñanza de las matemáticas, sin embargo puede conducir a una enseñanza que hace un énfasis indebido a la manipulación de símbolos cuyos significados rara vez se consideran, según se documenta en la literatura de investigación (Thompson, 1982; 1984)

Una consideración alternativa del significado y naturaleza de las matemáticas emerge de un análisis sociológico del conocimiento matemático basado en la práctica en curso de los matemáticos. Tal consideración se puede encontrar en varios trabajos sobre la filosofía de las matemáticas ya publicados, en los que los matemáticos y los filósofos de las matemáticas describen a las matemáticas como una clase de actividad mental, una construcción social que involucra conjeturas, pruebas y refutaciones, cuyos resultados son sujeto para un cambio revolucionario y cuya validez por tanto, se debe juzgar en relación a un ambiente social y cultural.

¿Qué son realmente las matemáticas?

Hersh (1986) define las matemáticas como ideas, no como marcas hechas con lápiz o tiza ni como objetos físicos como triángulos, ni como conjuntos físicos. La visión de las matemáticas desde el punto de vista de Hersh es que saber matemáticas es hacer matemáticas, lo que caracteriza a la matemática es un quehacer, sus actividades creativas o sus procesos generativos. Estas ideas pueden ser construidas mediante una combinación de las creencias de los profesores acerca de la disciplina.

Ernest (1988) cree que las concepciones de los maestros sobre esta disciplina residen en su sistema de creencias indicando que la clave de las creencias de los profesores sobre las matemáticas es su concepción sobre la naturaleza de las matemáticas y su sistema de creencias relacionando la naturaleza de las matemáticas como un todo.

De acuerdo con este significado de las concepciones de matemáticas de los docentes, el argumenta que aunque el conocimiento es importante, este no es suficiente para dar cuenta de las diferencias entre profesores de matemáticas. Por ejemplo dos profesores pueden tener un conocimiento similar: uno tiene la concepción tradicional de las matemáticas, y enfatiza en “el dominio de símbolos y procedimientos, ignorando los procesos en matemáticas y el hecho de que el conocimiento matemático a menudo emerge de situaciones problema” (Standards NCTM, 1995) y el otro tiene una concepción no tradicional de las matemáticas y la enfatiza como “un campo de la creación e invención humana que continuamente se está expandiendo” (Ernest, 1988). (Thompson, 1993) señala que entre otras visiones sobre las matemáticas, que más ocurren en la enseñanza se distinguen la absolutista o tradicional y la constructivista.

Los profesores con una concepción absolutista de las matemáticas describen las matemáticas como una vasta colección de conceptos fijos e infalibles y de habilidades (Romberg, 1992) y una colección de hechos y reglas útiles pero desconectados (Ernest, 1989): los profesores se adhieren a la creencia que matemáticas es una colección desconectada de hechos y el conocimiento matemático llega a ser verdades ciertas y absolutas. Ernest sintetiza la visión absolutista de los profesores acerca de las matemáticas diciendo: *“Las visiones absolutistas de las matemáticas no se preocupan por describir las matemáticas o el conocimiento matemático....Por consiguiente el conocimiento matemático es eterno... esto es superhumano...es puro y aislado, el cual ocurre para ser útil debido a su validez universal, es un valor libre y una cultura libre, por la misma razón”*. (Ernest, 1996).

Otra concepción de las matemáticas que está muy de moda y es mucho más fructífera es el constructivismo: “es la imagen de las matemáticas, que está creciendo en popularidad entre los educadores matemáticos. Las reformas propuestas en el mundo, entre ellas las del NCTM³ tiene sus raíces en el constructivismo y apoyan la transición de las concepciones de las matemáticas de los profesores desde una visión absolutista tradicional a una visión constructivista no tradicional (Roulet, 1998).

El constructivismo es una visión alternativa a la educación tradicional que el NCTM promueve. En este sentido, Hersh (1986) lista tres propiedades fundamentales de la actividad matemática o del conocimiento matemático las cuales se adhieren a la visión constructivista de las matemáticas y desafían las suposiciones básicas que el conocimiento matemático es infalible. Estas propiedades son:

³ Es el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas de los Estados Unidos (National Council of Teachers of Mathematics)

- Los objetos matemáticos son inventados o creados por los seres humanos.
- Estos son creados, no arbitrariamente, sino que emergen de la actividad con los objetos matemáticos ya existentes y provienen de las necesidades de la ciencia y de la vida diaria.
- Una vez creados los objetos matemáticos tienen propiedades que están bien determinadas, las cuales podríamos tener grandes dificultades para descubrirlas, pero que existen independientemente de nuestro conocimiento de ellas.

La visión constructivista enfatiza la práctica de las matemáticas y la reconstrucción del conocimiento matemático. Los profesores que sostienen la visión constructivista de las matemáticas toman esta área como un lenguaje desarrollado por los seres humanos para describir sus observaciones del mundo. Los profesores ven las matemáticas como en un crecimiento continuo, que cambia y se revisa, como solución a nuevos problemas que son explorados por los aprendices con los profesores como facilitadores del aprendizaje.

3.2.2 Relación entre las concepciones de las matemáticas de los profesores y sus prácticas educativas

La comprensión de una persona sobre las matemáticas son la base para su visión sobre el papel que la enseñanza debería tomar en el salón de clases (Hersh, 1986). La investigación reciente indica que las concepciones de los profesores de matemáticas, sobre su enseñanza y el aprendizaje influyen su acción en el salón de clases y además se han encontrado diferentes grados de coherencia entre las creencias de los maestros acerca de la naturaleza de las matemáticas y su práctica educativa. Thompson (1984) encontró un alto grado de coherencia, y afirmó:

“Aunque la complejidad de la relación entre las concepciones y la práctica supera la simple relación de causa y efecto, gran parte del contraste entre los énfasis instruccionales se puede explicar por diferencias en sus visiones prevalecientes de las matemáticas” menciona tales nuevas áreas como la naturaleza de las creencias de los profesores. En su estudio, Thompson también sostiene que hay una razón muy fuerte para creer que en matemáticas, las concepciones de los maestros sobre esta área y su enseñanza juegan un papel muy importante para influenciar su efectividad como el mediador primario entre el área y sus aprendices

Además, de acuerdo con Ernest (1988), las concepciones de los profesores sobre la naturaleza y el significado de las matemáticas son cruciales para la aproximación hacia la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo Hersh (1979) destaca la raíz de los problemas en la enseñanza cuando afirma que las controversias acerca de la enseñanza no se pueden resolver sin confrontar los

problemas acerca de la verdadera naturaleza de las matemáticas. Así, Thom (1973) mira el hecho de que las percepciones de los docentes sobre la naturaleza de las matemáticas es una característica integral de un salón de clase. “De hecho, si uno lo desea o no, toda la pedagogía de las matemáticas, aunque a veces no es coherente, descansa sobre la filosofía de las matemáticas”.

Paul Ernest (1988) encontró que entre los muchos elementos clave que inciden en la práctica de la enseñanza de las matemáticas, se destacan los siguientes tres:

- Los contenidos o esquemas mentales del maestro, particularmente el sistema de creencias relacionadas con la naturaleza de las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje.
- El contexto social educativo, en particular los límites y oportunidades que brinda.
- El nivel de procesos de pensamiento y reflexión del maestro.

Ernest y otros investigadores señalan que el sólo conocimiento de las matemáticas no da cuenta de las diferencias en la práctica entre los maestros del área y que los métodos para la enseñanza de las matemáticas dependen esencialmente de sus sistemas de creencias, en particular de sus concepciones sobre la naturaleza y el sentido de las matemáticas y de sus modelos mentales de enseñanza y aprendizaje de las mismas.

A pesar de que alguna literatura sugiere que las concepciones de los profesores sobre las matemáticas y su enseñanza y aprendizaje no están relacionados en una forma simple de causa - efecto a sus prácticas educativas y que aunque existen algunas disparidades entre las concepciones de esta materia de los maestros y su práctica real debido a muchas limitaciones (como presión de tiempo y muchos otros factores externos), muchos investigadores indican que hay un considerable acuerdo en que las creencias influyen la acción. La imagen que los profesores tienen sobre su área, en particular afectan la interpretación de los contenidos conceptuales y sus acercamientos a la enseñanza.

Los profesores que tienen una visión absolutista de las matemáticas y su enseñanza y aprendizaje están probablemente más dispuestos a:

- crear ambientes de enseñanza centrados en el maestro
- enseñar las matemáticas como reglas para memorizar
- describir las matemáticas como una disciplina infalible.

Estos profesores tienden a presentar las matemáticas a los alumnos en una forma tal que sugieren que la matemática es una disciplina lineal, de hechos y habilidades relacionadas con los números, los cuales generalmente se caracterizan por la actividad con lápiz y papel. Desde que el principal objetivo de

los maestros es el dominio de las habilidades matemáticas de los estudiantes, la presentación clara paso a paso de cualquier procedimiento matemático y el énfasis sobre respuestas correctas e incorrectas, probablemente esto será lo que hacen en su práctica.

Se espera que los profesores que sostienen la visión constructivista de las matemáticas, adopten la interacción maestro - alumno como modo de enseñanza permitiendo a los estudiantes explorar e investigar y los profesores están en sus salones de clase como facilitadores. La solución de problemas es central para la enseñanza de los profesores de matemáticas constructivistas donde la actividad del alumno proviene de situaciones problema que requieren razonamiento y pensamiento creativo, recoger y aplicar información, descubrir, inventar, comunicar y probar ideas (Thompson, 1992). En consecuencia el salón de clase se torna en un ambiente constructivista.

Estudios de investigación muestran evidencias que las prácticas educativas de maestros, especialmente en matemáticas, reflejan sus concepciones de su materia. Estudios hechos por Pepin (1999) en tres países (Inglaterra, Francia y Alemania) exploran ensayos relacionados con las concepciones de matemáticas, concepciones de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y la forma en la cual las prácticas en el salón de clase de los profesores de matemáticas reflejan las concepciones de matemáticas y su enseñanza y aprendizaje. Los hallazgos de Pepin sugieren que las concepciones de los maestros se manifiestan en sus prácticas y que pueden provenir de las tendencias educativas de las matemáticas y de la deducción matemática como también de construcciones personales.

Los hallazgos también sugieren que el estilo pedagógico de los docentes es una respuesta personal a un conjunto de suposiciones sobre las matemáticas y su enseñanza y aprendizaje, a un conjunto de tradiciones filosóficas y educativas y a un conjunto de limitaciones sociales e institucionales. Particularmente en el caso de los profesores de Francia y Alemania y sus percepciones de las matemáticas, Pepin anota: "los profesores sintieron que la lógica fue el principal elemento de las matemáticas y su práctica en el salón de clase reflejó estas creencias". Por otra parte, Pepin explica que en Inglaterra, aunque los profesores hablaron acerca de la lógica y la prueba como de sus concepciones de matemáticas, su enseñanza no incluye estos aspectos y se interesaron más por cubrir los contenidos del currículo. A pesar de esta disparidad, Pepin concluye su estudio enunciando:

"Los hallazgos de la investigación demuestran que las prácticas en el salón de clases de los profesores de los tres países reflejan sus creencias y concepciones de las matemáticas y su enseñanza y aprendizaje"

Otros investigadores han examinado cómo las creencias de los profesores le dan forma a sus prácticas. Thompson (1984) reporta un estudio en el cual ella investigó las relaciones de los profesores, las concepciones de matemáticas y la enseñanza de las matemáticas con la práctica de la enseñanza. Ella demostró que hubo consistencia entre las concepciones de las matemáticas de los profesores y la manera en que ellos presentan los contenidos en sus clases. Ella también encontró que los profesores poseen concepciones sobre la enseñanza que son más generales que específicas hacia la enseñanza de las matemáticas.

Los resultados de una serie de estudios de caso mostraron que las creencias y el conocimiento de los profesores afectan la forma como ellos perciben e interpretan diferentes mensajes acerca de cambiar la forma como ellos enseñan matemáticas: las concepciones asumidas por los profesores sobre qué son las matemáticas y cómo se aprenden tuvo influencia en sus decisiones sobre qué y cómo enseñar.

Algunos de estos profesores creen que los algoritmos de cálculo que impregnan el currículo escolar tradicional de la educación primaria constituyen el núcleo de las matemáticas. Los profesores tienen puntos de vista diferentes sobre lo que significa comprender esos algoritmos y qué tan importante es esa comprensión, pero es el algoritmo de aritmética el que define sus matemáticas. Cuando los profesores que tienen una visión absolutista de las matemáticas se les enfrenta a un texto y unas orientaciones como las del NCTM para desarrollar la potencia matemática, hacen ajustes importantes a los programas reformados para regular la práctica de enseñanza compatibles con sus creencias.

La literatura sobre investigación citada y los hallazgos de investigación discutidos antes nos dan evidencias para sugerir que las concepciones de los profesores acerca de las matemáticas tienen efectos sobre sus prácticas de enseñanza en diferentes formas.

3.3 LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA Y EL USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL AULA DE MATEMÁTICAS

El estudio de la incorporación de la tecnología en el aula de matemáticas parte del hecho de que en este momento hay avances significativos tanto en el desarrollo tecnológico como en el desarrollo de la matemática, algunos de los cuales, en este último caso, obedecen a la contribución de la tecnología en la investigación y en las aplicaciones matemáticas. Estos cambios deben afectar decisiones tales como qué enseñar y cómo enseñar y proporcionar conocimientos sobre cómo aprenden los estudiantes.

Son numerosos los trabajos que consideran las implicaciones posibles de las tecnologías informáticas, en particular de las calculadoras graficadoras y los computadores, para el currículo. En términos generales, según Moreno, L.

(2002b) el punto de vista adoptado por los distintos autores consiste en estimar el *impacto sobre la práctica escolar* de dichos instrumentos. Es decir, su punto de vista consiste en imaginar (y evaluar) *el desarrollo del trabajo escolar* cuando las calculadoras se introducen en un currículo ya establecido.

Es importante señalar a este respecto, que investigaciones recientes (Balacheff y Kaput, 1996) han mostrado que el mayor impacto de las tecnologías en los sistemas educativos ha sido de orden epistemológico y cognitivo, pues han contribuido a generar una nueva forma de realismo a partir de las opciones de manipulación abiertas por las representaciones computacionales. Puntualizan que la tecnología se convierte en un nuevo ambiente para trabajar representaciones formales de objetos y relaciones matemáticas. A diferencia de otros ambientes de aprendizaje, el recurso tecnológico proporciona de manera inmediata, una retroalimentación de las acciones de un estudiante en el mismo sistema de representación en el que está trabajando permitiéndole su mirada como un fenómeno matemático, y facilitando de esta manera, una amplia y directa experiencia matemática.

Por otro lado, Tirosh D. y Graeber, A. (2003) en su estudio sobre retos y cambios en las prácticas de enseñanza de las Matemáticas señalan que estas tecnologías avanzadas son un resultado de la cultura y a la vez ejercen una influencia sobre la misma. Argumentan que en la medida en que estas tecnologías se incorporan en la clase de matemáticas pueden servir como un estímulo para cambiar la práctica docente:

“Las calculadoras y computadores son probablemente las tecnologías más comunes actualmente y de amplio uso en la clase de matemáticas. Además de cambiar lo que se enseña (aunque con mucho debate) la introducción de las nuevas tecnologías también puede cambiar el cómo se enseñan un tópico específico del currículo de matemáticas”.

Según este estudio muchos investigadores muestran evidencias sobre cómo se pueden cambiar las prácticas del salón de clases con la introducción de calculadoras y computadores y se señalan los siguientes dos ejemplos:

- En Usa, Bert Waits y Frank Demana (2000) afirman: *“nosotros hemos aprendido que las calculadoras propician cambios en la forma como enseñamos y en la forma como los estudiantes aprenden”*. Ellos ilustran cómo el acceso a las calculadoras gráficas ha hecho más fácil a los profesores demostrar el significado de a y b en la ecuación $y = ax + b$; introducir en álgebra funciones no lineales en forma temprana; conectar funciones, gráficas y tablas; explorar la influencia de cambiar una parte de los datos sobre una medida de tendencia central; examinar proposiciones sobre relaciones geométricas, etc.

- Yerushalmy, Chazan y Gordon (1993) anotan que la introducción de un software de Geometría como Geometric Supposer impulsó a los profesores de Secundaria y Media a plantear problemas que conduzcan a una mayor indagación por parte de los estudiantes. Los profesores que usaron este software observaron que el orden de una clase no se podía controlar en la medida en que las investigaciones de los estudiantes los llevaron a trabajar en diferentes direcciones. El ambiente de Supposer también ayudó a los profesores a motivar a los estudiantes para trabajar juntos y a comunicar sus ideas entre ellos.

Estas autoras destacan cómo experiencias de diferentes países en el mundo han mostrado ejemplos del impacto de calculadores y computadores en las prácticas del salón de clase. Entre estas experiencias son conocidos los trabajos adelantados: en Francia por el grupo de investigación de Jean Marie y Collete Laborde en la Universidad de Grenoble; en Inglaterra por Richard Noss y Celia Hoyles; en Israel por Hershkowitz y Schwarz; en Italia por Bottino & Furinghetti.

En este sentido la revisión de diversos estudios de Collete y Jean Marie Laborde nos muestran el potencial didáctico del software Cabri Geometry para atender un problema medular del aprendizaje y de la enseñanza de las matemáticas, como es el problema de la validación de los enunciados matemáticos, la cual se logra a través de la visualización y las representaciones externas que este medio permite.

La manipulación directa de los objetos geométricos hace posible la experimentación en dominios que anteriormente eran inaccesibles para el estudiante. Además, su conocimiento queda marcado por relación dialéctica entre percepción y conceptualización durante la interacción con la interfase del sistema. Esto permite la ampliación de la experiencia posible del estudiante. Dado el control formal del entorno, las experiencias desarrolladas dentro del micromundo pueden considerarse como genuinas experiencias geométricas.

Waits, y Demana (1998) plantean⁴ que antes del advenimiento del uso de la tecnología portátil (calculadoras gráficas) las estimaciones muestran que alrededor del 85% del currículo tradicional de matemáticas consiste en la realización de cálculos con papel y lápiz. Estos cálculos incluyen procesos analíticos y algebraicos que requieren la aplicación, casi exclusiva, de habilidades cognitivas que no involucran procesos superiores de abstracción, generalización, diseño de estrategias de resolución de problemas, etc. En consecuencia, ha sido

⁴ En su artículo El Papel de la Computadora Portátil, el Algebra Simbólica en la Educación Matemática del siglo XXI: ¡ Un llamado para la Acción!. Este documento fue preparado y presentado en la Conferencia de Tecnologías de los Standard 2000, patrocinada por el NCTM, del 5 al 6 de Junio de 1998 en Washington, D.C. Este artículo se puede consultar en la página web: www.eduteka.org

frecuente escuchar que las habilidades matemáticas escolares tienen que ver con la habilidad de realizar cálculos rutinarios, que en realidad no pueden traducirse en un genuino pensamiento matemático. Este es el tipo de función cognitiva que puede trasladarse a las calculadoras: debido a que las expresiones matemáticas que se tienen en un instrumento electrónico son procesables (el cálculo de una raíz cuadrada, la factorización de un polinomio etc), entonces pueden diseñarse estrategias didácticas que tomen en cuenta estos servicios cognitivos que prestan las nuevas tecnologías. El estudiante podrá concentrar sus esfuerzos en la interpretación de los resultados, el diseño de estrategias de resolución de problemas y la creación de soluciones novedosas a los mismos.

Luis Moreno (2002b) por su parte señala que las calculadoras gráficas y algebraicas han demostrado ser un instrumento de mediación muy poderoso para la enseñanza de las matemáticas:

“En particular, sus posibilidades de contextualización y manejo de lenguajes formales, extienden considerablemente, los procesos cognitivos de generalización y abstracción contextual. Estas calculadoras se constituyen en herramientas con las cuales los docentes puedan configurar contextos que estimulen el aprendizaje significativo de las matemáticas”.

La investigación educativa ha mostrado que no hay una mejor comprensión de los conceptos matemáticos ni tampoco de sus aplicaciones en el seno de los sistemas educativos basados en la tecnología de papel y lápiz. Esta es la idea que debe tomar cuerpo dentro de las prácticas escolares primero y, posteriormente, conducir una profunda transformación curricular.

En resumen la mayoría de investigadores coinciden en que las nuevas tecnologías están cambiando profundamente el mundo de las matemáticas. No sólo están afectando el tipo de matemáticas que es importante sino también al modo en que éstas se hacen. Este hecho tiene consecuencias importantes en el currículo de matemáticas que exigen un reajuste de las matemáticas escolares.

Sin embargo y para concluir, otros autores argumentan que los recientes desarrollos de las tecnologías de la información y la comunicación en general y el Internet en particular conducirían a mayores cambios en los sistemas educativos y en las prácticas en el salón de clase de los profesores.

Afirman que el rápido desarrollo de estas tecnologías causaría un cambio en la percepción de la educación en la escuela y el aprendizaje desde un hecho formalmente definido y espacialmente limitado (por ejemplo un currículo formal que se debe aprender en un lugar de la escuela) a un aprendizaje a lo largo de la vida, en cualquier sitio y en cualquier momento. En consecuencia muchos de los

aprendizajes de los niños deberían llevarse a cabo en otros ambientes además de la escuela.

Por lo tanto, un gran reto que los sistemas educativos deben enfrentar en los próximos años es desarrollar prácticas pedagógicas en el salón de clases que aseguren que los procesos que se dan dentro del aula mantengan fuertes vínculos con procesos fuera del salón, en especial con la variedad de formas de aprendizaje relacionadas con la cultura de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). Las diferentes formas como las TICs cambiarán o no las prácticas en el salón de clases son aún desconocidas, pero el rápido desarrollo de las mismas TICs y su uso extensivo podría claramente servir como un impulso a cambios dramáticos en las prácticas del salón de clases. (Tirosh, D.; Graeber ,A., 2003).

4. DISEÑO METODOLOGICO

La investigación es de tipo cualitativo interpretativo con una metodología de estudio de casos, específicamente de estudio de casos múltiple. Esta perspectiva investigativa permite comprender las concepciones en el aula de matemáticas cuando se incorpora la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje y a través del seguimiento analizar los cambios que se van generando en la práctica pedagógica de los docentes y en el currículo que enseña como consecuencia de ese cambio de concepciones inducido por el uso de la tecnología.

El enfoque metodológico definió cuatro fases para el desarrollo de la tesis:

Una primera fase constituida por el trabajo adelantado en la etapa piloto del proyecto del Ministerio durante los años 2000, 2001 y 2002, para caracterizar el punto de partida de la evolución de las concepciones de los docentes participantes sobre la matemática escolar y su rol de maestro a través de encuestas, e informes escritos en tres momentos diferentes del desarrollo de la fase piloto del proyecto, con el propósito de ir calibrando el cambio que ellos mismos iban teniendo al trabajar con la tecnología en el aula. Esta caracterización se realizó a partir del *discurso* de los profesores, reflejado en sus opiniones expresadas en las encuestas e informes y en las reuniones de seguimiento.

Una segunda fase constituida por el trabajo de campo con los dos profesores seleccionados. Esta fase se adelantó en noviembre del año 2003 en una de las instituciones y en noviembre del 2004 en las dos instituciones educativas, como se indica en el cronograma.

Aprovechando el tiempo que transcurrió desde la fase anterior hasta el mes de mayo del 2006, se agregó **una tercera fase** que hemos llamado de “Retención” para mirar más largo plazo, lo que siguió ocurriendo en las instituciones y en la labor de cada profesor entrevistado. Se trata de ver cómo ha ampliado su campo de acción y cómo ha trascendido más allá del aula.

Una cuarta fase de análisis y elaboración del Informe final. Está constituida por el procesamiento y análisis de la información, la interpretación de resultados, la depuración de conclusiones, elaboración de recomendaciones y redacción del informe.

Esta cuarta fase se centró en:

- a) Hacer una minería de datos en el material ya recogido, con un marco de análisis que es la relación entre concepciones, la matemática que se

enseña y las prácticas pedagógicas. Es decir, se hizo un reanálisis de algunos de los materiales recopilados durante el trabajo de campo adelantado en el MEN durante los años 2000, 2001 y 2002, enriquecido con otros que no se consideraron en su momento para documentar el cambio de concepciones y su relación con las prácticas y el currículo enseñado por las docentes en la clase de matemáticas.

- b) Enriquecer los datos obtenidos del reanálisis del material acumulado en la fase piloto del proyecto del MEN, con el trabajo de campo realizado en la segunda y tercera fases en las dos instituciones educativas con el propósito de ver la continuidad del cambio en los dos profesores y los efectos en sus prácticas pedagógicas y en el currículo que enseñan después de haber tenido un largo periodo de interacción con la tecnología.
- c) Cruzar la información y datos obtenidos de los análisis anteriores para efectos de establecer conclusiones y recomendaciones con respecto a las relaciones del cambio de concepciones y de las prácticas de los profesores motivadas por la incorporación de las nuevas tecnologías al aula, con lo que enseñan en la clase de matemáticas y con sus prácticas pedagógicas, para luego elaborar el informe final

4.1 POBLACIÓN

Dada la envergadura del proyecto del Ministerio de Educación Nacional y las múltiples variables que lo constituyen, para realizar la investigación se detuvo la mirada en dos profesores, uno de cada una de dos instituciones que participó en su implementación. De esta manera se podría decir que la población la constituyen los docentes que participan del proyecto, es decir unos 600 docentes de 120 IE que han implementado el uso pedagógico de las nuevas tecnologías en el aula. La muestra para realizar el diseño investigativo son dos profesores que lo han desarrollado desde su inicio, uno de de la Institución Educativa Distrital (IED) República de Costa Rica de Bogotá y otro de la Institución Educativa (IE) Las Américas de Bucaramanga.

Entre los criterios que se consideraron para la selección de estos profesores están:

- Haber participado desde el inicio del proyecto sin interrupciones en todas las actividades de formación y seguimiento realizadas por el MEN.
- Haber iniciado la implementación del trabajo con la tecnología en el aula desde el año 2000 y haber entregado los informes y documentos sobre el trabajo requeridos por el MEN.

- Adelantar gestión para cumplir con una serie de actividades de gestión en su IE para crear condiciones de sostenibilidad, entre las que se consideró buscar el espacio para formar a los otros profesores de matemáticas del área, con el apoyo de la universidad coordinadora y el MEN.
- Formar parte de un grupo de discusión regional sobre el uso de la tecnología en el aula con docentes de las instituciones participantes y otros interesados en este tópico.
- Manifestar el compromiso con el desarrollo del proyecto a través de la firma de acta de compromiso por parte de las directivas.

Otros miembros de las instituciones como los siguientes, también se constituyen en fuentes de información, en la medida en que son parte de la vida institucional donde se desarrolla la experiencia:

- las directivas (rector (a) y coordinador (a)),
- estudiantes de educación básica secundaria que han trabajado en el aula con las herramientas tecnológicas,
- otros profesores del departamento de matemáticas que se fueron incorporando al proyecto,
- practicantes del departamento de matemáticas de universidades involucradas en el proyecto, en este caso de la UIS y de la UPN

No solamente se considera importante que los profesores objeto de estudio reporten sus vivencias y experiencias sino que se hará una triangulación a través de miembros de la institución mencionados anteriormente, que indirectamente influyen en el buen desarrollo del proyecto en cada institución.

4.2 TRABAJO DE CAMPO Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Con base en los objetivos de la presente investigación y la relación de la investigadora, a través del proyecto del Ministerio de Educación como coordinadora nacional del mismo, con los docentes de las instituciones educativas Las Américas de Bucaramanga y República de Costa Rica del Distrito Capital de Bogotá, estas dos instituciones fueron los escenarios en donde se identificaron y seleccionaron los docentes que constituyen los estudios de caso de esta investigación, es decir en donde se adelantó el trabajo de campo.

Cabe destacar que el acercamiento de la investigadora con los docentes de las instituciones educativas involucradas viene desde el año 2000, cuando se inició el proyecto “Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas” y ellos forman parte del grupo que inició ese año su implementación y que continúan su trabajo.

La interacción se ha dado a través de las diferentes acciones de formación, de seguimiento y de asesoría y acompañamiento pedagógico, que se desarrollaron desde el Ministerio de Educación durante los años 2000 a 2003. Entre estas acciones se incluyen dos visitas anuales a las instituciones educativas; diversos seminarios, talleres y encuentros de formación y profundización tanto nacionales como regionales y locales; reuniones trimestrales de seguimiento realizadas en la ciudad de Bogotá; seminario permanente via Internet y comunicación por correo electrónico y teléfono.

Esta interacción dio la oportunidad de conocer a fondo el trabajo realizado en cada institución y de conocer la vida institucional y sus estructuras, problemas, ventajas, posibilidades y oportunidades de los docentes en el desarrollo del proyecto en su respectiva institución educativa.

A continuación se describe el trabajo de campo adelantado por la investigadora en cada una de las fases de la tesis y los correspondientes instrumentos y técnicas para la recolección de la información:

4.2.1. Primera fase

El trabajo de campo en esta fase es el que se adelantó en el Ministerio de Educación desde el año 2000 cuando se inició la incorporación de los docentes en el trabajo con la tecnología.

Este tiempo no fue propiamente de recolección de datos para esta tesis. Se hizo un trabajo inicial con todos los docentes participantes en el proyecto, de formarlos y prepararlos para implementar el uso pedagógico de las calculadoras en sus clases de matemáticas, incluidos los dos docentes objeto de estudio para esta investigación.

Para el reanálisis se tendrán en cuenta los siguientes documentos:

- Informes sobre el desarrollo del proyecto en cada institución por parte de cada uno de los dos profesores que participan en el estudio y del coordinador del proyecto en Bogotá y en Santander.
- Algunos materiales didácticos que se recopilaron, y que no se utilizaron en el trabajo del MEN, que nos permiten tener información fiel sobre la acción del docente, sobre los sucesos de la clase y los roles de estudiantes y docentes, como son talleres propuestos por los docentes y registros de actividades de aula con la calculadora realizadas por los alumnos.

4.2.2 Segunda fase

Está constituida por el trabajo de campo con los dos profesores seleccionados y otros protagonistas del proyecto en cada institución como se explicó en la sección 4.1.

En noviembre del 2003 se realizó una primera visita de una semana a uno de los dos colegios (caso 1), en noviembre de 2004 se hizo una visita de una semana al otro colegio (caso 2) y una segunda visita de dos días al primer colegio (ver cronograma) con los propósitos de conocer lo que piensan (concepciones), lo que enseñan (el currículo) y lo que hacen (las prácticas) y de documentar las transformaciones en la vida de la institución, en la práctica de los docentes y en el currículo que enseñan.

La recolección de la información se hizo a través de los siguientes instrumentos y técnicas que se complementaron para hacer el análisis y la interpretación:

- Entrevistas al docente responsable del proyecto y a otros miembros de cada institución.
- Observación del trabajo de aula en una o varias clases con los alumnos y notas de campo y
- Análisis de documentos y materiales elaborados por ellos como apoyo para su trabajo de aula.

Ilustraremos a continuación cada una de estas técnicas e instrumentos.

❖ Entrevistas

La entrevista es semiestructurada, de acuerdo con una guía elaborada previamente (ver Anexo B), la cual se convirtió en un diálogo coloquial con los protagonistas.

Se realizaron las siguientes entrevistas:

- A cada uno de los dos profesores objeto de este estudio, para mirar concepciones que tienen sobre las matemáticas, discutir sobre el currículo que enseña con tecnología, sobre su práctica en el aula, las formas de interactuar con los alumnos, entre otros
- A alumnos de diferentes grados para conocer su percepción sobre el trabajo con la calculadora, ventajas, desventajas, nuevas experiencias
- A otros docentes del área de matemáticas para conocer su opinión sobre el proyecto y el impacto o influencia en la institución educativa, lo mismo para ver cómo se ha involucrado en el mismo.

- A los directivos, representados en la rectora y coordinadora académica en algunos casos, para conocer su percepción sobre el trabajo con la tecnología, ver cuál ha sido su gestión de apoyo y proyecciones.
- A practicantes en las dos instituciones, dado que los dos profesores del proyecto son responsables de la práctica docente en la UPN y UIS respectivamente y estos practicantes están involucrados en el proyecto en cada una de estas dos instituciones.

Estas entrevistas se grabaron en audio.

Veamos en detalle las entrevistas realizadas en cada una de las instituciones educativas.

Cuadro 1. Personas entrevistadas en la IED República de Costa Rica

Caso 1: Institución Educativa Distrital República de Costa Rica. Bogotá	
Entrevistados	Fecha
Profesora Irene ⁵ : Responsable del proyecto en la institución	1). 2003 – 11 - 09. 2). 2004 – 11 - 16
Coordinadora y profesores de Matemáticas de la IE	2003 – 11 - 08
Practicantes de Matemáticas de la UPN	2003 – 11 - 08
Grupos de Estudiantes de grado 6	2003 – 11 - 06.

Cuadro 2. Personas entrevistadas en la IE Las Américas

Caso 2: Institución Educativa Las Américas, Bucaramanga	
Entrevistados	Fecha
Profesor Francisco ⁶ Responsable del proyecto en la institución	1). 2004 – 11 - 22 2) 2004 – 11 - 25 3). 2004 – 11 – 26
Directivas: Rectora y coordinadora de bienestar institucional	2004 – 11 – 24
Otros profesores de Matemáticas	2004 – 11 – 23
Practicantes de Matemáticas de la UIS	2004 – 11 – 25
Grupos de Estudiantes de Grado 11 y de grado 9	2004 – 11 – 23 2004 – 11 - 26

⁵ Por razones de confidencialidad se cambió el nombres de la profesora.

⁶ El nombre de este profesor también se cambió por razones de confidencialidad.

❖ **Observación de una o varias clases con los alumnos y notas de campo.**

Se realizaron con el propósito de ver la gestión de la clase por parte del profesor, la forma de participación de los alumnos, la interacción con el profesor, el tipo de actividades desarrolladas, el manejo de las guías por parte de los alumnos, las preguntas, la organización de la clase, el proceso seguido para construir conceptos matemáticos en los alumnos, etc.

Las observaciones hechas en las dos instituciones fueron las siguientes:

Cuadro 3. Clases observadas en las dos instituciones

Institución	Grado	Taller desarrollado	Fecha
C1: IED Rep. Costa Rica	6°	- ¿Es un triángulo?	2003 - 11 - 06
C2: IE Las Américas	7(02) 902	-Construir un cuadrilátero ABCD - Problema de los aviones	2004 - 11 - 22 2004 - 11 - 25

❖ **Recolección de documentos y materiales elaborados por los profesores para desarrollar sus clases.**

En las visitas realizadas a las instituciones se fue recogiendo el material didáctico de apoyo a su práctica elaborado por ellos y documentos que contienen información sobre el desarrollo del proyecto en la institución.

Entre estos documentos están:

- Diversos talleres basados en una situación problema para los alumnos
- Guías de trabajo para orientar el aprendizaje de los alumnos en el aula.
- Reportes de los alumnos sobre actividades realizadas
- Protocolos del desarrollo de las clases realizados entre los practicantes y el profesor para dar cuenta del desempeño de los alumnos.
- Evaluaciones realizadas a los alumnos
- Informes del desarrollo del proyecto en cada IE incluidas las actividades académicas realizadas por el grupo de docentes de uno de las dos instituciones durante los años 2003 y 2004, lo mismo que la planeación curricular para los años 2003 y 2004.

La lista de algunos documentos recogidos del trabajo realizado por cada uno de los profesores se presenta en el Anexo C.

En resumen el trabajo de campo realizado en la segunda fase se presenta en las siguientes tablas:

Cuadro 4. Trabajo de campo, segunda fase. IED Costa Rica

Caso 1: IED República de Costa Rica. Bogotá								
ACTIVIDAD		Noviembre 2003					Noviembre 2004	
		6	7	8	9	10	16	17
Entrevistas y Reuniones	Profesora Irene				■		■	
	Coordinadora y otros profesores de matemáticas			■				
	Estudiantes Grado 6	■						
	Practicantes de la UPN			■				
Observación de clase. Grado 6		■						
Recopilación material impreso		■	■	■	■	■	■	■

Cuadro 5. Trabajo de campo, segunda fase. IE Las Américas

Caso 2: IE Las Américas. Bucaramanga						
ACTIVIDAD		Noviembre de 2004				
		22	23	24	25	26
Entrevistas y Reuniones	Profesor Francisco	■			■	■
	Rectora y coordinadora			■		
	Otros profesores: matemáticas		■			
	Estudiantes Grado 11		■			
	Estudiantes grado 902					■
	Practicantes UIS				■	
Observación de clases	Grado 902:				■	
	Grado 702	■				
Recopilación de material impreso		■	■	■	■	■

4.2.3 Tercera fase

Dado que ha pasado un lapso de tiempo de uno o dos años desde que se hizo el trabajo de campo, antes de hacer el análisis del material recogido en la segunda fase, consideramos oportuno e importante agregar una tercera fase de "Retención" para mirar el trabajo de los docentes a más largo plazo. Se analizó lo que siguió ocurriendo en las instituciones y en la labor de cada profesor desde la visita o trabajo de campo hasta mayo de 2006, centrando la atención en lo que ha cambiado, lo que ha permanecido y en las nuevas acciones y concepciones de su

práctica docente. Se trató de ver si ese impacto en las prácticas del docente fue de largo plazo y si ya se quedó en la institución como una práctica cotidiana de los maestros involucrados.

La recolección de la información se hizo a través de una entrevista semiestructurada (Ver guía en Anexo D) vía Internet (Skype) a uno de los profesores y en forma presencial a la profesora de Bogotá, durante la tercera semana de mayo del 2006. Así mismo se recopilamos otros materiales elaborados por estos docentes para apoyar sus clases.

4.2.4 Cuarta fase

Análisis y elaboración del informe final

Procesamiento y análisis de la información
Interpretación de resultados
Conclusiones y recomendaciones

4.3 CRONOGRAMA

El cronograma aparece en el cuadro 6 en la siguiente página.

5. CATEGORIZACIÓN Y ANALISIS DE CONTENIDOS

Para identificar las relaciones entre el cambio de concepciones de docente impulsadas por la incorporación de tecnologías computacionales y la transformación de las matemáticas que enseña y sus prácticas pedagógicas concretas se tiene como punto de partida que los tres docentes involucrados en este estudio han logrado un cambio en las concepciones acerca de la naturaleza de las matemáticas y sobre su rol de docente como resultado del proyecto implementado por el Ministerio de Educación. Ellos perciben la matemática como una construcción socio-cultural que permite la comprensión dinámica del mundo y su profesión de educador matemático como una opción de búsqueda sistemática, orientación y liderazgo con perspectiva sociocultural con mediación tecnológica.

Además, investigaciones referenciadas anteriormente en este documento indican que las concepciones de los profesores sobre las matemáticas, sobre su enseñanza y el aprendizaje influyen su acción en el salón de clases, es decir su práctica pedagógica.

Para mostrar los cambios en las prácticas pedagógicas del maestro y las modificaciones en las matemáticas que enseñan, como consecuencia de este cambio de concepciones impulsados por el uso de las nuevas tecnologías se propone un esquema conceptual basado en el trabajo de Salvador Llinares y su grupo de la Universidad de Sevilla (Llinares, 2000) en el que se mira la práctica del docente desde dos perspectivas complementarias, una perspectiva cognitiva y otra perspectiva sociocultural. Al respecto Llinares afirma:

“Desde el punto de vista cognitivo el análisis tiene como foco las concepciones y conocimiento del profesor y da cuenta de la forma de conocer del profesor y de los procesos interpretativos”

“Desde el punto de vista sociocultural y en particular desde perspectivas interaccionistas, el aula se ve como una microcultura en la que los significados se generan a través de las actividades compartidas entre el profesor y los estudiantes en interacción ante una tarea matemática”

De acuerdo con esto la práctica del profesor no se queda inscrita únicamente a lo que sucede al interior del aula sino que se conceptualiza desde una perspectiva más amplia como es la comunidad de práctica, en la que se incluyen actividades y tareas como tutorías, participación en grupos de estudio, seminarios de formación, participación en proyectos interinstitucionales, etc. De esta manera, se

definen dos instancias para la práctica pedagógica del docente: *la práctica pedagógica en el aula y su práctica en una comunidad de práctica*.

Al tomar como unidad de análisis el aula se consideran dos momentos diferentes, pero intrínsecamente relacionados entre sí, que han sido identificados por investigadores como Jackson (1975, citado en Llinares 2000) y Mason (1996, citado en Andrade, 2002) en la actividad del docente: *la planeación y organización de los contenidos*, que es una tarea previa a la clase del docente y *la gestión del proceso de enseñanza y de aprendizaje*.

En particular, las 'prácticas matemáticas' que se desarrollan en el aula como parte de esta gestión, se caracterizan por las interacciones entre el profesor, los alumnos y las tareas o problemas matemáticos que se realizan para que los alumnos aprendan matemáticas con la mediación de las tecnologías computacionales.

En este sentido la práctica del docente en la clase de matemáticas no se puede ver aislada del currículo que enseña ni del contexto en el que enseña que es el contexto institucional. Así para analizar los cambios en la práctica del docente mediados por el uso de la tecnología en el aula, en esta propuesta se considera dentro de la gestión del proceso de enseñanza y aprendizaje, también *las modificaciones al currículo que enseña*, el cual se refiere a lo que el docente planeó que iba a trabajar con sus alumnos y lo que logró hacer para que ellos aprendan matemáticas.

Dentro de esta gestión también se considera la evaluación, tanto del desempeño matemático del alumno como la evaluación final que retroalimenta su propia planeación para el siguiente año o periodo.

En cuanto a *la comunidad de práctica* y de acuerdo con el conocimiento del investigador sobre las dinámicas de las instituciones educativas colombianas involucradas en el proyecto del Ministerio, se consideran tres tipos de comunidades en las que el docente puede participar para enriquecer su reflexión y conocimiento sobre la didáctica de las matemáticas con el apoyo de otros, que son *la comunidad de práctica en el aula, la comunidad al interior de la Institución educativa y una comunidad de práctica más amplia* que puede ser regional, nacional o internacional. En cada uno de estos espacios existen manifestaciones distintas de la idea del docente como perteneciente a una comunidad de práctica profesional.

Los alumnos en interacción con el profesor y entre ellos mismos forman una comunidad de aprendizaje que constituye la *comunidad de práctica en el aula*. Se resalta el dinamismo, las formas de trabajar y la interacción en el aula para lo cual se establecen unas reglas o normas y cómo se generan las relaciones y patrones de conducta de los niños en la clase. Otra actividad importante dentro de esta

comunidad es la relación con alumnos monitores que van surgiendo dentro de la clase para apoyar al profesor en la gestión de la clase al incorporar las nuevas tecnologías al currículo escolar.

Para generar comunidad de práctica en el aula es importante el reconocimiento por parte del profesor del trabajo de los monitores y de los alumnos y la discusión entre todos de las tareas, en revisar lo que hacen los grupos y orientar las dinámicas del trabajo en grupo, escuchar, interpretar, preguntar y dar respuestas a los niños. Esto genera comunidad de práctica.

En la *comunidad dentro de la IE* se considera el trabajo e interacción de los docentes con las directivas, de los docentes entre sí y de los docentes con los practicantes, en los casos en que ellos participan, para lograr la incorporación de la tecnología como instrumento mediador en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto implica el liderazgo y compromiso de los actores antes mencionados en actividades de reflexión y discusión, de socialización, de gestión administrativa y de construcción conjunta de proyectos y procesos para mejorar la calidad de la educación matemática en la institución.

La otra comunidad de práctica es una *comunidad educativa general*, constituida por las sociedades de matemáticas o grupos de discusión fuera de la IE a los que pertenece el docente ya sea en su región, en su país o a nivel internacional. Una de las principales acciones de esta comunidad es la reflexión y construcción de conocimiento didáctico, lo cual requiere diversas actividades de gestión, de socialización, de generación y puesta en marcha de proyectos de investigación y desarrollo interinstitucionales para mejorar la educación matemática de una región o país.

Teniendo en cuenta lo anterior, la experiencia y conocimiento del investigador sobre el contexto educativo nacional y en especial el trabajo que se viene adelantando en el país alrededor del uso de las tecnologías en la clase de matemáticas de la educación secundaria y media, se proponen unas categorías y subcategorías para orientar el análisis de la información sobre la práctica pedagógica del docente, ampliando la propuesta del profesor Llinares y concretando subcategorías y acciones específicas, las cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Categorías para la práctica pedagógica

Práctica pedagógica centrada en el aula		
Planeación- organización de los contenidos	Gestión del proceso de enseñanza y de aprendizaje	
<p>- Relación entre el docente y el contenido matemático: concepciones.</p> <p>- Planeación de las situaciones didácticas para propiciar el aprendizaje: Tener en cuenta el contexto (escolar y social), la cognición de los estudiantes y el feedback de la evaluación.</p> <p>- Unidades de enseñanza y talleres para los alumnos.</p>	<p>ASPECTOS GENERALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategias didácticas: Proceso seguido en la clase (diferentes momentos), formas de trabajo, la gestión de la discusión, - Interacción estudiante – conocimiento - Motivación del estudiante - Rol de las tecnologías: en el aprendizaje, en la enseñanza - Rol del maestro <p>ASPECTOS ESPECÍFICOS: CURRÍCULO QUE ENSEÑA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoque centrado en resolución de problemas. - Contenidos: tipos de contenidos, selección y/o reorganización de las temáticas, énfasis curriculares de las temáticas, niveles de profundización del contenido - Actividad matemática del estudiante. Tareas para los alumnos - Evaluación del desempeño del estudiante. 	
Práctica pedagógica como comunidad de práctica		
En el aula	En su institución	En la comunidad general
<p>- Interacción en la clase:</p> <p>Docente-estudiantes Estudiantes entre sí. Grupos entre sí</p> <p>- Reglas: sociales y socio-matemáticas.</p> <p>- Reconocimiento al trabajo de los alumnos. Discusión y corrección de tareas</p> <p>- Preparación y potenciación de alumnos-monitores</p>	<p>Interacción directivas - docentes</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Liderazgo en el trabajo con la tecnología:</i> Gestión, motivación e inducción de otros docentes, formación docentes de la IE ▪ <i>Actividades conjuntas</i> <p>-Actitud e interés por las innovaciones en su práctica -Reuniones de área: reflexión conjunta sobre la práctica, búsqueda de soluciones y alternativas a problemas presentados. -Socialización de logros y dificultades: con directivas, con otros docentes de matemáticas y de otras áreas.</p> <p>Interacción con practicantes y monitores</p>	<p>Interacción con docentes de otras IE</p> <p>Interacción en grupos regionales</p> <p>Interacción en organizaciones de educadores matemáticos</p> <p>Acciones conjuntas de estas comunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compromiso con el impulso del trabajo con tecnología: continuidad. - Conformación de grupos interesados en la implementación de la tecnología. - Socialización del trabajo en eventos académicos y publicaciones - Aportes a la reflexión y construcción de conocimiento: didáctico y disciplinar. - Interacción participativa y relación con los novatos (o periféricos) - Construcción y desarrollo de proyectos interinstitucionales: relación con instituciones de la localidad o municipio. - Gestión ante las autoridades regionales: dar a conocer el trabajo y solicitar apoyo para expandirlo otras instituciones de la región. - Asesoría y apoyo a otras IE de la región que lo soliciten.

Como apoyo para el análisis e interpretación y en especial para codificar y realizar búsquedas de información en las entrevistas, se utilizó la herramienta informática ATLAS TI⁷, cuyo objetivo es facilitar el análisis cualitativo de, principalmente, grandes volúmenes de datos textuales.

Para la codificación de los documentos el software asigna un número a cada entrevista y una pareja ordenada (m:n) a cada cita o fragmento seleccionado para la interpretación, en donde “m” representa el número del documento o entrevista y “n” el número de la cita en este documento. Este número es asignado cronológicamente por Atlas.TI.

La siguiente es la lista de los documentos contenidos en Atlas para esta investigación:

P 1: Entrevista alumnos. IED Costa Rica.

P 2: Reunión profesores-coordinadora. IED Costa Rica.

P 3: Entrevista practicantes de la UPN. IED Costa Rica.

P 4: Entrevista profesora Irene. IED Costa Rica.

P 9: Entrevista alumnos. IE Las Américas.

P10: Reunión profesores. IE Las Américas.

P11: Entrevista Practicantes. IE Las Américas.

P12: Reunión directivas. IE Las Américas.

P13: Entrevista profesor Francisco. IE Las Américas.

En el Anexo E se encuentran los diagramas de árbol que muestran las categorías y subcategorías elaboradas para hacer la interpretación.

El análisis de documentos y materiales elaborados por los docentes como apoyo para su trabajo de aula lo mismo que las notas de campo resultados de las observaciones en el aula, se hizo manualmente.

⁷ Este software no pretende automatizar el proceso de análisis sino ayudar al investigador agilizando muchas de las actividades implicadas en el análisis cualitativo y la interpretación, como por ejemplo la segmentación del texto en pasajes o citas, la codificación, etc., actividades que antes se hacían con lápiz y papel.

6. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se presentan los principales hallazgos de la investigación, es decir en los dos casos mostrar el cambio en las prácticas pedagógicas del docente y en el currículo que enseña cuando se ha incorporado un nuevo instrumento de mediación, como es la tecnología computacional.

El análisis y la interpretación se hacen alrededor de las categorías establecidas previamente centrándonos en cada uno de los casos por separado.

6.1 CASO 1: PROFESORA IRENE

6.1.1 Planeación y organización de contenidos

En esta categoría se tienen en cuenta dos aspectos que influyen la preparación de las clases de los docentes como son relación del docente con los contenidos matemáticos y la planeación de las situaciones didácticas para propiciar el aprendizaje.

Relación docente- contenido

Este aspecto tiene que ver con los dominios de conocimiento que tiene el profesor (Llinares, 2000), específicamente se relaciona con el conocimiento del contenido matemático que debe enseñar, el conocimiento de los aprendices, las concepciones que tiene y la forma en la que el docente conoce las nociones matemáticas como objeto de enseñanza lo cual lleva a la aparición de tensiones y limitaciones.

En este sentido Irene manifiesta que el trabajo con las nuevas tecnologías en el aula, al implementarse de la manera como se propuso a través de esa mediación instrumental, la llevó a reflexionar sobre el papel que ella debía tener como protagonista, para generar cambios no sólo en los estudiantes sino en sí misma y en los otros docentes de la IE, a darse cuenta que muchos conocimientos que poseía y creía tener sólidos, cuando los ponía en juego, al trabajar con la tecnología ya no lo eran. Este hecho le creó la conciencia y la necesidad de cualificarse a nivel conceptual y pedagógico como lo expresa a continuación:

“(...) ya que muchos elementos teóricos disciplinarios no estaban bien fundamentados, entonces me di cuenta que no los tenía muy claros y que tenía como una gran red pero desordenada de esos conocimientos, que tenía que empezar por clarificar muchas ideas” (4:16)

Desde entonces empezó a darle sentido a las matemáticas que enseña, teniendo claridad que no es simplemente una información que se transmite de un profesor a un estudiante y a construir una nueva visión de la educación matemática, lo cual se dinamizó a partir del estudio, de documentarse permanentemente, de discutir con otros, de enriquecer esas lecturas y esos estudios a partir de lo que han hecho muchas otras personas y de tratar de implementar esas ideas en el aula de clase, es decir llevarlas a nivel práctico. Esto se manifiesta en textos como el siguiente:

“Ante todo se necesita es voluntad de uno y tener como la certeza que el conocimiento que uno tiene es muy pobre, que el conocimiento siempre es posible de ir mejorando día por día, que le falta a uno muchísimo recorrido a nivel de aprendizaje, de experimentación, de estudio” (4:122)

A través del trabajo con la geometría dinámica, específicamente con Cabri Geometry, se fue despertando el interés de la profesora por la geometría y comenzó su trabajo de aula por ahí. En su concepto la geometría podría contribuir muchísimo para clarificar procesos matemáticos no solamente en los profesores sino también en los estudiantes.

Planeación de las situaciones didácticas

En cuanto a la planeación de las situaciones didácticas, se observa un interés y una conciencia de la necesidad de planear nuevas actividades matemáticas para el aprendizaje de los alumnos mediado por la tecnología, diferentes de las que el docente hacía antes de trabajar con estas herramientas y se resalta el papel de las situaciones problema como elemento importante del currículo para aprender matemáticas.

Para iniciar este proceso Irene junto con los practicantes, hacen algunas consideraciones con respecto al rol y la importancia del currículo o los contenidos que se deben enseñar, que son tenidas en cuenta por ella para preparar sus clases en particular para planear las situaciones de aula. Entre estas reflexiones ella considera que:

- El currículo debe ser construido y reflexionado con otros profesores de la institución, debe haber una retroalimentación permanente, lo cual requiere de

lecturas previas y estudio juicioso de documentos de teoría didáctica de acuerdo con el tema que se va necesitando.

- Debe basarse en lo que sería el currículo establecido, que en nuestro caso son los Lineamientos Curriculares y los Estándares para el área de matemáticas.
- Debe contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas y a su desarrollo humano.
- Debe ser el punto de partida y la base para generar cambios en el rol del docente y en el rol del estudiante.
- Se debe ir transformando de acuerdo a los estudiantes y a sus necesidades, por lo tanto lo que se enseña no debe ser repetición de un año a otro.
- La tecnología es un elemento indiscutible e imprescindible para rediseñar el currículo dentro de esa nueva visión de la educación matemática que se requiere.

Algunas de estas consideraciones se ilustran en palabras de Irene, como las siguientes.

“Es necesario en primera instancia estudiar los lineamientos y los estándares en compañía del grupo de docentes (...) Y en esa lectura se da uno cuenta cuando ya hace la apropiación, que estamos buscando cambios en el rol del docente y en el rol del estudiante, entonces hay que empezar a generar esos roles en el docente frente a como uno propone la clase y entonces al proponer la clase se trata de evitar ese esquema magistral” (4:120)

“ La idea es mejorar la calidad de vida porque eso ayuda a que el estudiante tenga un mayor desarrollo a nivel cognitivo, eso le va posibilitar también solucionar problemas no solamente de índole disciplinario alrededor de las matemáticas sino también de índole social, le va posibilitar ver el mundo de una manera armónica y que le sirva a el para realizarse como persona y para convivir de manera grata con los demás, para prestar un servicio social a los demás, para salir adelante y desarrollarse como ser humano “(4:16)

También se observa que como resultado de estas reflexiones se proponen algunos elementos para tener en cuenta en el rediseño de las situaciones didácticas mediante las cuales aprenden matemáticas los estudiantes, como las siguientes:

- El contexto en el que aprenden matemáticas los alumnos
- El reconocimiento de la cognición de los estudiantes, para que el conocimiento sea asimilado por ellos es necesario tener en cuenta que los alumnos son personas con sus propias experiencias y conocimientos previos

- La posibilidad de incorporar materiales o instrumentos de mediación como las calculadoras, los CBR y el compás.
- El enriquecimiento y revisión a partir de la evaluación de los resultados obtenidos en el aula con los alumnos y de la discusión con los practicantes sobre esos resultados.

Al respecto Irene expresa:

“En grados sexto y séptimo tratamos de que las situaciones que se trabajen alrededor de situación problema sean del mundo real, del contexto de los niños, hacemos referencia a compras, a situaciones a nivel de juegos aquí en el colegio, de estadística, de gráficas, de cosas muy cercanas al ámbito del estudiante. Pero cuando es en octavo, en noveno y obviamente en décimo entonces las situaciones problemas que presentamos ya son del contexto de las matemáticas, (...) o de pronto va articulado con otra disciplina. La geometría se presta mucho para explorar el mundo real” (4:41)

“(...) yo tengo que buscar un camino que posibilite la llegada de los niños a esa estructura de las matemáticas, y entonces ese camino es teniendo en cuenta las características psicológicas del niño y las características de aprendizaje del niño. Y es que un niño se mueve en un mundo que interpreta porque es un mundo concreto, poco a poco vamos evolucionando en esta interpretación del mundo porque ese mismo mundo le ha dado elementos para que llegue a un nivel de abstracción mayor. Pero ese camino hay que construirlo, ese camino hay que irlo desarrollando poquito a poco (...)” (4:122)

La docente con los practicantes diseñan conjuntamente antes de las clases unas unidades de enseñanza y las situaciones problema centradas en geometría que trabajarán con los alumnos para dinamizar el aprendizaje de las matemáticas teniendo en cuenta los principios y reflexiones explicitadas anteriormente.

Unidades de enseñanza

Como se indicó antes, previamente a las clases Irene junto con los practicantes y otra profesora de la IE que se ha involucrado en el trabajo con Cabri, han diseñado unidades de enseñanza como recurso para planear y organizar sus clases de geometría que es el área de interés que se ha elegido en la IE para abordar con tecnología.

Estas unidades de enseñanza orientan la labor del profesor e incluyen unas generalidades relacionadas con el contexto del curso y los alumnos, unos

conocimientos previos con respecto a las dificultades en el aprendizaje de los objetos matemáticos vinculados con la situación problemática, enfoques o perspectivas para la enseñanza enfatizando el papel de la calculadora y aspectos relacionados con la situación problémica a partir de la cual los estudiantes aprenderán algún concepto geométrico, en la cual se prevén las posibles preguntas que pueden orientar el aprendizaje y algunas posibles soluciones para tener en cuenta a la hora de gestionar la situación problema en la clase. Esta gestión implica, entre otras, tener en cuenta las formas de trabajar, el tiempo requerido, los roles en la clase y en algunos casos estrategias de evaluación del desempeño de los estudiantes, que requiere precisar qué mirar, cómo mirarlo y cómo registrarlo. En el Anexo F se incluyen algunos ejemplos de estas unidades de enseñanza.

Talleres o Guías de trabajo para los alumnos

Se trata de que en todas las clases haya un documento que oriente la realización de un taller, en el cual se gestione actividad matemática del estudiante y se construya el conocimiento matemático esperado y propuesto en las unidades de enseñanza. Los talleres orientan la actividad del alumno en la clase y gestionan su aprendizaje. En este sentido Irene destaca que ahora la clase de matemáticas está centrada en la actividad del alumno a través de los talleres y que los profesores ya no les están dando toda la información, como se hacía antes de este proyecto. Al respecto ella afirma:

“Es a partir de las actividades que sugerimos que poco a poco se va elaborando ese conocimiento, estamos trabajando de una manera inductiva de situación problema para llegar realmente a un acercamiento a la conceptualización del objeto de estudio que estemos referenciado en ese momento y que involucre el trabajo del estudiante, que implique su participación activa” (4:120)

En el Anexo G se presenta un ejemplo de un taller desarrollado por los alumnos sobre Homotecias.

6.1.2 Gestión del proceso de enseñanza y de aprendizaje

Como se mencionó anteriormente en esta categoría se hace referencia a la acción y tareas del profesor al interactuar con sus alumnos en el aula a propósito del aprendizaje mediado por nuevas tecnologías. Se consideran aspectos generales y aspectos específicos de esta gestión.

Con respecto a los primeros, se incluyen estrategias didácticas empleadas por el profesor para dinamizar el aprendizaje, la interacción entre los estudiantes y el

conocimiento matemático que subyace a los problemas propuestos, la motivación de los estudiantes, el rol de la tecnología tanto en la enseñanza como en el aprendizaje y el nuevo rol del profesor.

Los aspectos específicos están relacionados con el currículo de matemáticas que desarrolla en la clase apoyado por las herramientas computacionales, en este caso con el software Cabri Geometry que viene incorporado en las calculadoras que tiene la institución.

❖ **Estrategias didácticas**

El aprendizaje es un trabajo de construcción de los alumnos, a partir de una situación problema, con el apoyo de la profesora y la mediación de la tecnología.

En estrategias didácticas se han considerado algunas acciones deliberadas por parte del profesor para el desarrollo de la clase, que contribuyan al aprendizaje de los alumnos como son los diferentes momentos del proceso seguido en la clase, las formas de trabajo con los alumnos y la gestión de la discusión con énfasis en las preguntas que dinamizan la clase.

Las observaciones de aula realizadas muestran que **el proceso que se lleva a cabo para dinamizar el aprendizaje**, contiene los siguientes momentos:

- Para iniciar la clase se les entrega un taller por parejas, el cual contiene una situación problema y alrededor de esta se proponen unas acciones que les permite a los estudiantes reflexionar y discutir para ir aportando elementos que lo lleven a la solución de ese problema. Mientras realizan la actividad, Irene pasa por los grupos para ir revisando el trabajo e iniciar una validación de lo que están adelantando
- Cuando todos los estudiantes han terminado el trabajo propuesto en el taller se realiza la socialización de lo que cada pareja hizo, en plenaria. En este momento, ya se tiene un buen desarrollo de la actividad como resultado del trabajo por parejas y de la gestión Irene en los grupos lo cual facilita la puesta en común del grupo.
- Una vez que los grupos han presentado sus resultados se realiza una discusión general para generar conclusiones sobre los conceptos matemáticos implícitos en la actividad. Estas conclusiones se van escribiendo en el tablero. En este momento la intervención Irene es fundamental para que a la luz de ese conocimiento matemático que es objeto de aprendizaje, pero referido a lo que los niños han venido

construyendo, orienta la discusión para llegar a alguna generalización o formalización como resultado de la actividad realizada por los alumnos.

En algunos casos se llega a caracterizar algún objeto geométrico como por ejemplo, un triángulo, usando el potencial didáctico que tiene Cabri. En otros casos puede ser encontrar la solución a algún problema de construcción como el siguiente, que fue propuesto por Irene a los estudiantes de grado octavo para explorar acerca de ángulos congruentes a partir de ambientes de aprendizaje dinámicos: “construir un par de ángulos congruentes, cuya congruencia se conserve ante cualquier movimiento de los objetos de la construcción”

Al respecto la profesora afirma

“(...) Antes yo dictaba la clase, ahora la clase la hacemos entre todos, ahora realmente se vive lo que se nos ha propuesto y hemos hablado en varias ocasiones, de vivir una clase experimental, una clase en donde se evidencie un mundo matemático activo en el cual los estudiantes vivan y sientan la matemática y la disfruten (...) se trata de trabajarla y de generar ese ambiente en el cual el estudiante se cuestione y esté interesado en ir ampliando los conceptos y el conocimiento que tiene de la matemática ayudado por la tecnología“ (4:26)

En cuanto a **la forma de trabajo**, ya se ha venido expresando que Irene prefiere el trabajo grupal al individual. Se trabaja por parejas que ya están ubicadas en los puestos de tal manera se les entrega un solo taller para que tengan la posibilidad de discutir con el otro y empezar a trabajar en el cuaderno y/o con la calculadora. El trabajo en grupos más amplios se realiza cuando hacen la puesta en común en plenaria.

Acerca de la **gestión de la discusión**, como se dijo anteriormente, una vez que se propone una situación problema a los alumnos para aprender algún concepto matemático, Irene realiza diferentes actividades que favorezcan la reflexión y discusión sobre dicha actividad. Así orienta a los alumnos a través de preguntas, de la discusión en los grupos, de responder las inquietudes y preguntas que van haciendo, de la revisión del trabajo adelantado por los pequeños grupos y de conducir la socialización de los resultados. Durante la clase Irene siempre está motivando a los alumnos a que propongan problemas y formulen preguntas. etc., como lo expresa ella a continuación:

“(...) Me di cuenta que la pregunta juega un papel muy importante en la clase, entonces hay que tener especial cuidado con la pregunta y que esa pregunta se maneje de tal manera que mueva al estudiante a participar, a intervenir, a comunicar lo que el esta

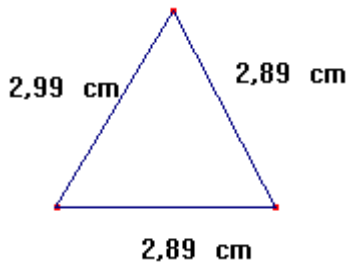
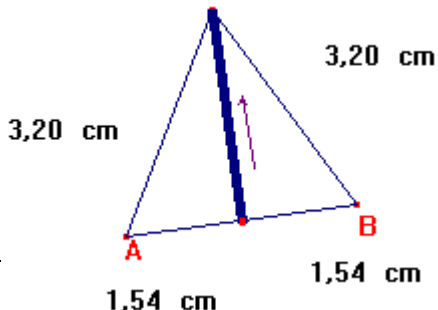
haciendo como actividad y a que se oriente por un camino para desarrollar el conocimiento que se pretende” (4:24)

El tipo de preguntas que ella formula están enfocadas a guiar la interacción de los estudiantes con el conocimiento que están construyendo, a dinamizar la participación de los alumnos en la discusión y decidir cuándo y cómo animar a cada uno a participar.

Esta dinámica de la discusión y el diálogo le ayuda a tomar decisiones importantes sobre su labor y sobre el aprendizaje de sus alumnos, sobre lo que tiene que profundizar, cuándo hay que introducir notaciones y lenguaje matemático, cuándo tiene que suministrar información, cuándo debe dejar a los alumnos que luchen con una dificultad, etc. Algunos de estos aspectos se evidencian a través del diálogo Irene con los alumnos de sexto grado al socializar en plenaria los resultados que por parejas obtuvieron de la siguiente situación:

“Dado un segmento AB encontrar y ubicar un punto P externo al segmento de tal manera que al unirlo con los extremos del segmento forme un triángulo isósceles”.

Cuadro 8. Diálogo entre Irene y los alumnos. IED Costa Rica

<p>Pareja 11 (estudiantes E1 y E2) P: Cuéntenos que hicieron E1: Construimos el triángulo con un segmento y luego un punto, y unimos con segmentos. P: ¿Ese es el triángulo isósceles? E2: Si, porque tiene dos lados iguales y uno desigual P: ¿Qué falta? E1: Que al moverlo sigan iguales</p> <p>Otro estudiante E3 pasa y observa que no es isósceles P: ¿Cómo hacemos para que se mantenga isósceles? Nadie responde. P: Cambiemos la pregunta. ¿Cómo construir un triángulo isósceles de tal manera que al moverlo, por los vértices, siga siendo isósceles? E2: Es misión imposible. Porque con segmentos no puedo</p> <p>Pasa otro estudiante E4 E4: Yo tengo una propuesta Lo muevo hacia arriba y hacia abajo porque si se va a los lados se daña</p> <p>P: Vamos a descubrir el misterio. ¿Por qué no se daña?</p>	 <p>Diagrama de un triángulo con dos lados de 2,99 cm y un lado de 2,89 cm.</p>  <p>Diagrama de un triángulo con dos lados de 3,20 cm y un lado de 1,54 cm. Una línea vertical que se mueve hacia arriba y hacia abajo, como se indica con una flecha roja.</p>
---	--

Cabri tiene una trampita que nos puede ayudar, la huella o traza. Usémosla.

E4: La huella que deja es una línea, una línea recta.

P: Se movió hacia arriba dejando los lados del triángulo iguales. ¿Qué huella dejó?

E4: Sigue un camino recto y si lo muevo a los lados se descuadra

P: ¿Recto con respecto a quién?

E4: En la mitad del triángulo, donde inició

Para tratar de aclarar la posición en donde se debía ubicar el punto la profesora planteó:

P: Dibujemos un punto por fuera del triángulo.

¿Este punto es la mitad del triángulo?

Estudiantes: No, porque está afuera

P: Entonces, ¿dónde queda la mitad del triángulo?

E4: Aquí

El estudiante señaló el punto que está dentro del triángulo

E4: Por ese punto pasa el camino.

Pero inicia en la mitad de abajo.

P: ¿Qué quiere decir la mitad de abajo?

E4: De este. (El estudiante señala el segmento inicial).

P: ¿Cómo encontramos la mitad de este segmento?

E4: En la calculadora está, dice punto medio.

P: Busquen en la calculadora la herramienta de la que habla su compañero.

Los estudiantes encontraron la herramienta y la utilizaron para hallar el punto medio del segmento inicial.

P: Veamos que hemos encontrado para solucionar el problema:

E(s):

- El punto P está sobre un camino derecho.
- El camino debe pasar por el punto medio del segmento.

P: Con estas condiciones, ¿ya podemos solucionar el problema?

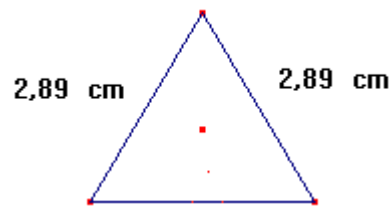
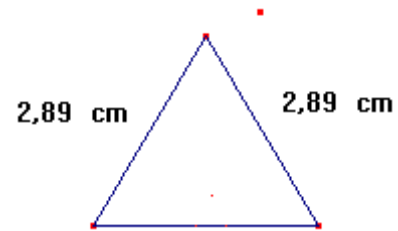
E(s): Si, el punto debe estar sobre el camino

P: ¿Cómo podemos describir ese camino?

Los estudiantes no encontraron la forma de describir geoméricamente (recta perpendicular) el camino donde debe estar ubicado el punto, por lo tanto no construyeron el triángulo para que este se mantuviera isósceles.

P: En la calculadora existe la herramienta "recta perpendicular", que les ayudara a trazar el camino.

Los estudiantes solucionaron el problema utilizando un camino recto (derechito) que pasa por la mitad del segmento, pero no identificaron que ese camino se describe por medio de una recta perpendicular, por lo tanto, no fue posible, para ellos, en esta sesión de clase reproducir el triángulo en la calculadora utilizando la opción "recta perpendicular". Esta fue tarea de una clase posterior.



❖ **Interacción estudiante - conocimiento**

Como se expresó antes la relación entre el contenido matemático, a través de las situaciones problemas propuestas, y los estudiantes en el contexto del aula es la base para la construcción de su conocimiento matemático.

En este sentido Irene es consciente de que la tecnología, en este caso la calculadora con el programa de Cabri que trae incorporado, es un ambiente dinámico que hace del aprendizaje de la geometría un proceso más significativo, dado que permite la exploración dinámica y experimentación de una realidad virtual en la cual el estudiante exterioriza sus creencias y conceptos acerca de objetos geométricos, enriquece sus argumentos y propone soluciones frente a problemas planteados mediante la identificación de las propiedades de los objetos geométricos y sus relaciones.

Como se observa en la actividad de construir un triángulo isósceles mencionada antes, en contextos de geometría dinámica, como Cabri, la conceptualización de los objetos geométricos se hace a partir de manipular y transformar de manera continua las construcciones, mediante la opción arrastre de una figura, que permite barrer un amplio campo de representaciones asociadas.

Las propiedades de las figuras emergen como los invariantes de las representaciones cuando se someten al movimiento. La posibilidad de exploración del comportamiento de las figuras geométricas permite una interpretación matemática de las mismas y favorece la conceptualización y por lo tanto esa interacción del estudiante con el conocimiento. Se puede decir que la calculadora ofrece la oportunidad de que el estudiante interactúe con un nuevo socio cognitivo y pueda construir nuevos significados y nuevos conocimientos.

En consecuencia con lo anterior, Irene propicia esa interacción del estudiante con el conocimiento a través de la exploración que le brinda la calculadora y de la comunicación que se da en la clase entre ella y sus estudiantes, permitiéndoles la construcción del conocimiento.

Al respecto afirma

“ (...) Entonces yo ya no soy el juez que califica o descalifica lo que hace el estudiante en la clase para aprender, sino que eso tiene que representar es un nuevo cuestionamiento para que a partir de él mismo y de su interacción con la calculadora se revise su proceso, que el mismo vaya construyendo y vaya aportando elementos conceptuales cada vez de mayor nivel para que vaya llegando de manera paulatina, a unos conocimientos y pensamientos mas estructurados, pero un pensamiento donde la comunicación, donde

el lenguaje juega un papel muy importante en el desarrollo tanto del conocimiento como de esos procesos cognitivos que él va desarrollando” (4:25)

❖ **Motivación del estudiante**

Uno de los aspectos para destacar como consecuencia del trabajo en el aula adelantado por Irene con las calculadoras es **la motivación que ha logrado despertar en los estudiantes** por aprender matemáticas ahora con el apoyo de Cabri.

En esta institución se entrevistaron alumnos de sexto grado, cuyas edades oscilan entre 11 y 13 años, que habían trabajado en el transcurso del año con la geometría dinámica. En opinión de estos estudiantes tienen una gran motivación para aprender con estas herramientas considerando que las calculadoras son como un estímulo para aprender, pues sienten que aprenden contenidos nuevos, aprenden más y mejor, sienten que la clase es más divertida, que les permite autonomía para aprender, les da independencia en su aprendizaje, pues ya no se depende del maestro sino que pueden decidir sobre su aprendizaje de acuerdo al trabajo con la calculadora, es decir esta es como un socio para aprender, permite un aprendizaje más rápido y les crea una afición para querer estar trabajando permanentemente con esta herramienta.

Al respecto los estudiantes manifiestan lo siguiente:

“Esta clase es la que más nos gusta porque ya hacemos otra cosa, que se sale de lo normal, no como todos los días que uno le toca pasar escribiendo (...)” (1:4)

“Esta clase me ha parecido muy interesante porque trae mucha enseñanza y que uno sabe dictar a su conciencia qué es lo que tiene que hacer para manejar algo con la calculadora” (1:8)

“Es como jugar y aprendemos rápido, más rápido y ponemos más atención (...). Con las calculadoras uno se divierte más” (1:8)

“Es que una calculadora es como si uno tuviera dos cerebros pero, o sea fuera del cuerpo” (1:9)

Irene por su parte manifiesta que los niños se ven más felices en la clase y que la motivación de sus alumnos por trabajar con la tecnología les permite tener una nueva actitud ante el aprendizaje y una ganas de aprender muy grandes, lo cual facilita su labor y le permite introducir cambios en su práctica.

❖ **Rol de las tecnologías en el aprendizaje**

Irene y los practicantes señalan que el mayor impacto del uso de las tecnologías en el aprendizaje de los alumnos de esta IE es de orden cognitivo y de orden comunicativo, por razones como las siguientes

- Mejora el aprendizaje de los alumnos en el sentido en que comprenden mejor los temas y aprenden temas nuevos.
- Han cambiado la visión sobre lo que es un problema y ahora lo ven en la perspectiva de una situación problema que les permite aprender matemáticas.
- Muestran mayor capacidad de análisis, de argumentación, mayor fluidez verbal y capacidad para sacar conclusiones y en algunos casos conclusiones no esperadas por el profesor.
- Hay una mejor capacidad de escucha, de discernir frente a lo que dice el otro y de llegar a acuerdos. Se nota una disciplina y un hábito de respeto por lo que ellos y los demás argumentan.
- Han desarrollado una capacidad de hacer propuestas, frente a trabajos que se les propone, son creativos, participativos y propositivos. En esto se nota una diferencia marcada frente a otros grupos, en los que no trabajan con este proyecto de tecnología

Al respecto dijeron expresiones como las siguientes:

“(...) ellos mismos rescatan las cosas que uno quiere, uno trata de darles un poquito de guía y los conceptos previos que tienen los manipulan para conseguir su concepto, el que necesitamos, al que queremos llegar, ellos son los que lo elaboran y mas que elaborar el concepto llegan a cosas mucho mas profundas” (3:8)

“Ahora la visión que ellos tienen del problema, es esa visión significativa que el problema es una invitación muy interesante, para entrar a generar un nuevo conocimiento, para entrar a interactuar con sus compañeros, entrar a interactuar con el profesor y que la calculadora puede ser un buen pretexto para hacer esas propuestas que a ellos se les ocurre, que ellos crean y que los problemas ahora si tienen solución, ahora si son abordables” (4:109)

❖ **Rol de tecnologías en la enseñanza**

Irene considera muy importante el uso de la tecnología en la clase de matemáticas por razones como las siguientes:

- El uso de la tecnología se constituyó en **un estímulo cognitivo** para Irene ya que le permitió estudiar y reflexionar sobre su práctica y así mismo la ha llevado a replantear y ampliar su formación.

“Eso también me sirvió para replantear que no solamente a nivel teórico tenía que mejorar esa estructura que yo tenía, sino también a nivel práctico, a nivel de metodología, a nivel de lo didáctico, de revisar el conocimiento, de revisar el papel que estaban desempeñando los estudiantes, el papel que yo estaba desempeñando en el aula de clase y entonces articular procesos mejor planeados a través de la tecnología (...)” (4:20)

- También le asignó un papel muy importante a la tecnología como elemento para **dinamizar los procesos de cambios metodológicos** porque considera que constituye en factor de motivación dentro del ambiente de enseñanza y la acción del profesor en clase y ayuda a reorientar el desarrollo de las clases. Así se expresa la profesora:

“Esto implica planear la clase muy bien, pensar muy bien en la estructura conceptual que voy a manejar en el aula de clase, formular unas actividades en las que el estudiante participe realmente a partir de la acción que el pueda realizar para construir ese conocimiento” (4:23)

- La tecnología computacional se vio **como una buena herramienta de trabajo** con la cual Irene puede explicar mejor los temas porque permite ver aspectos que antes no se veían y propicia la indagación sobre nuevos temas y enfoques para llevar propuestas de actividades matemáticas al estudiante que incluyan conceptos que antes no se trabajaban.

“Por ejemplo el caso de las teselaciones, si bien uno las presentaba, si es que llegaba a presentarlas en un momento dado, mostraba los dibujitos, esa exploración sobre lo que significa en si una teselación, de poder armonizar en el plano una figura ya sea regular o irregular, para que cubran el plano, y cómo puede ser posible que articule una figura con la otra sin solaparse. Entonces eso lleva a un estudio de fondo, con transformaciones, por ejemplo la simetría, qué simetría estoy trabajando, cuál sería el punto para hacer la simetría si estoy hablando de la central, o cuál es el eje para hacer la simetría axial, o cómo la obtengo alrededor de un

punto, alrededor de qué elemento tengo que entrar a intervenir, pues estoy haciendo una rotación. Son cosas que uno en esa información que estaba proporcionando no se veían y que ahora tiene uno que estudiarlas” (4:125)

Por su parte los practicantes manifiestan que a través Cabri han tenido la oportunidad de acercarse al uso de la tecnología para la enseñanza de las matemáticas. Han comenzado su aprendizaje con problemas muy sencillos de geometría y gradualmente y con el apoyo de Irene han ido profundizando. Expresan que el trabajo en la institución alrededor de Cabri ha sido interesante para la profesión de ellos, porque les ha mostrado cómo se implementa en el aula, les da una nueva mirada de la enseñanza diferente a la que ellos han tenido, han ampliado su visión de lo que es la geometría y también las matemáticas, lo cual les ha permitido cambiar ese esquema de enseñanza informativo y ese rol de docentes que ellos tenían.

Desde esta perspectiva, para Irene, la calculadora es un nuevo agente de enseñanza.

❖ Rol del maestro

Irene manifiesta que el trabajo del proyecto con calculadoras le cambió el rol como docente en su práctica. Antes de trabajar con la tecnología su clase se reducía a dar una información, unas definiciones, a que el estudiante después realizara unos ejercicios en los cuales supuestamente se veía esa información, y con eso ella esperaba que se desarrollaran los conceptos y el estudiante se apropiara de ellos.

A partir de la capacitación que recibió a lo largo del desarrollo del proyecto, de trabajar en el aula con la tecnología y de la reflexión al respecto se dio cuenta que los estudiantes no mostraban un desarrollo cognitivo adecuado y lo que más desarrollaban era la función memorística. Así empezó a enfocar su trabajo en la clase alrededor de las situaciones problema con Cabri para lo cual se diseñaron talleres en los que se gestione la actividad matemática del estudiante, para construir el conocimiento. De esta manera su rol ya no era dar la información a los alumnos, sino a partir de las actividades que se les proponen, orientarlos para que poco a poco vayan elaborando ese conocimiento. Su rol ahora era el de guía, facilitador y participante del proceso de aprendizaje de los estudiantes. Con respecto a esto ella afirma:

“(...) estamos trabajando de una manera inductiva de situación problema para llegar realmente a un acercamiento a la conceptualización del objeto de estudio que estemos referenciado en ese momento y que involucre el trabajo del estudiante, que implique su participación activa (...). Así se va llevando a que el

estudiante formule o construya un conocimiento matemático mucho mas elaborado y mas claro y con mejores bases, entonces es un proceso en donde el estudiante juega un papel muy importante frente al hecho de que él si ha venido trabajando activamente en esa construcción ”. (4:125)

Además de tener un rol de orientadora y guía del trabajo en el aula, Irene también tiene un rol protagónico en la IE como dinamizadora del trabajo con la tecnología para propiciar cambios en la forma como se enseña cuando motiva a otros docentes a incorporar la tecnología en sus clases, organiza cursos de formación al respecto y además es tutora y asesora de los practicantes.

Uno de los practicantes se expresa al respecto así:

“la profesora nos ha ayudado muchísimo, en la capacitación tecnológica y pedagógica, ya que yo me consideraba mediocre en el manejo de la tecnología y gracias a la asesoría de la ella me ha cambiado muchísimo el pensamiento y lo considero muy importante, también con las lecturas que nos proporcionan nos ayudan muchísimo a pensar de diferente forma, a tratar de enfocar diferente las clases y para mi ha sido muy bueno” (3:12)

6.1.3. Modificaciones en el currículo que enseña

En esta sección se especifican las principales características del currículo que enseña Irene tomando como fuente las entrevistas, las observaciones del trabajo de aula, los documentos impresos entregados por ella a la investigadora y los protocolos de las clases elaborados por Irene y los practicantes como parte de los informes solicitados por el Ministerio para documentar los alcances y resultados del proyecto.

Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos: el enfoque, los contenidos, la actividad matemática del estudiante para aprender y la evaluación del desempeño del estudiante.

❖ Enfoque centrado en la resolución de problemas

Como se ha señalado anteriormente en este documento, el enfoque que Irene le ha dado a la matemática escolar que desarrolla está centrado en la resolución de problemas como ambientes dinámicos que favorecen la apropiación de aprendizajes significativos en el estudiante.

Para esto se diseñan talleres que contienen situaciones problema que el alumno

debe resolver apoyado con la tecnología, para fomentar la participación y el desarrollo de competencias matemáticas del alumno (como interpretar, argumentar, proponer) y en los que ellos vivan y valoren su proceso de construcción del conocimiento. Estas situaciones problema se formulan dentro del currículo establecido en la IE, que es un currículo tradicional, partiendo de los temas propuestos para convertirlos en situaciones problema, que se resuelven usando el recurso tecnológico, lo cual ha sido fundamental para pasar gradualmente de un currículo centrado en contenidos, a uno centrado en la resolución de problemas. Al respecto Irene señala:

“Cualquier tema que uno trabaje, por ejemplo teselaciones, aunque es algo que no esta incluido en el programa, se puede utilizar como pretexto matemático, como situación problema, para trabajar transformaciones en el plano (...) lo importante no es que se enseñe de manera informativa, sino es cómo lograr que el estudiante participe y a través de esa propuesta genere conocimiento matemático, llegue a las simetrías, llegue a las rotaciones, etc., con la orientación del profesor” (4:37)

A continuación se mencionan algunos ejemplos de situaciones problema planteadas por Irene y que fueron trabajadas por los alumnos de sexto grado de esta IE:

- Dado un segmento AB, encontrar y ubicar un punto P por fuera de este segmento de tal manera que se forme un triangulo escaleno.
- Dado un segmento MN encontrar y ubicar un punto P externo al segmento de tal manera que al unirlo con los extremos del segmento forme un triangulo isósceles.
- Construir el segmento MN



Ubicar un punto fuera del segmento que este a la misma distancia de los extremos M y N y que al mover el segmento las distancias se mantengan iguales

Al favorecer la indagación, el análisis y la propuesta de alternativas de solución, los problemas se constituyen en un desafío de carácter atrayente, divertido, y creativo, que permiten al estudiante exteriorizar sus conocimientos previos para generar hipótesis. Al estudiar la información que aparece en un problema, organizarla e identificar las regularidades presentes en la situación, surgen aspectos matemáticos relevantes y se genera nuevo conocimiento.

En conclusión, la estrategia didáctica que se implementa con las situaciones problemáticas es proveer un soporte contextual para hablar de un objeto matemático. Este soporte es el que permite al alumno construir conceptos y descubrir relaciones conceptuales. Los ambientes que provee la calculadora constituyen también contextos significativos para el aprendizaje de las matemáticas, como es el caso de Cabri.

❖ **Contenidos del currículo desarrollado**

El contenido matemático se refiere a aspectos matemáticos implicados en el currículo desarrollado en la IE por Irene.

Para este estudio, los contenidos tienen que ver con tipos de contenidos, selección y/o reorganización de las temáticas, énfasis curriculares de las temáticas y niveles de profundización.

No se hizo un estudio detallado sobre cada uno de estos aspectos ni sobre el currículo de matemáticas establecido por la institución sino que el estudio se basó en lo que se pudo observar a través de las clases, de las entrevistas y de los documentos escritos entregados por Irene (talleres, guías, protocolos).

Como el trabajo con la tecnología realizado por ella se desarrolla en su mayor parte en la geometría, los aspectos del currículo analizados para ver algunas modificaciones se centrarán en esta área de las matemáticas.

Con respecto a los contenidos se encontró lo siguiente:

- Como lo expresa claramente Irene y lo evidenciamos a través de las observaciones a las clases, los protocolos de la profesora sobre el desarrollo de sus clases y al diálogo con los practicantes, la clase ya no se centra sólo en enseñar contenidos de la manera tradicional sino que tiene en cuenta las temáticas que están propuestas para cada grado en el currículo institucional, pero los aborda desde el punto de vista del desarrollo de competencias.

Las competencias constituyen el verdadero quehacer matemático que se genera a partir del contexto de situación problema y mediado por la tecnología e implican una integración de **conocimientos de tipo conceptual, procesual, procedimental, de habilidades, actitudinal entre otros.**

Según Irene “Debe ser un currículo centrado en competencias, como el razonamiento, la resolución de problemas y la argumentación, que es lo que hemos venido planteando a nivel de la mediación de la tecnología, pero si bien a nivel temático yo no

puedo definir cuáles son los temas que irían o no irían, la tecnología me condiciona lo que yo estoy trabajando para poder desarrollar esa temática” (4:146)

- Las **temáticas** están relacionadas con los pensamientos matemáticos propuestos en los Lineamientos Curriculares. Al respecto Irene dice que tiene en cuenta las temáticas que están propuestas para cada grado en el currículo de la institución, pero las aborda desde el punto de vista del desarrollo de competencias.

En realidad los temas del currículo son los mismos, pero Irene los ha reorganizado y hace algunos con énfasis para abordarlos.

Los siguientes temas de geometría del currículo vigente fueron abordados para aprenderlos a través de la mediación de Cabri.

Rectas: Paralelas, perpendiculares, Secantes, Independientes

Ángulos: Noción de ángulo, ángulos complementarios, ángulos suplementarios, ángulos congruentes.

Triángulos: Concepto, clasificación, líneas notables, Teorema de Pitágoras, área, perímetro.

Cuadriláteros: Paralelogramos (Rectángulos, rombos, cuadrados, romboides), trapecios y trapezoides.

Transformaciones en el plano: Rotaciones, traslaciones, simetrías, reflexiones

Sin embargo la mayoría de alumnos de sexto grado ven el trabajo en geometría como un tema nuevo para el currículo dado que en los años anteriores, no lo habían visto. De la misma manera consideran un tema novedoso para aprender, el manejo de herramientas. Al respecto afirman:

“para mi la clase de geometría con las calculadoras me parece muy buena porque yo no sabía nada sobre geometría” (1:5)

“...lo que me ha gustado de la clase es que uno aprende a manejar aparatos que uno nunca había visto...” (1:3)

- Irene manifiesta que de acuerdo con la nueva visión que ella tiene sobre las matemáticas escolares, ha procurado **reorganizar las temáticas del currículo** que la institución tiene estructurado, tomando como ejes el pensamiento geométrico y el pensamiento variacional, para abordarlos con las tecnologías, y que alrededor de éstos se trabajen los demás temas del currículo. Estos dos ejes le parecen pertinentes para trabajar el currículo porque le permiten integrar temas sin preocuparse por el tiempo ni por abordar muchos temas.

Por ejemplo el tema de las teselaciones condujo a los estudiantes a un estudio de fondo de las transformaciones, como la simetría, la rotación, la traslación mirando sus características, los elementos que las determinan, cómo se realizan en el plano, composiciones entre ellas y algunas aplicaciones. Estos aspectos no se veían en esa información que el profesor proporcionaba al estudiante. Así el currículo se va modificando por lo menos a nivel de la reorganización de los temas que se han abordado.

La información recolectada no permitió conocer en detalle más sobre este aspecto, en especial no se tuvo mucha información sobre lo desarrollado en el pensamiento variacional.

De esta manera alrededor de un eje se pueden trabajar en forma integrada y secuenciada una serie de contenidos y temáticas permitiendo cada vez mayores niveles de profundización. Según su experiencia, Irene afirma que la geometría posibilita que el estudiante interprete de una manera más cercana otros campos de la matemática.

- Con respecto a **los énfasis curriculares de las temáticas** Irene menciona darle mucha relevancia a lo siguiente:
 - Al manejo de representaciones geométricas y que estén muy asociadas con todo lo que ellos están trabajando alrededor de otras representaciones, para que el estudiante a través de lo geométrico, construya otros conocimientos. Cabri permite establecer la diferencia entre el dibujo (representación estática) y el objeto geométrico (representación dinámica) lo cual favorece la conceptualización mediante el reconocimiento de propiedades y relaciones.
 - A las construcciones geométricas que se configuran como problemas de geometría, cuya solución requiere listar los pasos del procedimiento utilizado, de tal manera que las propiedades geométricas subyacentes a los comandos de Cabri, salen a relucir. Las construcciones se convierten en los objetos de “experimentación” sobre la teoría y así se da la entrada a la geometría como un sistema conceptual.

Los siguientes son ejemplos de construcciones geométricas que los alumnos de la IE han trabajado en la clase de geometría con Irene:

Construya un cuadrilátero cuyos ángulos sean iguales y soporte el movimiento.

Construya un cuadrilátero cuyos lados sean iguales y soporte el movimiento.

Construya un cuadrilátero cuyos lados y ángulos sean iguales. Soporte el movimiento.

Construya un cuadrilátero con dos lados opuestos paralelos y los otros dos lados opuesto no paralelos y soporte el movimiento..

Construya un trapecio con dos ángulos rectos y soporte el movimiento.

Construya un trapecio cuyos lados no paralelos tienen la misma longitud y soporte el movimiento.

Construya un cuadrilátero que no sea ni paralelogramo ni trapecio y soporte el movimiento.

Una alternativa que nos proporciona la geometría dinámica es la elaboración de una definición a partir de tareas de construcción de figuras. La necesidad de producir la figura, desplaza la atención de los dibujos que ilustran lo que es la figura, hacia el proceso de construcción, es decir, hacia sus propiedades características. De esta manera, las características usadas para evitar la deformación, así como otras propiedades que se hacen visibles al arrastre, se constituyen en la base para construir una definición, que será útil en procesos de resolución de problemas o de demostración, en tanto son componentes estructurales de las figuras. Con estas tareas los alumnos llegaron a definir las propiedades de los diferentes cuadriláteros.

- A la organización de la información que se les da en un problema a través de tablas, para lograr una mejor interpretación del mismo.

También menciona tareas o aspectos en los que hace menos énfasis como son las tareas de naturaleza algorítmica y de mecanización como ejercicios rutinarios y las tablas de multiplicar y los casos de factorización que debían ser aprendidos de memoria.

“Ya se me quitó de la cabeza la idea cuadriculada que los niños tienen que saberse todos los casos de factorización y las tablas de multiplicar de memoria. La vida no son números, son situaciones problema y a partir de ahí es que se habla de matemáticas” (2:17)

En la siguiente expresión, Irene señala en resumen las modificaciones que se están haciendo al currículo mediado por la tecnología:

“...a nivel de álgebra, de geometría y a nivel general lo que se trata es de desarrollar procesos argumentativos, y procesos de manejar

representaciones, de no quedarnos únicamente en lo algorítmico sino que ellos posibiliten la transposición de algunos elementos, de algunos referentes a nivel de una representación para que pueda ser llevado a otra representación, tratamos de articular representaciones, tratamos que la geometría viva en lo algebraico, en lo numérico, en lo métrico, para que tenga no una segmentación de los temas que este viendo, sino para que tenga una matemática desde el punto de vista integral” (4:33)

Expresiones como las siguientes dejan ver la importancia de la tecnología para modificar el currículo por parte de profesores y practicantes y un cambio en las concepciones sobre el currículo que tienen los profesores, impulsados por el trabajo con las calculadoras.

“...he llegado a la conclusión de que sí realmente la calculadora conlleva a un mayor aprendizaje pero entonces es necesario cambiar el currículo si vamos a continuar con el manejo de la calculadora. (profesores) (2:15)

“En una de las clase yo vi clasificación de ángulos por posición, hice talleres con la calculadora..., yo nunca pensé que la experiencia fuera tan enriquecedora, los muchachos mostraban actitudes que uno nunca se podía imaginar y de esa experiencia que pensaba, que solamente pudiera haber un solo tema, se mostraron bastantes o sea cosas que ni siquiera en el grado se debían ver, pero que eran provechosas para el pensamiento de ellos” (practicantes) (3:13)

❖ Actividad matemática del estudiante

Los docentes, practicantes y alumnos de la IE están de acuerdo en que al introducir nuevas tecnologías, como la calculadora, en la clase y a partir del enfoque de resolución de problemas, se termina produciendo una nueva actividad matemática del estudiante al aprender, dado que permiten a los alumnos "la experimentación". Así la clase se convierte en un laboratorio, en el cual las matemáticas se experimentan dando oportunidades para observar, hacer predicciones, lograr representaciones, validar hipótesis, controlar variables, etc.

Por ejemplo, el software dinámico Cabri, constituye un micromundo de experimentación que propicia la interacción concreta del alumno con los objetos geométricos, y facilita la construcción del conocimiento. Así se constituye en un ambiente en el cual los estudiantes se animan a conjeturar, crear imágenes, argumentar y justificar. También les permite usar los errores constructivamente para dinamizar su proceso de aprendizaje.

Tanto Irene como los practicantes señalaron algunas características de esa nueva

actividad matemática del estudiante en su proceso de aprendizaje. Esto se expresó a través de algunos desempeños de los alumnos y evidencias de los mismos, que dan cuenta de avances significativos en cuanto a su aprendizaje como consecuencia de la actividad que desarrolla mediada por Cabri.

- *Una mayor comprensión de los conceptos geométricos y mayor motivación por el aprendizaje. Esto les permite sacar conclusiones y en algunos casos adelantarse anticiparse a conclusiones que los docentes no se esperaban.*

La información que obtienen de la calculadora, cuando utilizan las opciones de los diferentes programas, les permite enfrentarse a la construcción de conceptos de forma diferente a como lo harían en un contexto de papel y lápiz y llegar a una conceptualización influenciada por dicha mediación.

Al usar el programa Cabri, la mayoría de conceptos geométricos son vistos como invariantes, pues el dinamismo del software permite reconocerlos como aquellas propiedades que se mantienen una vez se arrastran los objetos de la construcción o como lugares geométricos.

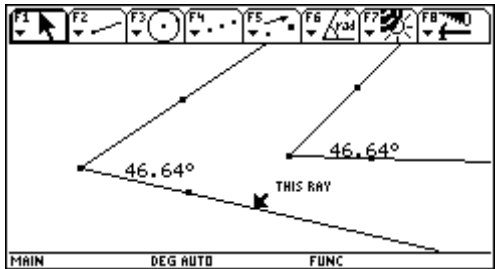
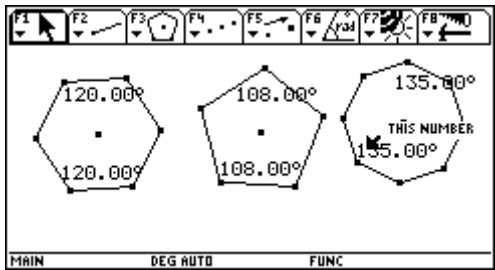
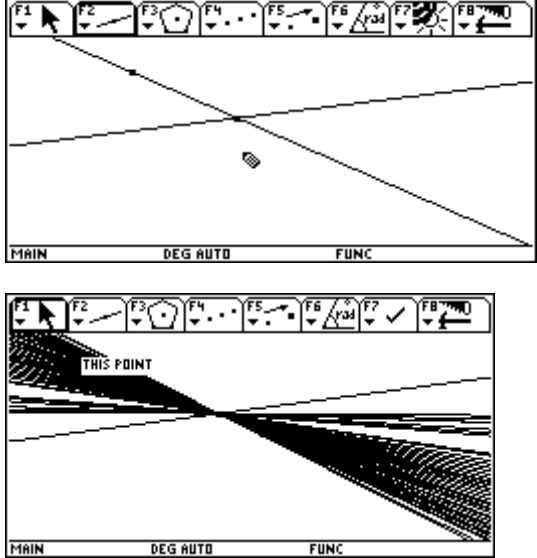
Por ejemplo, para los alumnos de grado noveno de esta institución, un cuadrado es un cuadrilátero cuyos ángulos y lados se mantienen congruentes ante cualquier movimiento, o la mediatriz de un lado de un triángulo es el lugar geométrico de puntos que equidistan de los vértices de ese lado.

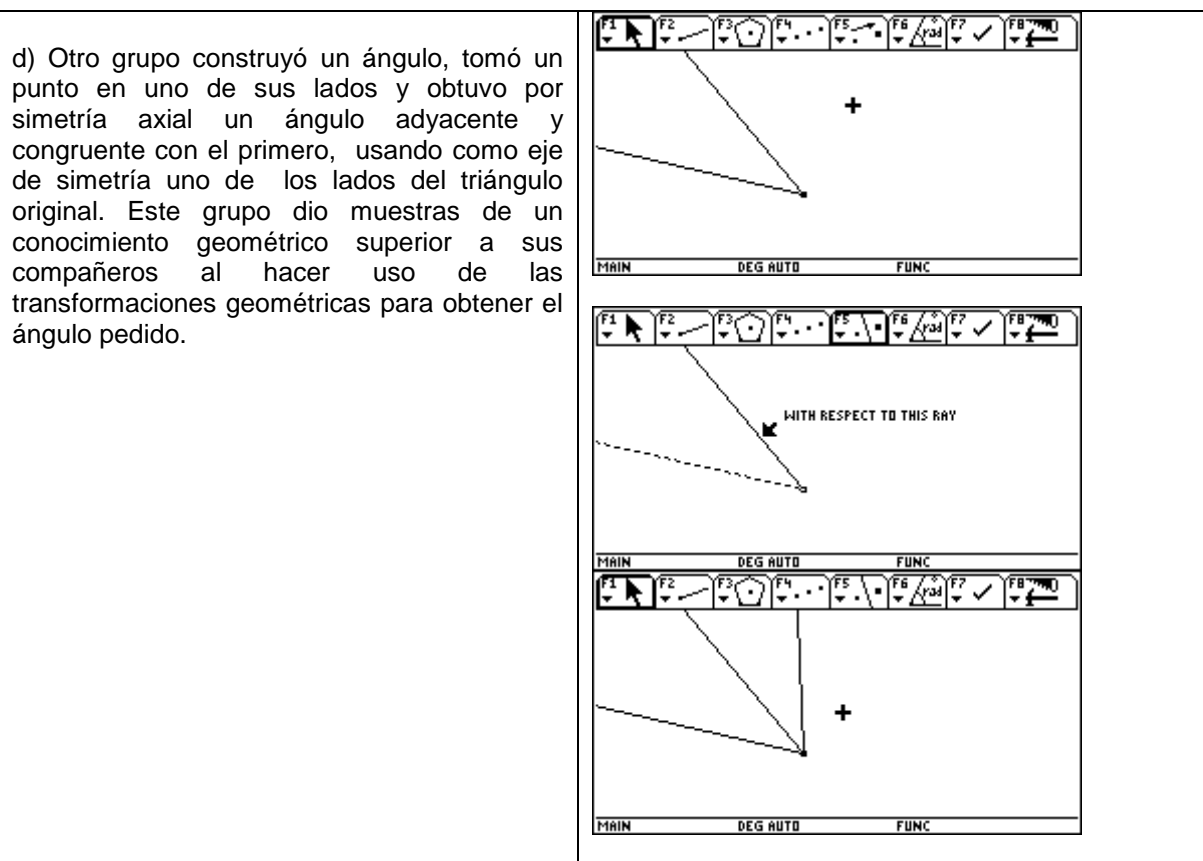
- *Frente a un problema que se le proponga el estudiante desarrolla estrategias novedosas para abordarlo, aprovechando la mediación instrumental para tomar la iniciativa de inventar y aplicar procedimientos como se observó en el siguiente caso.*

Ante la tarea de construir ángulos congruentes, estudiantes de grado octavo desarrollaron las siguientes estrategias⁸:

⁸ El trabajo de sistematización de esta experiencia fue realizado por Irene con el apoyo del coordinador del proyecto por parte de la UPN.

Cuadro 9. Estrategias para construir ángulos congruentes

<p>a) Inicialmente, la mayoría de estudiantes construyó dos ángulos cualquiera, los midieron y luego arrastraron los lados hasta obtener la misma medida. Esta estrategia hace uso de las opciones de medición de ángulos y fue útil para revisar el concepto de congruencia. Sin embargo se les sugirió buscar otra forma de producirlos de tal manera que la medida no interviniera y que la congruencia se mantuviera ante el movimiento de los objetos construidos.</p>	
<p>b) Un grupo construyó polígonos regulares y mostró que todos los ángulos internos eran congruentes. Esta estrategia fue aceptada por los compañeros pero la profesora objetó que, construidos de esa manera, no era posible alterar su amplitud, por lo que la solución era algo restrictiva.</p>	
<p>c) Otro grupo construyó dos rectas intersecantes e indicó dos ángulos opuestos por el vértice. Esta estrategia, así como la de otro grupo que construyó ángulos entre paralelas cortadas por una transversal fueron consideradas importantes, pues se constituyeron en herramientas geométricas de identificación de ángulos congruentes. Para verificar la congruencia aprovecharon la opción de arrastre y analizaron el barrido de una semirrecta sobre la otra.</p>	



Lo que reafirma este tipo de experiencias de clase es que las opciones que brinda la calculadora juegan un rol importante en el transcurso de una estrategia a la otra: generalmente se comienza con estrategias elementales y de carácter visual pero, como los recursos a disposición de los alumnos explicitan propiedades matemáticas, comienzan a trabajar con base en invariantes espaciales o numéricos lo que detona una búsqueda sistemática de carácter matemático. En ese sentido la presencia de la calculadora permite una mejor apropiación del ambiente de resolución de problemas pues genera una dinámica favorable ante la búsqueda de formas variadas de solución y la exploración de las debilidades y fortalezas de las diversas formas de solución así como la postura crítica frente a las estrategias planteadas.

- *Descubrir relaciones matemáticas y usarlas en la búsqueda de regularidades y producción de conjeturas*

La presencia de las calculadoras posibilita la construcción de escenarios en donde los estudiantes puedan coordinar sus ideas informales con ideas más formalizadas. En ese sentido proporcionan experiencias visuales que exteriorizan relaciones matemáticas en juego, posibilitando la construcción del sentido de las mismas y su uso en la formulación de conjeturas.

Por ejemplo, al trabajar en un problema de variación de la altura de un líquido en dos recipientes cuando se introduce éste a volumen constante, una alumna de grado décimo de esta Institución elaboró tablas numéricas, una con información sobre la variación de la altura cuando el recipiente es cilíndrico y otra cuando el recipiente es cónico (con la parte ancha abajo).

A partir de las tablas, estudió las diferencias en los valores de las ordenadas para diferencias iguales de los valores del tiempo, estableció la relación entre la razón de cambio constante, con el coeficiente de la variable independiente y usó esto para hallar una razón de cambio promedio en el caso del recipiente cilíndrico.

Se introdujo así en los terrenos de la derivada como una razón de cambio, de manera intuitiva, con lo que probablemente podrá comprender mejor la formalización posterior realizada en cálculo.

- *Generar nuevas formas de participación en la construcción del conocimiento matemático*

Con la presencia de las calculadoras en las clases de matemáticas, la profesora y los practicantes dan cuenta de los cambios en los patrones de participación de los estudiantes y reconocen que el trabajo con la tecnología les ha hecho tomar conciencia de que la enseñanza tiene una responsabilidad en el aprendizaje de patrones de participación que contribuyan directamente en la forma en que los estudiantes mismos toman la iniciativa y se responsabilizan de su aprendizaje.

Al producirse un cambio en el esquema de trabajo en las clases se aprecia cómo las contribuciones individuales se potencian con la intervención de los compañeros y se avanza colectivamente en la construcción del conocimiento. Cada persona aporta con sus puntos de vista y su valoración sobre las estrategias de los compañeros y orientan la discusión permitiendo un desarrollo mayor que cuando las personas trabajan solas.

Las siguientes expresiones de docentes y practicantes refuerzan lo observado y expresado anteriormente en cuanto al cambio en la actividad matemática de los alumnos:

“...viendo los chicos con los que hemos trabajado con la calculadora o con el computador, me he dado cuenta que son niños que saben argumentar muy bien, saben analizar y saben discutir una respuesta que se da a determinada situación, que es cosa que no veo con los estudiantes a los que le dicto clase magistral... “. (2:14)

“Un factor que considero muy importante con la calculadora es la argumentación, ellos argumentan lo que hacen, ellos les gusta dar

ese tipo de explicaciones de lo que están haciendo, la calculadora los obliga a hacer eso y uno también cuando esta dirigiendo lo que busca es la argumentación, y ahí van trabajando lenguaje, la forma de expresión, algo que es bien difícil para ellos es expresar lo que ellos piensan o escribir, sobre todo el expresar lo que ellos entienden y lo que ellos piensan”. (3:17)

“...ahora con la tecnología en la clase le doy más importancia al manejo de procedimientos, de procesos, de representaciones, de la comunicación, de la argumentación, de la visualización en geometría, de la observación, de darse cuenta qué hay mas allá de lo que se le esta presentando y hacer propuestas de tal manera que el alumno participe activamente, y que él este creando matemática...” (4:124)

“el estudiante ahora habla, construye frases, hace composiciones, no solamente escribe la matemática a partir de representaciones simbólicas, de expresiones matemáticas sino que la matemática la comunica, la explica, la siente como parte de ese mundo en el que esta viviendo” (4:42)

“Le doy mucha importancia a la comunicación y a que en esa comunicación ellos sepan expresarse, ellos sepan comunicar sus ideas, ellos entiendan la preguntan, si no la entienden se reformula nuevamente pero que ellos traten de comunicar esa propuesta que esta tratando de abordar en la solución de ese problema”.(4:49)

Así mismo Irene es muy conciente de la importancia y urgencia de proponer nuevas tareas matemáticas (problemas, investigaciones, ejercicios, proyectos, construcciones, aplicaciones, producciones orales, ensayos, escritos, etc.) a los estudiantes para propiciar su aprendizaje si se busca generar la actividad matemática antes descrita. Dichas tareas son el punto de partida para el desarrollo de su actividad matemática.

De acuerdo con lo mencionado en esta sección, la resolución de situaciones problemáticas es ahora parte de las nuevas tareas matemáticas en el salón de clase. Dadas las posibilidades que la calculadora ofrece al estudiante desde el punto de vista de las estrategias que él puede utilizar para realizar una tarea, Irene diseña y utilizar tareas más adaptadas a estas circunstancias, como las que se analizaron anteriormente. Los algoritmos y las tareas de carácter puramente simbólico en las que se conoce con anterioridad el procedimiento para obtener una única respuesta, pierden sentido para la Irene.

Según Irene se hace necesario que las nuevas tareas profundicen en el conocimiento a enseñar (complejidad de los objetos y los procesos matemáticos

involucrados), propicien el desarrollo de competencias y tengan en cuenta y potencien la multiplicidad de estrategias que el estudiante tiene ahora a su disposición. Algunos ejemplos de estas tareas propuestas a los alumnos por Irene, están centrados en las construcciones geométricas con Cabri, como se expuso antes.

❖ *Evaluación del desempeño de los estudiantes*

Las prácticas de evaluación del desempeño matemático de los alumnos es otro de los cambios que han venido dándose con la incorporación de la tecnología en el currículo de matemáticas. El aprendizaje de los alumnos a través de resolución de problemas mediado por las calculadoras, la actividad matemática del estudiante propiciada por nuevas tareas, motivaron la reflexión de Irene y el cambio en la evaluación.

En este sentido el trabajo que ella ha adelantado muestra cambios en cuanto al propósito de la evaluación, la planeación de la evaluación, las formas de evaluación, las formas de registrar la información y para qué se usan los resultados de la misma.

En cuanto a **los propósitos**, la evaluación dejó de ser exclusivamente una herramienta para clasificar a los estudiantes y pasó a asumir un papel de medio de comunicación entre el profesor y los estudiantes que ayuda al primero a comprender mejor lo que los estudiantes conocen y saben hacer de matemáticas y a los segundos a que den razón de sus propios avances y dificultades, le ayuden a identificar sus intereses, potencialidades, metas y factores del contexto que han propiciado su avance y contribuya a detectar caminos para solucionar los problemas que han encontrado.

Irene y los practicantes elaboran conjuntamente unos diarios de campo para registrar la información sobre el desarrollo de la clase y sobre el desempeño de los alumnos. Se espera tener información sobre el desarrollo de la situación problemática propuesta para el aprendizaje de los alumnos: si está o no contextualizada, si hay algunos conocimientos que ellos no manejan y es necesario replantearlos, y qué dificultades hubo frente a la propuesta que se hizo.

Para valorar el desempeño activo de los estudiantes Irene toma como punto de partida la interacción con los estudiantes, el diálogo y la observación al trabajo realizado por los alumnos tanto individualmente como en parejas.

Una de las principales **fuentes de información** sobre el desempeño del estudiante lo constituye el cuaderno del alumno, que es como un portafolio donde encuentra diferentes tipos de tareas e informes escritos elaborados por el estudiante, entre ellos los talleres desarrollados, las aplicaciones posibles que

pueda hacer, sus logros, las respuestas y explicaciones que escribe. En ese diálogo con el alumno es que va evaluando el desempeño matemático del estudiante y puede darse cuenta de sus logros y dificultades. El cuaderno es muy importante para Irene ya que le permite a los estudiantes demostrar su aprendizaje y su comprensión de ideas más allá de hechos y conocimientos. Al respeto manifiesta

“... yo lo que miro es el trabajo activo del niño, por eso yo le decía que para mí el cuaderno es muy importante, en el cuaderno está el taller desarrollado y en el taller yo miro qué hizo el estudiante y eso lo voy evaluando y entonces considero que si el estudiante está participando activamente, yo estoy evaluando la actividad que está desarrollando...” (4:68)

Además del cuaderno también evalúa lo que escriben en el tablero, lo que expresan oralmente, las preguntas que formulan con respecto a las dificultades que tienen y la participación activa en el trabajo por parejas para resolver las situaciones planteadas en los talleres. De esta manera la profesora cambió las evaluaciones tradicionales por nuevas formas de evaluación a partir de las situaciones problemáticas como los escritos, los portafolios y las exposiciones orales, entre otras. Ella afirma:

“Lo que menos hago son evaluaciones escritas, porque las pruebas ya me parecen sin sentido” (4:133)

A través del análisis de una actividad realizada por Irene y su grupo de trabajo documentamos algunos de los cambios hechos por ella en la evaluación

Desde el comienzo del proyecto, se incluía en las unidades de enseñanza una sección sobre estrategias de evaluación y en algunos casos se realizó un análisis de la experiencia de aula para cada aspecto del currículo desarrollado.

A continuación se presentan **las estrategias de evaluación** previstas para la actividad:

“Construir un par de ángulos congruentes, cuya congruencia se mantenga ante cualquier movimiento de los objetos de la construcción”

Cuadro 10. Estrategias de evaluación para ángulos congruentes

Qué observar	Cómo observarlo	Cómo registrarlo
<p>a) Procesos cognitivos</p> <p>- Apropriación de la noción de ángulos congruentes.</p> <p>- Identificación de pares de ángulos sin medirlos.</p>	<p>a) Estrategias comunicativas para los alumnos, en relación con el lenguaje que utilizan para comunicar sus ideas a los demás y cómo van incorporando el lenguaje matemático en sus explicaciones.</p> <p>Uso de las representaciones ejecutables: evidencias de algún proceso experimental para buscar la solución al problema (deformación de figuras para buscar pares de ángulos congruentes)</p> <p>Formas argumentativas: ¿hacen uso de ejemplos específicos para validar sus afirmaciones? ¿Qué tipo de ejemplos usan? ¿Escogido al azar, ejemplo especial o genérico?</p>	<p>Protocolo</p> <p>Conclusiones de los niños</p>
b) Actitudes	b) Manifestación de emociones, interacciones con los compañeros, seguridad en sí mismo.	
Impacto tecnología	Versatilidad en el uso del recurso Modificación del ambiente Argumento mediados por la herramienta	Protocolo
Actividad en sí		En relación a las metas

En la unidad de enseñanza se describe entre otros, la forma de evaluar y lo que se evalúa, se determinan los aspectos o competencias que se van a evaluar con algunos indicadores.

Por ejemplo para valorar el aprendizaje de los alumnos sobre la congruencia de ángulos se destacan como aspectos para evaluar la comunicación, las representaciones y la argumentación con sus respectivos indicadores.

Veamos los indicadores para el caso de la argumentación:

- Sus explicaciones se basan en observaciones perceptuales puntuales.
- Sus argumentos se basan en acciones sobre una figura que se ve como representante de una familia. Sus explicaciones se soportan en las figuras que observan.
- Sus argumentos se basan en generalidades. Se abandona la figura.

En el análisis de la experiencia se relatan los acontecimientos de las clases, haciendo un seguimiento desde los primeros acercamientos del estudiante a la solución, hasta los planteamientos más elaborados. Se puntualizan las conclusiones que los estudiantes dan con el lenguaje que utilizan, con el fin de llevar un registro del proceso de aprehensión del conocimiento, lo cual sirve para analizar si han mejorado en la utilización del lenguaje matemático. También se

plantean las dificultades que se presentaron en la clase para, buscar estrategias que permitan superarlas en próximas actividades.

La sistematización de la información recogida en el aula, se hizo a partir de la observación y parte se consignó en el protocolo del Anexo H, en el que aparecen las preguntas de los docentes, las respuestas de los alumnos y los procesos de comunicación (lenguaje verbal, escrito, representaciones icónicas, tabulares, gráficas, etc.) que se utilizaron en la clase de matemáticas para posteriormente ser analizadas y tener resultados sobre el aprendizaje de los alumnos.

La evaluación del aprendizaje matemático de los estudiantes ha permitido a Irene recolectar información que le ayuda a evaluar el avance en la consecución de los objetivos del programa en cuanto a métodos y contenidos y así saber cuáles son los progresos, qué es lo que hay que reforzar, cuáles son las dificultades, errores y malas interpretaciones de los alumnos que no permiten la apropiación de sus aprendizajes, para así tomar decisiones significativas que le permitan mejorar la enseñanza y promover el aprendizaje de sus alumnos.

6.1.4 Comunidad de práctica en el aula

De las entrevistas y las observaciones de la clases realizadas se evidencia que las prácticas matemáticas generadas en el aula, mediante las interacciones entre el Irene y los alumnos y el conocimiento matemático a propósito de las tareas matemáticas que se desarrollan en el aula, definen una comunidad de práctica, que puede ser entendida como el conjunto de significados compartidos y que determinan una manera de comportarse. Algunas características de esta comunidad son las siguientes:

- a) **Las prácticas matemáticas que se desarrollan en el aula están caracterizadas por las interacciones entre la profesora y los alumnos y entre los alumnos entre sí.** Irene y los alumnos se comprometen en actividades y discusiones conjuntas encaminadas a lograr el aprendizaje de las matemáticas mediada con tecnología de los alumnos. Esto se ha dado a través de la interacción permanente entre los distintos miembros de esta comunidad, quienes se ayudan uno al otro, comparten información y experiencias y así van creando oportunidades para negociar significados y construir relaciones.

En la clase hay una interacción permanente entre los alumnos y entre estos e Irene en donde no solamente ella habla y decide sino que los alumnos también lo hacen.

En *la interacción docente - estudiante*, Irene intenta lograr una participación de todos los estudiantes, aún de los que no hablan. Algunos estudiantes participan

más a través de sus escritos, en los que tienen la oportunidad de releer para ver si sus ideas están claras antes de compartir lo escrito con todos a través de la lectura.

Al respecto los estudiantes de sexto grado manifiestan:

“Cuando nosotros no entendemos algo, la profesora nos ayuda, nos hace entender para tener lógica en lo que vamos a expresar y nos da enseñanzas con la calculadora...” (1:1)

“...pero hay veces que uno explica mal y la profesora a uno le explica que esto y lo otro con la calculadora para entender mejor”. (1:2)

La interacción entre estudiantes, tiene un gran valor para Irene como ya se dijo anteriormente. Esta interacción se da entre parejas y entre grupos cuando todos enfrentan la tarea de aprender matemáticas a través de la discusión y solución de una situación problemática. En la medida en que haya ese dialogo entre ellos, sus conocimientos van evolucionando y se va logrando las metas propuestas para su aprendizaje.

En el informe del proyecto “La Tecnología, agente de cambio de las prácticas educativas en matemáticas” presentado al IDEP Irene, ella afirma:

“Los problemas se constituyeron en un desafío para el estudiante y le permitieron utilizar sus conocimientos previos para generar hipótesis como posibles soluciones, que luego fueron validadas mediante la socialización.

El intercambio colectivo condujo a la argumentación de ideas y a la apropiación de conocimientos que modificaron la estructura conceptual y ampliaron la red conceptual de los estudiantes” (4:128)

En la interacción entre los diferentes miembros, unos con otros, se desarrollan las capacidades cognitivas y se promueven actitudes y valores.

- b) Se perciben normas que regulan el funcionamiento de las clases y la interacción en el aula,** que son la base para establecer la manera en que las tareas se usan para aprender; y cómo se generan patrones de conducta de los alumnos en la clase. Algunas de estas normas son propuestas por la profesora, por lo tanto son explícitas y conocidas por todos mientras que otras no. De todas maneras son los valores que se transmiten y se establecen mediante las prácticas cotidianas en las clases y van constituyendo parte de la cultura. Aparecen normas sociales y sociomatemáticas, de acuerdo con la propuestas de Cobb y Jackel (1996).

❖ **Normas Sociales**

Estas normas son en su mayoría establecidas por Irene y contribuyen a un buen funcionamiento de las clases. Se destacan las siguientes:

- La puntualidad de los alumnos para comenzar y terminar la clase.
- La asistencia a las clases permanentemente. Hay un control estricto de la asistencia, como lo afirma Irene:

“se hace un llamado a lista porque hay niños que les gusta evadir clase, entonces por lo menos la clase de matemática no la evaden, pero la idea es que se sientan siempre motivados” (4:131)

- El salón donde se haga la clase debe estar siempre organizado de tal manera que sea un ambiente agradable que motive a los estudiantes a aprender matemáticas.

Se dispone de dos espacios físicos para trabajar, que son la sala de de las calculadoras, en la que se desarrollan la mayoría de las clases y el salón de los niños. En este sentido Irene expresa:

“Me gusta ver un ambiente que sea agradable visualmente, que este decorado, que este limpio, que este bien organizado. Los llevo a la sala de calculadoras, y cuando me toca en el salón de los niños, yo trato de organizar primero el salón y tenerlo visualmente presentado” (4:130)

“Los practicantes nos colaboran en la decoración de la sala de las calculadoras, entonces hemos tratado que haya frases reflexivas, que nos ayuden a que ellos se interesen por la matemática, que se interesen por su formación” (4:8)

Con esto Irene busca y procura que el trabajo con la calculadora vaya unido con el amor a aprender, al cuidado del medio ambiente, a que el conocimiento vaya acompañado de la calidad de vida, a que se tenga todo el material posible en buen estado. Así se exige a los alumnos que no rayen las paredes ni los escritorios, que mantengan siempre limpio el salón, lo cual se ha logrado.

- Con los de sexto es obligatorio el trabajo con la calculadora por lo menos un día a la semana. Dado que no es posible destinar las herramientas computacionales a un solo grupo ni grado, se tiene organizado su uso de tal manera que el mayor número posible de alumnos aprendan matemáticas mediadas con estos recursos. Los alumnos piden trabajar con esta herramienta.
- Se le da mucha importancia al cuaderno, como ya se mencionó

anteriormente. Irene dice:

*“Nos gusta que lo tengan muy bonito, con colores que estén los talleres pegados, que esté registrado lo que hacen en la clase, que se fijen en la redacción y la ortografía, que sea una cosa que muestre y que sea evidencia del trabajo y del aprendizaje que van teniendo”
(4:6)*

- El trabajo con la calculadora inicialmente se debe realizar por parejas. Posteriormente, la socialización y la puesta en común, se hacen entre grupos y con toda la clase.

El trabajo por parejas proporciona la posibilidad de que se establezca una interacción significativa entre los alumnos, que pueden intercambiar impresiones entre sí, con miras a la resolución de la tarea propuesta, como lo manifiesta Irene:

*“Siempre los pongo a trabajar de a dos estudiantes porque a mi me parece que la riqueza está en que si hay una actividad, una situación problema la propuesta de ambos sea discutida, sea construida a partir de las opiniones de cada uno.....Así posibilito que siempre haya ese dialogo entre ellos como primera instancia y después cuando se hace la socialización entonces los estudiantes presentan su construcción, su propuesta, sus argumentos y los demás escuchan, los demás validan también lo que ellos realizan”
(4:44)*

- Hay especial interés en que los alumnos siempre se sientan motivados para la clase de matemáticas. Una forma de mantenerlo es disponer de material didáctico y de los implementos mínimos necesarios para trabajar en la clase.

Irene y los practicantes han elaborado parte de este material y el colegio poco a poco ha ido mejorando la dotación.

Se cuenta con fichas para trabajar con el triángulo de Pascal, pilas para calculadoras, televisor, bombillitos para el retroproyector, material para el manejo de fracciones, entre otros. Se trata de utilizar todo material disponible y tener como un laboratorio de matemáticas.

❖ **Normas sociomatemáticas**

Están relacionadas con el enfoque y el proceso de enseñanza.

- Al interpretar y resolver un problema es muy importante la forma como se organiza la información, lo cual se hace a través de tablas a solicitud de Irene como ya se había mencionado antes en los énfasis en los contenidos del currículo.
- También se le da importancia a la comunicación al resolver un problema, especialmente a que a través de lo que los estudiantes van expresando se pueda percibir la forma como lo van abordando. Ella afirma:

“... que ellos sepan comunicar sus ideas, entiendan la pregunta, si no la entienden se reformula nuevamente pero que ellos traten de comunicar esa propuesta que esta tratando de abordar en la solución de ese problema” (4:128)

- Otra forma importante de expresar sus ideas y soluciones dadas a los problemas y demás tareas propuestas para el aprendizaje es la escritura, actividad que no ocurría antes en las clases de matemáticas. Así se tiene una mayor conciencia sobre lo que están comprendiendo y a la vez que la ideas sean claras y comprensibles para los lectores.

Irene tiene en cuenta las anotaciones en el cuaderno y en el tablero y piensa que desempeñan un papel estructurante, muchas veces decisivo, en las actividades del aprendizaje. La producción escrita de los alumnos no sólo se reduce a la realización de cálculos necesarios para resolver un problema sino que a solicitud de esta profesora, han iniciado a redactar informes o ensayos, cortos en el cuaderno justificando y explicando sus razonamientos.

De esta manera Irene puede darse cuenta de las estrategias seguidas y del nivel de desempeño del estudiante. Al respecto Irene afirma:

“Si ellos tiene una idea para solucionar un problema o para abordar una solución temática pues que primero la escriban y que la lean y miren a ver si están entendiendo lo que ellos quieren proponer y entonces ahí uno se da cuenta también si el estudiante tiene claro la estrategia que está proponiendo y entonces uno puede también entrar a formular las preguntas necesarias para que el estudiante empiece a generar un proceso de solución a una situación dada”.
(4:55)

- Para la discusión en la construcción de conocimiento matemático en forma compartida se exige tener argumentos fuertes y válidos que aporten y den pautas para revisar y enriquecer los resultados y conclusiones de los grupos. Al mismo tiempo se tiene cuidado en no descalificar a los otros compañeros. Esto se manifiesta en la siguiente expresión Irene:

“Nosotros no somos jueces para determinar si eso está bien o eso está mal, sino simplemente emitimos opiniones de tal manera que vayan acompañados de un argumento fuerte, para que el estudiante o la pareja pueda revisar y pueda a partir del cuestionamiento que se le haga mirar si lo que está hecho está bien o mal. Que sea él mismo quien juzgue si está bien o mal, pero si es a partir de la comunicación entre ellos”. (4:46)

c) Hay un reconocimiento por parte del profesor al trabajo de los alumnos.

El aprendizaje de las matemáticas requiere un ambiente en el que los alumnos puedan expresar con facilidad sus dudas y sugerencias, en el que se sientan respetados y valorados, y contribuyan a un trabajo colectivo. Esto implica la capacidad del profesor para valorar sus ideas, animar a que participen y respetar sus diferencias y dificultades. El uso de la calculadora permite desarrollar un ambiente de trabajo participativo, en el que se lleva a cabo una actividad matemática rica y estimulante.

En este contexto, Irene considera importante el reconocimiento del trabajo de los alumnos para generar comunidad de práctica en el aula. Esto incluye la discusión entre todos de las tareas, en revisar lo que hacen individualmente y en los grupos, revisar y orientar las dinámicas del trabajo en grupo, escuchar, interpretar, preguntar y dar respuestas a los niños.

Específicamente en **la revisión de las tareas** ella realiza una discusión entre todo el grupo alrededor de las respuestas y hallazgos encontrados a cada una de las tareas propuestas y resueltas por los estudiantes tanto en el aula como en la casa.

Dada la importancia que Irene le da a lo que el alumno registra en el cuaderno, periódicamente lo revisa, no sólo la presentación sino lo que escriben, discutiendo y retroalimentando individual y en plenaria lo observado en este. Otras veces intercambia los cuadernos entre los alumnos para que a partir de la discusión de la tarea respectiva ellos vayan revisando lo que escriben sus compañeros. La discusión en parejas para revisar las tareas también es importante y contribuye a la evaluación de pares como estrategia de valoración del desempeño de los alumnos. Ella dice:

“Las tareas y ejercicios deben ser dialogados, escuchados y después retroalimentados para mirar qué está entendiendo el estudiante” (4:32)

Todas estas dinámicas generadas en el aula como comunidad de práctica que aprende matemáticas con tecnología han permitido mayores logros en cuanto al desempeño de los alumnos tanto a nivel matemático como de valores.

Irene y algunos de sus compañeros de la institución destacan la diferencia y los cambios que ven entre estos estudiantes y aquellos que no han trabajado con las calculadoras ni con esta nueva propuesta curricular. Afirman que los primeros muestran mayor capacidad de análisis, de argumentación, de trabajar en problemas, mayor fluidez verbal. Hay una disciplina frente al respeto de lo que ellos y los demás argumentan; una mejor capacidad de escucha, de escribir y redactar mejor, de interactuar con otros, de discernir frente a lo que el otro dice y de llegar a acuerdos. Ven una capacidad de hacer propuestas, frente a trabajos que se les proponen, son más creativos, participativos y propositivos.

Para Irene es muy importante y diciente la opinión de estos docentes ya que en la IE no hay una evaluación formal que registre cambios tan significativos en los alumnos que dan cuenta de unas concepciones diferentes sobre lo que debe ser el aprendizaje de matemáticas basado en la participación social. Ella menciona estos desempeños:

“... la posibilidad de expresarse, la posibilidad de argumentar, la posibilidad de interactuar con otros compañeros, con los mismos profesores, la capacidad de redactar mejor, de escribir, de tener un mejor cuaderno, de trabajar en problemas, que para ellos era muy difícil en otra época hablar acerca de los problemas, un problemas se tornaba como eso, como un problema” (4:129)

En conclusión, el ambiente generado en las aulas donde Irene ha trabajado con la tecnología, ha propiciado la generación de comunidades de práctica que estimulan tanto a alumnos como a ella misma a valorar el aprendizaje basado en la participación y en la práctica compartida. Se puede afirmar que la fortaleza más significativa que tiene la práctica pedagógica de Irene es la comunidad de práctica que se ha generado en el aula con sus alumnos a propósito de la incorporación de la tecnología en el aprendizaje.

6.1.5 Comunidad de práctica en la institución

El análisis se centra en dos aspectos fundamentales para la conformación de una comunidad de práctica como son la interacción entre directivas y docentes, incluyendo a Irene y la interacción con los practicantes destacando el liderazgo de esta profesora como pionera de la incorporación de nuevas tecnologías al currículo de matemáticas en su institución.

❖ Interacción con directivas y docentes

De acuerdo con lo establecido en el marco del proyecto del MEN, se esperaba que en la IE los profesores del área de matemáticas se fueran apropiando del trabajo con la tecnología y que esto se constituyera en el proyecto del área y se incluyera en el Proyecto Educativo Institucional (PEI). Esto implicaba el compromiso y el interés de docentes de matemáticas y directivas y la planeación y desarrollo de unas acciones para lograrlo a partir del apoyo del MEN y de Irene, quien inició esta experiencia. Es decir se esperaba que se fuera conformando una comunidad de práctica en la que las directivas, los profesores de matemáticas unidos por un compromiso común trabajaran conjuntamente para introducir una innovación en el currículo de matemáticas de la IE, lo cual les creaba responsabilidades comunes.

A pesar del esfuerzo y trabajo de Irene esto no se logró, faltó apoyo por parte de los rectores y hubo mucha resistencia y poco compromiso de la mayoría de profesores para iniciar el trabajo con la tecnología, aludiendo muchas razones para no incorporar la tecnología en sus clases de matemáticas, como la falta de tiempo, la falta de capacitación, la falta de recursos computacionales, la falta de incentivos por parte del ministerio, entre otros.

Puesto que una comunidad de práctica se enfoca sobre un compromiso mutuo que implica desarrollar maneras compartidas de hacer las cosas, se requiere de la interacción permanente de sus miembros, en este caso de las directivas (rector y coordinadora) y docentes.

Desde el comienzo no existió ese compromiso compartido **entre los docentes ni de las directivas** y la poca interacción dada no dio para negociar significados ni para establecer una empresa conjunta. El proyecto se vio siempre como un compromiso de Irene y el trabajo con las calculadoras se tomó como un trabajo que había que hacer para responder al ministerio. De esta manera muy pocos profesores se comprometieron.

Al respecto la coordinadora de la IE expresa:

“Desde que el trabajo del proyecto de calculadoras empezó en este colegio, pienso que si la profesora encargada no ha estado ahí al frente, pues de pronto no se hubiera podido sacar adelante... Sin embargo me preocupa qué pasaría si esta profesora no estuviera ya al frente del proyecto en algún momento determinado, el proyecto se acabaría, o, ¿quien estaría en disposición y capacitación de poderlo seguir llevando a cabo?” (2:22)

Las directivas, especialmente la coordinadora destaca el esfuerzo tan grande que hace Irene y reconoce la falta de apoyo de las directivas cuando afirma:

“La profesora ha bregado muchísimo, entonces me parece que hace falta tener mucho mas trabajo de concientización y motivación a

nivel directivas” (2:3)

Por su parte Irene reconoce el apoyo de la coordinadora, quien le ha abierto los espacios necesarios para responder por el proyecto y le ha respetado el tiempo que ella dedica al mismo eximiéndola de otras actividades. Irene expresa esto así.

“Yo no he sentido abandono por parte de los directivos, hablo de directivos coordinadores, no hablo del rector, porque también es bueno reconocer que aquí se han ganado muchos espacios, especialmente yo he tenido un reconocimiento de parte de las directivas y he ganado espacios en cuanto que hay que hacer otras actividades que no realizo porque consideran y me respetan el tiempo que yo dedico al proyecto y lo valoran...” (2:31)

Como se puede concluir, no se ha tenido el apoyo ni el compromiso del rector. La coordinadora opina que *“... al rector parece que no le interesara este proyecto ni ninguno, entonces también es una situación un poco interna, que nos tocaría a nosotros mirar” (2:4)*

En estas condiciones no es posible conformar una comunidad de práctica que trabaje conjuntamente en el mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para la IE.

▪ ***Liderazgo de la profesora para impulsar el trabajo con la tecnología en la IE***

Aunque hubo mucha dificultad para trabajar con los profesores del área, Irene ha logrado mantener el liderazgo en la institución sobre el trabajo con la tecnología en matemáticas y el reconocimiento de todos por su labor y se ha convertido en la abanderada de este proyecto en las tres jornadas de su institución e incluso en la localidad respectiva. Ella ha sido la mentora y asesora de los maestros interesados en su trabajo y gestora de iniciativas que benefician esta institución como antes no ocurría, lo cual se muestra a través de actividades como las siguientes.

Gestión para mejorar el trabajo en la IE

Las principales acciones realizadas por ella como parte de su práctica fuera del aula y con miras a constituir la comunidad de práctica son:

- Presentar un proyecto a la UPN para tener los practicantes apoyando la incorporación de la tecnología en el aula como se anotó anteriormente. Se ha seguido manteniendo este apoyo de la universidad.

- Proponer el proyecto “La Tecnología, Agente de Cambio de las Prácticas Educativas en Matemáticas” al IDEP⁹ que tuvo como objetivo general “reconceptualizar el conocimiento didáctico – matemático de los docentes del área para que con el apoyo de la tecnología planteen cambios concretos en la enseñanza de la matemática de la básica secundaria y media”, el cual fue aprobado. Se destinaron algunos recursos de este proyecto para la compra de 10 calculadoras, un televisor, un presentador electrónico y para adelantar algunos cursos de formación a docentes de la IE.
- Conseguir una oficina para los practicantes y una aula para las calculadoras
- Lograr la descarga del tiempo para dedicarse al proyecto.
- Divulgar los avances logrados en su trabajo con la tecnología en su IE en diferentes eventos de la localidad.

Motivación e inducción de otros docentes.

Al inicio del proyecto Irene logró motivar a cuatro profesores quienes comenzaron a trabajar armónicamente con ella en el aula, pero se pensionaron muy pronto y no se pudo llenar esos espacios con profesores que trabajaran con tecnología. Después motivó e involucró en su trabajo a una profesora de la mañana y a dos profesores de la tarde.

Posteriormente indujo a una profesora nueva de la tarde, quien se motivó a trabajar con el apoyo de los practicantes para adquirir familiaridad y destreza con la calculadora primero y después llevarla a sus estudiantes. Se trabajó con algunas situaciones que ya se tenían diseñadas. El hecho de haber involucrado a esta profesora nueva, que hasta ahora llevaba un año en la IE, significó un gran éxito para Irene pues se avanzó en poco tiempo lo que no se ha logrado con los demás que llevan más de 15 años en la IE y conocían de antemano el proyecto.

Formación de otros docentes de la IE

Al principio Irene hizo algunos cursos a los otros profesores del área de la mañana con los recursos del IDEP, pero no hubo continuidad ni interés tanto de los profesores como de las directivas en buscar los espacios para que se pudiera desarrollar un programa de formación, no hubo mucha acogida a pesar de los intentos de Irene. Ella reconoce que fracasó en esa tarea cuando afirma.

“Lastimosamente no he logrado formar a otros docentes de la IE, a pesar de que desde el principio se ha intentado, a través mío y de

⁹ Instituto para la Investigación Educativa y Desarrollo Pedagógico, de la Alcaldía Mayor de Bogotá

otras personas, pero la verdad no hubo mucha acogida, a mi me fue muy difícil llegarles, yo creo que ahí si hubo un fracaso grande porque nunca logramos como hablar el mismo lenguaje.... Yo ayudé a elaborar la propuesta del programa que se iba a desarrollar en esa capacitación, era la coordinadora de esa capacitación, pero no logré entusiasmar a los profesores".(4:102)

Teniendo en cuenta que no se logró entusiasmar a los profesores de la mañana Irene inició un trabajo con los de la tarde, que son tres. Comenzó con una capacitación de manera gratuita y espontánea y se logró negociar un espacio de una hora en que se cruzaban las dos jornadas para trabajar en fundamentación, en lecturas acerca de la propuesta pedagógica de implementación de la tecnología, en el uso de la calculadora enfatizando en problemas para afianzar su uso. Se logró también que los practicantes en la reunión de área hicieran algunos talleres para que estos profesores se fueran afianzando en el uso de la tecnología y articulando con la capacitación que Irene les estaba realizando. Este trabajo se hizo por un semestre, pero cuando se fueron los practicantes de la jornada de la tarde, los profesores no volvieron a esa capacitación.

Pero, ahí surgieron dos profesores que se encargaron de continuar su capacitación y empezar a trabajar en el aula, con quienes Irene inicia un diálogo directo para invitarlos a participar en un proyecto de formación, dirigido a todos los profesores de la tarde y con la orientación de un experto del MEN. Irene afirma que al final solo quedaron dos profesores y de esos dos profesores hubo uno que continuó hasta el final. Con este profesor se logró por fin llevar a los alumnos al aula de calculadora para aprender matemática mediada por esta tecnología. Sobre esto Irene comenta:

"...con él logramos articular tan bien el uso del aula de calculadora porque inicialmente los profesores de la tarde no utilizaban el aula. Ellos querían el salón como un espacio más de reuniones, no como un laboratorio para trabajar las matemáticas". (4:122)

Irene comenta que este profesor utilizó el aula como laboratorio de matemáticas trayendo a sus estudiantes y experimentando con ellos. Esto propició que el otro profesor que se había separado del proyecto, volviera y utilizara las calculadoras y recuperara el interés en seguir participando.

Las acciones de formación no se han vuelto a realizar y todo se ha quedado en el espacio que buscan los practicantes para trabajar con unos pocos a través de tutorías. De esta manera no se abren los espacios para compartir ideas ni construir significados, que son estructurantes de una comunidad de práctica.

- **Actividades conjuntas del grupo de profesores**

Una comunidad de práctica constituye una empresa conjunta que requiere negociación de significados y da origen a unas relaciones de responsabilidad mutua entre sus miembros, quienes se comprometen en actividades y discusiones conjuntas. Las siguientes actividades podrían incluirse entre las que los docentes de una institución educativa pueden realizar conjuntamente para constituirse en una comunidad de práctica. A continuación analizamos cada una de estas para ver las posibilidades y las limitaciones que se dieron en la IE donde trabaja Irene.

Actitud e interés por las innovaciones en su práctica

El uso de la tecnología se considera una innovación educativa que transformará el currículo y contribuirá a mejorar el aprendizaje y la enseñanza. Como experiencia nueva para un docente implica un esfuerzo, tiempo, mucho estudio y especialmente tener una actitud abierta y creativa para enfrentarla.

Como se ha expresado anteriormente, en esta IE unos pocos profesores aceptaron el reto que plantea esa innovación. En la jornada de la mañana dos profesoras incluida Irene trabajaron con autonomía y cinco o seis profesores trabajaron apoyados por un practicante. En la jornada de la tarde los tres profesores trabajaron con el apoyo de practicantes por 2 semestres mientras estos estaban haciendo sus prácticas en la IE y sólo uno continuó su trabajo con el apoyo de Irene.

De las entrevistas con el grupo de profesores se observó que la mayoría muestra resistencia y temor para llevar la tecnología al aula, que refleja unas concepciones basadas en lo que ha sido su experiencia por muchos años. Esto se aprecia en expresiones de algunos profesores como las siguientes:

“...Yo en mi posición de una vez digo, yo si no recibo una compensación del ministerio, yo no me voy a capacitar en horas diferentes a la labor que hago en el colegio, yo no me voy a matar por un proyecto cuando estoy también en turnos de disciplina, en mis horas de clase...” (2:6)

“...Pero es que precisamente debido a la falta de recursos este proyecto no se está volviendo un proyecto de área, se ha parcializado y es mínimo” (2:7)

Al respecto Irene también afirma;

“...pues falta el proceso de capacitación, pero en el semestre pasado al principio vinieron todos, pero después fueron abandonando y abandonando porque ellos tenía que ceder parte de su jornada y yo también parte de la mía, pero ya con el tiempo ellos se cansaron y no volvieron” (4: 31)

Los profesores que aceptaron trabajar en el aula con calculadoras manifiestan que vieron este proyecto como la oportunidad de tener una experiencia nueva en su práctica, de aprender y de actualizarse y que han logrado avanzar porque han tenido empeño, persistencia, conciencia ética del trabajo y un interés y actitud de capacitarse permanentemente.

Veamos sus expresiones:

“...si nosotros no nos actualizamos de pronto vamos a estar fuera del sistema y fuera del trabajo, ahí si con una demora porque la tecnología esta llegando muy rápido...” (2:21)

“Pienso que si uno no tiene como punto de partida una motivación interna por mejorar su práctica, por aprender cosas nuevas, por actualizarse, no hay ninguna otra motivación de parte del ministerio que sirva” (2:19)

“Si se han usado mucho esos espacios por ejemplo en el caso de la profesora AA, ella venia trabajando de manera continua porque ha puesto el empeño y ha querido” (2:9)

“En la jornada de la tarde ellos también tuvieron oportunidad de utilizar la calculadoras y concretamente se planteaban unos objetivos, se hacían unas planeaciones dentro de la misma programación que se tenía, que se trabaja con calculadoras. Eso es llamativo...”

Yo creo que todo depende mucho de la motivación intrínseca que tenga cada uno por aprender,... pues a nivel institucional, ni podemos descargar horas, ni podemos organizar horarios especiales diferentes a los demás, nos toca en lo poco que tenemos...” (2:20)

Se reconoce que hay algunas dificultades para implementar el proyecto como que el número de calculadoras no es suficiente para todos los alumnos. En este caso otros profesores han buscado soluciones como elaborar horarios para que los que quieran tengan acceso a las calculadoras, acudir a las aulas de computadores y trabajar con software gratuito y otros recursos que la IE tiene disponibles como Cabri Geometry y Derive. Esto evidencia una actitud positiva que los lleva a buscar soluciones a las dificultades que se van encontrando.

Ante esta situación algunos practicantes que apoyan a los docentes que inician el trabajo en el aula afirman:

“Yo soy practicante de la tarde, se tiene el material o sea las

calculadoras pero los profesores no están motivados a conocer el manejo ni nada” (2:18)

“...creo que lo que hace falta en la jornada de la tarde no es tanto las herramientas sino que se formen y la motivación de los profesores” (2:19)

Con respecto a la insuficiencia del número de calculadoras Irene afirma:

“A veces hay esa otra problemática pero también a veces es necesario demostrar un poco mas de interés y en la medida que se interese y quieran involucrar el uso de la tecnología en la clase de matemáticas, se han facilitado las calculadoras” (2:37)

Reuniones de área

Las reuniones de los profesores de matemáticas en las IE son los espacios propicios para discutir y reflexionar conjuntamente sobre la práctica pedagógica de los docentes, sobre los avances de las investigaciones en didáctica de las matemáticas, en especial sobre las innovaciones como esta que se busca implementar con la tecnología. También son el espacio para analizar y buscar soluciones y alternativas a problemas presentados en el aula. A través de las dinámicas que se dan en su interior se puede ir consolidado una comunidad de práctica en la IE.

Algunas de las actividades específicas que se podrían realizar en estas reuniones son: la reflexión conjunta sobre la práctica, las dinámicas de las reuniones, construcción de proyectos de área y socialización de logros y dificultades

El espacio para la **reflexión conjunta** no se da en las reuniones de área ni la articulación y diálogo alrededor del currículo que debería ser un interés y compromiso de todos. Irene explicita una de las razones cuando afirma:

“Pero entonces surge el otro inconveniente que al dialogar con los profesores del área, están muy preocupados en correr y en abordar temas y temas” (4:31)

A través de la introducción de las calculadoras en el aula, ella ha buscado generar una transformación gradual del currículo que se debe planear de acuerdo a muchos aspectos como la mediación tecnológica, el tipo de estudiantes que llega a la IE y al mismo profesor. Al respecto ella afirma que *“...eso tiene que ser con la ayuda del otro profesor” porque es que este currículo, si bien es flexible, tiene que ir articulado con los demás profesores, con el demás trabajo que se está haciendo en los otros niveles, pero entonces como no lo he podido hacer directamente porque a uno no lo escuchan” (4:73)*

Así Irene señala la importancia de la relación profesional que se debería dar entre pares en su institución, en la cual cada uno le podría aportar al otro mucho de su saber y experiencia. Ella piensa que no se logrará un impacto del trabajo con la tecnología en el colegio mientras ella sola sea quien cambie.

Irene también cuestiona las **dinámicas de las reuniones de área**, las cuales son presididas por el jefe del departamento, que en su mayoría no tienen liderazgo a nivel académico y por tanto en estas reuniones no se discute conjuntamente y la reflexión que se hace no conduce a cambios ni a cuestionamientos sobre la práctica en el aula del maestro. En este sentido ella manifiesta:

“... entonces no se cuestiona, no se generan cambios, no se hace un dialogo de saberes sino simplemente una acomodación frente al quehacer diario” (4:72)

En una de las reuniones de la investigadora con docentes de la IE, una profesora propuso que cada semana leyeran un artículo del material que ha venido recopilando Irene y que lo discutieran en las reuniones de área. Esta iniciativa fue controvertida por un profesor, quien piensa que de esta manera la reunión de área sería únicamente para reflexionar sobre el uso de la tecnología en la IE y no lo consideraba pertinente.

Tampoco se han **construido proyectos para el área de matemáticas**, sólo los que ha propuesto Irene, que no han sido acogidos por el grupo. Cualquier iniciativa que se proponga no tiene continuidad cuando se cambia el profesor a los alumnos. Ella dice:

“Por ejemplo, trabajos que se iniciaron de esa transformación del rol del estudiante en un curso, se ven truncados en el año siguiente porque de pronto hay un profesor que no le interesa seguir con ese esquema de trabajo, mas bien les importa mucho cubrir temas. En este colegio se esta trabajando un currículo que es un listado de temas” (4:29)

De igual manera no hay oportunidad de **socializar experiencias, logros y dificultades** con los docentes del área ni con las directivas. Irene expresa:

“Lo que yo no he podido proyectar muy bien, es con los otros compañeros, frente a que yo pertenezco a un departamento y con ese departamento poder como socializar esas experiencias que yo he tenido, ese aprendizaje que yo he tenido y multiplicarlo, me ha quedado muy difícil, a pesar de haber tratado” (4:69)

❖ **Interacción con los practicantes**

Por el contrario, la interacción de Irene con los practicantes de la Universidad Pedagógica Nacional y entre ellos ha sido muy fructífera y ha permitido conformar una comunidad de práctica al interior de la institución. La participación de los practicantes fue voluntaria y surgió dentro de la experiencia de ella como asesora de práctica del departamento de matemáticas de esta universidad, en donde gestionó este apoyo y consiguió que cada semestre vinieran seis estudiantes en la mañana y dos en la tarde y trabajaran bajo su orientación.

Esta comunidad ha generado unas **dinámicas propias para trabajar conjuntamente** y ha ido desarrollando un **repertorio compartido** de recursos en la consecución de las metas de su interés.

Dentro de las dinámicas de **trabajo conjunto** se tienen actividades de tipo logístico y académico, como las siguientes:

- Horarios para los practicantes de acuerdo con el cronograma de práctica que se tiene en la universidad, lo cual organiza los turnos para usar la sala de las calculadoras. Deben permanecer en la institución toda la jornada y colaborar con las actividades que se requieran además de desarrollar clases con los alumnos.
- Una biblioteca y un centro de recursos que contiene todo el material que ha ido conseguido en los cursos de capacitación del proyecto, en el trabajo de la universidad y en los eventos académicos a los que asisten. Todo está numerado y referenciado ahí.
- Préstamo por un semestre de material que se tiene alrededor del proyecto, de calculadoras, de documentos y de libros. Las calculadoras se prestan para que ellos tengan la posibilidad de trabajar en casa, de prepararse y de elaborar las propuestas que van a presentar en la institución.
- Reuniones semanales tanto en grupo como individualmente para presentar, discutir y retroalimentar el trabajo elaborado para intervenir en el aula con calculadoras. Se analizan las preparaciones de clase, las lecturas que han hecho y el ensayo que elabora cada uno sobre estas lecturas, el diario de campo en el que se evalúa el trabajo que se tuvo durante esa semana. De esta manera se tiene la oportunidad de dialogar semanalmente con ellos sobre los aspectos de interés común como lo son el papel de la tecnología en el currículo y la nueva visión de las matemáticas escolares.
- Una reunión a mediados de semestre, en donde cada quien tiene la oportunidad de comentar cómo ha vivido su experiencia personal de práctica en la institución. Poco a poco y en la interacción con Irene los

practicantes se van apropiando de unos elementos que ellos mismo han construido para mejorar las propuestas para su práctica.

- Informes de evaluación de las prácticas de aula para ser presentado a la universidad, para mirar la posibilidad de activar el convenio para el siguiente semestre. Este espacio es bien evaluado por los estudiantes de práctica, quienes consideran que les contribuye para su formación en cuanto a conocimiento práctico de las matemáticas y su contrastación con el conocimiento teórico que reciben en el ambiente disciplinario en la universidad.
- Una estrategia para involucrar a otros maestros en el trabajo con la tecnología ha sido a través de los practicantes. Son ellos quienes inducen, motivan y son tutores de los docentes que decidan iniciar el trabajo con la tecnología. El acuerdo con los docentes es que el que permita trabajar con calculadoras, con el enfoque de situación problema y participe en discusiones y reflexiones, se le asigna un practicante.

Cada practicante tienen una hora semanal que se llama de “tutoría” para dialogar e intercambiar ideas con el profesor respectivo. Le muestran las preparaciones de clase que han hecho para esa semana para que el profesor ponga en juego su saber y experiencia para aportar y enriquecer estas propuestas, pero no se lograron aportes significativos.

Este practicante es de gran ayuda para el maestro porque va a desempeñarse como el profesor de matemáticas, va a asumir la evaluación, la preparación y desarrollo de las clases y demás aspectos de la práctica del maestro. También debe leer y compartir con el profesor el ensayo que ha escrito cada semana para que detrás de la reflexión que ellos hagan el profesor también reflexione sobre su práctica.

Según los practicantes, “... *lo que ha ocurrido al respecto es que no hemos logrado que los maestros se involucren del todo. A veces no asisten a las tutorías que les hacemos y prefieren irse a tomar tinto o hacer cualquier otra cosa, y no dedican ese espacio al practicante y nos dejan trabajando solos*”.(3:14)

Estos intercambios de ideas con los practicantes se constituye en un buen espacio para determinar o para afianzar muchos aprendizajes que se han dado de manera paulatina y se precisan elementos a nivel de teoría y de practica que ayudan a que el practicante evolucione y a que determine factores para hacer una buena labor con los estudiantes.

Otro aspecto de esta comunidad de práctica es el desarrollo de **recursos compartidos** como resultado del compromiso mutuo. Como parte de este

repertorio se destacan los acuerdos negociados para enseñar matemáticas, las preparaciones de clase o unidades didácticas y los talleres para los alumnos para los diferentes pensamientos matemáticos, los diarios de campo, los ensayos, la experiencia de transformación de sus prácticas generada en este trabajo, la apropiación de un nuevo enfoque didáctico que se le está dando a la clase de matemáticas y la contribución a la formación de estos futuros maestros. Uno de los logros para resaltar es el manejo de la estrategia de situación problema, clave para transformar el aprendizaje. Los practicantes se han convertido expertos en formular situaciones problema interesantes y creativas, no sólo para los casos en que se aprende con tecnología sino con otros recursos.

Por su parte los practicantes **reconocen y valoran** el trabajo realizado por Irene en la asesoría y tutoría que les ha dado. Ven que esto les va a reportar grandes beneficios y evalúan el espacio de práctica que tienen en la institución, como un espacio que ha contribuido fuertemente en la consolidación del conocimiento que se debe tener para ejercer como futuros docentes de matemáticas.

A continuación se presentan algunas expresiones de los practicantes para manifestar este reconocimiento y valoración del trabajo

“Lo que yo aprendí de calculadoras fue aquí en esta institución con la profesora, el trabajo con la calculadora me gusta mucho” (3:2)

“...la profesora nos ha ayudado muchísimo, en la capacitación tecnológica y pedagógica, ya que yo me consideraba mediocre en el manejo de la tecnología y gracias a la asesoría de ella me ha cambiado muchísimo el pensamiento y considero muy importante las lecturas que nos proporciona pues nos ayudan a pensar de diferente forma, a tratar de enfocar las clases de forma diferente... para mi ha sido muy bueno” (3:12)

“...las tutorías con la profesora, las lecturas que ellas nos da, los ensayos que nos pedía y las discusiones que se creaban alrededor de esos ensayos me ayudaron a cambiar mis concepciones” (3:14)

Irene dice sentirse orgullosa por el reconocimiento de su trabajo de los practicantes ante la Universidad Pedagógica Nacional, pues se tiene la idea entre otros practicantes que el trabajo en esta IE es muy exigente. Por el contrario los practicantes que acompañan a Irene concluyen que esa experiencia de leer artículos, escribir ensayos, discutir con ella es una gran oportunidad para aprender más y sobretodo en la práctica. Ellos valoran el hecho de que en esta IE exista el proyecto de las calculadoras ya que muchas otras instituciones no las tienen, por los aprendizajes en el uso de una herramienta nueva que no conocían.

El interés y actitud hacia esta innovación de los practicantes se manifiesta en sus palabras, así:

“Yo lo comencé porque estoy realizando mi tesis sobre Cabri y por eso fue que la práctica la presenté en este colegio, para aprender” (3:5)

“Yo creo que aquí la practica ha servido de a mucho sobre todo con el trabajo con la calculadora, ha sido un trabajo muy extenso pero también muy fructífero, el trabajo que se ha hecho con los niños, el cómo socializar la actividad, el acompañamiento que hace la profesora Lorenza ha mostrado una visión muy distinta de la que se venía haciendo y que da mas beneficios” (3:15)

Irene también valora la interacción con ellos, pues la considera muy importante para su desarrollo profesional. Al mismo tiempo que ayuda a los practicantes se ayuda así misma pues muchos de los trabajos construidos como talleres y unidades de enseñanza le servirán para sus futuras clases. El acompañamiento dado ha sido una gran oportunidad para reflexionar sobre la práctica, para retroalimentarse mutuamente.

En conclusión, Irene logró liderar una pequeña comunidad de práctica con los practicantes y los pocos docentes que implementaron el trabajo con la tecnología voluntariamente, asumiendo los compromisos y actividades que se requieren. De esta manera el trabajo con la tecnología iniciado por ella no tendrá sostenibilidad en la IE, dado la falta de compromiso mutuo de los profesores del área y de las directivas.

6.1.6 Comunidad de práctica en la comunidad educativa general

Además de las interacciones que Irene tiene dentro de su IE para trabajar conjuntamente por el mejoramiento del aprendizaje de sus alumnos, ella ha ido conformando y se ha ido involucrando en grupos de discusión y organizaciones más amplias de docentes cuyas acciones van encaminadas a construcción de conocimiento didáctico.

Específicamente los grupos a los que Irene pertenece tienen el propósito común de construir conocimiento y experiencias sobre el uso pedagógico de la tecnología para enseñar y aprender matemáticas. Ella ha tenido una participación activa en estos grupos y su papel ha sido central para construir comunidades de práctica. Entre estas comunidades tenemos:

- Comunidad de educadores matemáticos que viene adelantando en el país el proyecto del MEN sobre uso de nuevas tecnologías en el currículo de matemáticas (Grupo MEN)
- Comunidad de docentes de IE del Distrito de Bogotá (Grupo SED).
- Comunidad en la UPN (Grupo UPN)
- Comunidad nacional de educadores matemáticos.

Cada una de estas comunidades tiene sus dinámicas propias de acuerdo con el compromiso común y realiza diversas acciones de gestión, de generación y puesta en marcha de proyectos de investigación y desarrollo interinstitucionales para contribuir a la formación de sus docentes. El papel de Irene ha sido diferente en cada una de estas comunidades. En unas es líder y tiene un papel hegemónico y en otras ha entrado en una posición un poco periférica. En cada uno de estos casos tiene comportamientos y logros diferentes.

Las acciones que se realizan en estas comunidades implican:

- Compromiso con el impulso del trabajo con tecnología y darle continuidad.
- Conformación de grupos interesados en la implementación de la tecnología.
- Socialización del trabajo en eventos académicos y publicaciones
- Aportes a la reflexión y construcción de conocimiento: didáctico y disciplinar.
- Interacción participativa y relación con los participantes nuevos.
- Construcción e implementación de proyectos interinstitucionales, lo cual lleva a la interacción con instituciones de la localidad o municipio.
- Gestión ante las autoridades regionales dar a conocer el trabajo y solicitar apoyo para expandirlo otras instituciones.
- Asesoría y apoyo a otras IE de la región que lo soliciten.

Veamos cómo ha sido la participación de Irene dentro de cada una de las comunidades a las que pertenece.

❖ **Comunidad del proyecto del MEN**

Con el grupo que ha venido implementando el proyecto del MEN se ha constituido una comunidad de práctica que generó la construcción de saber pedagógico alrededor del uso de la tecnología en el aula y construyó con el apoyo de otros un marco teórico común para comprender y ver la práctica de los docentes con tecnología. Esta red ha interactuado por Internet y en forma presencial desde 1999. Irene ha sido un miembro activo de esta comunidad, no sólo con aportes en las discusiones y toma de decisiones sino con la colaboración al grupo coordinador de este proyecto en el MEN en la construcción de los diferentes

documentos que se publicaron como producto del mismo, específicamente con el trabajo de sistematización sobre la evolución de las concepciones de los docentes acerca del trabajo con la tecnología y con artículos sobre sus experiencias de aula que documentan el potencial didáctico de Cabri¹⁰.

En la actualidad esta comunidad sigue activa, a pesar de que el proyecto ya no está centrado en el MEN e Irene es uno de sus miembros activos.

❖ **Grupo en la UPN**

Este grupo se fue conformando como resultado del proyecto del MEN en el que la UPN coordinó la implementación de la tecnología en algunos colegios de Bogotá entre los que está la IE donde labora Irene.

Las acciones que contribuyeron a conformar esta pequeña comunidad fueron las siguientes.

- Al comienzo se organizó un grupo de discusión permanente con la tutora de la UPN, que incluía reuniones semanales para estudiar diversos documentos sugeridos por el MEN, discutir y evaluar lo que iba sucediendo en el aula, proponer nuevas intervenciones en el aula de clase y analizar y desarrollar las tareas puestas por el MEN para la implementación de este proyecto.
- Mutuamente se realizaron observaciones del trabajo en el aula tanto por parte de la tutora como de los otros docentes en las que surgieron muchos aportes para mejorar la práctica. Para Irene fue muy enriquecedora la experiencia de observar y ser observada ya que la llevó a reflexionar de manera más objetiva sobre lo que hacía. Así afirma

“Esa fue una experiencia muy buena, que yo pienso que fue el comienzo, para que se iniciaran los cambios, el hecho de que uno pueda ser observado y que pueda ser retroalimentado frente a lo que uno está haciendo en la clase, contrastado frente a esa teoría que uno está leyendo para que se genere los cambios...” (4:113)

Un aspecto sobre el que se centró la discusión por varios meses fue lo relacionado a “la situación problema” mirar cómo se entendía, formular las primeras situaciones para trabajar con los alumnos, discutir cómo evaluarlas y

¹⁰ Estos trabajos pueden consultarse en los documentos publicados por el MEN titulados:
- Tecnología Informática: Innovación en el Currículo de Matemáticas de la educación Básica Secundaria y Media. pp 87 - 101
- Pensamiento Geométrico y Tecnologías Computacionales. pp 77- 81

sistematizar estas experiencias a partir de algunas categorías a nivel de aprendizaje que se generaron en el grupo.

A partir de la interacción participativa que se fue dando en el grupo y de la inducción, asesoría y seguimiento dado por la tutora, Irene y los otros docentes de esta comunidad fueron generando cambios en su práctica gradualmente. Irene se potencio significativamente de tal manera que poco a poco pasó de ser novata en este trabajo a ser una experta que está en igualdad de condiciones con la tutora. Así comenzó a realizar acciones de formación de docentes, como las siguientes:

- Cursos de capacitación en dos IE de docentes de este grupo para iniciar la incorporación de la calculadora en otros cursos. En una IE capacitó 10 nuevos docentes de la jornada de la tarde y en otro formó a todos los profesores.
- Formación de estudiantes de la UPN que están haciendo la licenciatura de matemáticas y que realizan su práctica docente en su IE como ya se ha comentado ampliamente.
- En su trabajo con el grupo de la UPN en el año 2005 participó como coinvestigadora en el proyecto de investigación de COLCIENCIAS "Papel de la tecnología en la generación de conocimiento didáctico por parte del profesor de matemáticas" que se desarrolló en otra IE de Bogotá.
- Según Irene este proyecto "representó muchísimo aprendizaje y complemento frente a la formación que se había tenido en el trabajo con tecnologías ..."
- En el momento Irene sigue participando en este grupo en el cual han ingresado otros profesionales de la misma universidad para constituir el Grupo de Didáctica de la Matemática, línea Geometría dinámica, UPN

❖ ***Grupo de docentes del Distrito***

La Secretaria de Educación Distrital (SED) de Bogotá en convenio con la UPN, adelantó a comienzos del 2006 el curso "Uso pedagógico del software educativo Cabri como mediador en la enseñanza de la geometría en la Educación Básica y Media" que capacitó a 120 docentes en el uso pedagógico del software Cabri. Este curso fue coordinado por Irene.

Como resultado de este curso Irene ha ido conformando una comunidad interesada en la implementación de la tecnología con algunos de los docentes participantes, quienes están interactuando permanentemente por internet.

Las discusiones y reflexiones han dado aportes a la construcción de conocimiento didáctico y se han centrado en:

- la resolución de problemas sencillos con Cabri,
- propuestas para trabajar la geometría en el aula con Cabri

- Cabri como eje fundamental para el desarrollo de la geometría.
- transformación de las concepciones impulsadas por el uso de la tecnología.
- Los avances y dificultades que van teniendo en el aula al implementar Cabri.

El trabajo en esta red y la formación recibida por Irene han cambiado la mirada que los docentes tenían sobre la enseñanza de la geometría según lo plantea Irene:

“... manifiestan que ha sido interesante para la profesión de ellos, para el aula de clase, para la nueva mirada que ellos han tenido, porque han ampliado su visión de lo que son las matemáticas y que han cambiado también ese esquema informativo y ese rol de docentes que ellos tenían” (4:78)

Estas dinámicas los han comprometido a impulsar en sus instituciones el trabajo con la tecnología.

Cabe destacar el trabajo que ha adelantado Irene para involucrar a profesores nuevos en tareas que son propias de los expertos como es la elaboración de artículos sobre su práctica y la presentación en congresos, aspecto sobre el cual motivó a este grupo y logró que tres profesoras estuvieran como ponentes en el “III Congreso Iberoamericano de Cabri, Iberocabri 2006”, realizado en Bogotá en el mes de junio del año 2006.

El trabajo de Irene consistió en orientarles la escritura de los artículos o los talleres, en revisar y entablar un diálogo permanente con ellas alrededor de estas presentaciones, pues según las profesoras *“se trata de mostrar una experiencia que refleje el cambio que ha suscitado en ellas, el haber aprendido Cabri.” (4:70)*

Otra actividad que ha desarrollado Irene para apoyar a este grupo de docentes es visitar a algunos en sus instituciones para ver mas de cerca el trabajo en la práctica con los estudiantes, en donde ha observado:

“un interés grandísimo por el aprendizaje de la geometría, tanto es así que en las horas de descanso, a las horas de salida, en muchos espacios que no son propiamente los formales y establecidos dentro del horario de clases, los muchachos han estado en permanente contacto con ella, han demostrado sus avances” (4:80)

Irene ha observado que estas profesoras han reconceptualizado muchos conocimientos de geometría que supuestamente ya tenían bien apropiados y que

han entrado a cuestionar eso que los estudiante habían manejado como geometría.

❖ **Comunidad general de educadores matemáticos**

La experiencia ganada en las comunidades mencionadas antes han permitido que Irene poco a poco se haya incorporado a una comunidad de práctica más amplia que es la comunidad de educadores matemáticos del país, cuyos objetivos son contribuir a la formación de los docentes y realizar eventos para discutir significados comunes, hacer capacitación, conocer experiencias pedagógicas exitosas, entre otros. Este ha sido el escenario en el que Irene ha socializado su trabajo realizado en la IE con sus alumnos y los avances académicos a través de artículos y de presentaciones en estos eventos. Ha participado como conferencista, tallerista y participante en foros, en los siguientes eventos:

- Congreso Internacional Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas, organizado por el MEN, Bogotá, Mayo de 2002
- III Congreso Iberoamericano de Cabri Geometry, Iberocabri 2004, organizado por la Universidad Autónoma de Coahuila. México, Junio de 2004.
- III Congreso Iberoamericano de Cabri Geometry, Iberocabri 2006, organizado por cinco universidades colombianas, la Secretaría de Educación de Bogotá, las empresas Cabrilog y Texas Instruments. Bogotá, Junio de 2006.
- Primer Seminario Internacional de Tecnología en la Educación Matemática, organizado por la Universidad Pedagógica Nacional”, Bogotá, D.C., Julio de 2005.
- Charlas en la Universidad Javeriana y en diferentes eventos de Una Empresa Docente de la Universidad de los Andes.
- Coloquio Distrital de Matemáticas del año 2004.
- Primer Congreso Distrital de Informática Educativa, “Cultura Informática: Educación Sujeto y Comunicación” Secretaria de Educación de Bogotá, D.C., Octubre 10,11, y 12 de 2005.
- Diferentes foros distritales sobre informática educativa en Bogotá.

La participación de Irene en estas comunidades muestran las transformaciones que ha tenido en su práctica, lo cual le ha merecido el reconocimiento del MEN y de la Secretaría de Educación Distrital cuando la convocan a participar en actividades como las siguientes:

- Entrevista para el artículo “Integrar los medios de comunicación al aprendizaje” publicado en Abril de 2004, en el periódico bimensual “Al

Tablero No 33” del MEN que va dirigido a la comunidad educativa de todo el país.

- Beca para un curso de Matemáticas de dos meses en Japón en el marco del proyecto “Fortalecimiento del Sistema de Formación de Docentes de Ciencias Naturales y Matemáticas” en convenio con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA, Año 2004
- Publicación en la revista No 53 “Aula Urbana” de la SED del artículo “¿Cómo está mi conocimiento didáctico?: Test de Geometría” por el Grupo de Didáctica de la Matemática, línea de geometría de la UPN, al cual pertenece Irene. Octubre de 2005.
- Publicación en la revista No 57 “Aula Urbana” de la SED del artículo “ Para plantar la semilla de la curiosidad científica” Marzo de 2006.
- Invitación del MEN a realizar talleres con los docentes de matemáticas de Mocoa, próximos a realizarse en la última semana de octubre de 2006.

A propósito de su participación en estas comunidades Irene complementa cuando dice;

“eso también me parece importante y he tratado de multiplicar, de no quedarme únicamente en el aula de clase si no tratar de impactar a los estudiantes, de impactar a los nuevos docentes, a los futuros docentes, a investigadores y de impactar a los docentes que están en ejercicio o sea he llegado como a las diferentes instancias de la comunidad educativa”.(4:79)

“...tengo que llegar a esa visión, a eso que se plantea como nueva educación matemática a partir del estudio, de documentarse permanentemente y es también discutiendo con el otro, es enriqueciendo esas lecturas y esos estudios a partir de lo que han hecho muchas otras personas y tratando de implementar eso mismo en el aula de clase, pero tratando de que esa lectura la pueda llevar a nivel práctico en el aula...” (4:92)

Para concluir no cabe duda de que las comunidades de práctica son una estupenda forma de crear valor en las organizaciones por medio del conocimiento que en ellas se genera. Dicho de otro modo, uno de los caminos a través de los cuales circula el conocimiento es el camino de la práctica compartida.

6.2 CASO 2: PROFESOR FRANCISCO

6.2.1 Planeación y organización de contenidos

Como se mencionó anteriormente la preparación de las clases de los docentes son influenciadas por la relación del docente con los contenidos matemáticos y la planeación de las situaciones didácticas.

❖ *Relación docente – contenido*

En este aspecto se considera la relación de Francisco con el currículo que enseña y el papel de la tecnología para dinamizar cambios en las concepciones que ha tenido sobre el currículo y en la visión que tenía acerca de la tecnología.

El cambio de concepciones sobre el currículo lo manifiesta en expresiones como las siguientes:

“El currículo no es una secuencia de contenidos que no se puede variar, como se hacía antes. Ahora lo trabajamos a partir de actividades o resolución de situaciones problema, incluso las mismas actividades para varios cursos” (13:135)

“...que en la clase lo que uno se proponga enseñarles no sea como que tiene que aprenderse un montón de nombres y cosas, sino que esas cosas, todos esos conceptos, definiciones que aparecen en la matemática vayan surgiendo a través de alguna situación o problema que él haya tenido que abordar” (13:138)

“Yo creo que todos esos ambientes, como calculadoras y sensores, generan en que la matemática no sea tan cerrada, sino que haya una apertura”. (13:139)

“Cosas como esas me parece a mí generan que el currículo no sea tan estático y riguroso, como el que vimos nosotros, que no sea un montón de cosas estilo receta, primero esto y segundo esto... es más bien abierto y buscando dar cumplimiento a los estándares que nos piden, que afortunadamente propician procesos de pensamiento y de competencias, que es lo que uno logra con la tecnología” (13:139)

Afirma que cuando inició el trabajo con la tecnología, todavía estaba aplicando muchas cosas del currículo lineal, aunque ya venía haciendo algunas transformaciones propuestas desde los lineamientos curriculares del MEN. De ahí

en adelante, a partir de la reflexión sobre el potencial de la tecnología, que iba descubriendo, empezó a hacer ajustes al currículo, distribuyendo de una manera distinta los contenidos, bajando temáticas a grados inferiores y subiendo otras a grados superiores, de acuerdo con las posibilidades que le brindaban las calculadoras. Así el trabajo con la tecnología, según el, revolucionó totalmente el currículo, perdiendo la linealidad que lo caracterizaba.

En cuanto a la visión sobre la tecnología, Francisco manifiesta también que antes de trabajar con el proyecto del MEN no usaba la tecnología y tampoco permitía que sus alumnos la usaran, ni siquiera la calculadora de las cuatro operaciones, pues creía que era nociva y no dejaba aprender a los alumnos. Desde que tuvo la oportunidad de participar en este proyecto, en especial después de la formación que recibió, su práctica cambió. El mayor impacto lo tuvo cuando empezó a resolver problemas mediados por tecnología. Así afirma:

“...eso me rompió totalmente mi práctica, yo empecé a ver todo lo que se podía hacer con un problema mediado con tecnología, esto es una herramienta potente y empecé a ver que eso podría generar un cambio en el aula” (13:146)

Los practicantes también expresan su nueva visión sobre la tecnología ya que antes veían la calculadora como un obstáculo para el aprendizaje:

“Bueno, ahora se ve que si se puede utilizar en una forma racional, no simplemente como un instrumento en el que yo meto unos datos y me bota una respuesta y ya, sino como un ayudante en mi proceso de aprendizaje. Visto desde esa perspectiva se pueden desarrollar muchas cosas ahora con los estudiantes, que en nuestra época era imposible. Se está cambiando de pronto una idea que se tenía, que la calculadora limitaba al estudiante, que le impedía pensar. (11:4)

Francisco se siente muy comprometido con la tarea de instalar la cultura informática en su IE a través del uso pedagógico de calculadoras, CBR's y CBL's¹¹. Afirma que el cambio que han tenido él y sus alumnos lo tiene animado para continuar con esa labor, para seguir reuniéndose con su grupo y preparándose para cualificar su práctica. Considera que este trabajo lo tiene inspirado y lo expresa así:

“Esto es importante, el trabajo sin inspiraciones es aburrido. Uno puede trabajar las diez horas de un día y no se siente cansado, porque cree que lo que está haciendo es interesante, bueno, entonces eso le da como energía a uno para hacerlo” (13:146)

¹¹ Son dispositivos de recolección y manipulación de datos reales.

❖ *Planeación de las situaciones didácticas*

Como se expresó antes, Francisco considera como parte fundamental de este currículo las **situaciones problema**. Por eso desde que inició el trabajo con la tecnología ha liderado en su IE la discusión y construcción de diversas situaciones problema para dinamizar el aprendizaje de sus alumnos, como parte de la planeación de las situaciones didácticas que se desarrollarán en el aula. El dice:

“Como este año (se refiere al 2004), el eje principal del área es el Pensamiento Variacional, buscamos situaciones de ciencias que se puedan montar como laboratorios, que se ajusten a los diferentes modelos matemáticos que se estén enseñando en los diferentes grados, esto nos ha permitido utilizarlos como contextos para el estudio de las diferentes funciones, lineal, cuadrático, entre otros”.
(13:130)

Al comienzo de cada año Francisco junto con todos los profesores del área se reúnen para planear las actividades, conceptos y talleres que se desarrollarán en cada grado. Al respecto expresa:

“Si nosotros miramos pensamiento geométrico, planeamos qué vamos a desarrollar en este pensamiento, qué actividades, cómo vamos a tratar o a profundizar en estos temas,... Entonces nosotros las distribuimos y las vamos ubicando de acuerdo al desarrollo de los muchachos” (13:136)

Para realizar esta la planeación, han llegado a acuerdos como los siguientes:

- Como punto de partida se tiene los lineamientos curriculares, pues el piensa que este documento fue el primero después de la reforma de 1984 que realmente dio orientaciones para reformar la educación matemática del país.
- También se trabaja por niveles con los alumnos para garantizar continuidad y profundización en los aspectos del currículo trabajados, mirando mas o menos qué ambiente hay que trabajar en cada uno de los niveles. Por ejemplo para secundaria se tienen tres niveles, 6° y 7°, 8° y 9° y 10° y 11°.
- Cada profesor toma un curso y sigue cada año con el mismo hasta llegar a grado 11 con el fin de tener continuidad tanto en la metodología como en los contenidos y para que cada docente pueda conocer el nivel de desempeño de sus alumnos y así mismo tomar decisiones para apoyarlos, lo cual ha sido una fortaleza. Como el colegio es pequeño se facilita que todos los profesores sigan este acuerdo.

- El currículo se debe organizar de tal manera que en cada grado se potencie un pensamiento con tecnología, con el fin de darle oportunidad a todos los alumnos de la IE de trabajar con las herramientas computacionales y de explorar el uso de la tecnología en el desarrollo de todos los pensamientos matemáticos propuestos por los lineamientos y los estándares, por ejemplo:
 - En los sextos trabajan con estadística,
 - En séptimo, con geometría, graficas de funciones, para lo cual han empezado a hacer talleres con el CBR.
 - En octavo, proporcionalidad, estadística
 - En noveno, geometría y algunos talleres de variacional
 - Décimo las construcciones de las funciones trigonométricas
 - Once, pensamiento variacional.

- El acceso a la tecnología varía de acuerdo con el curso:
 - En los grados 10 y 11 se abordan casi todas las temáticas con tecnología
 - En 9°, casi un 60% del trabajo con las calculadoras, apoyadas con talleres que entre todos han elaborado.
 - En los demás grados las calculadoras se utilizan en los temas que se decidieron en el punto anterior.

- Desde el principio de año deciden y diseñan los talleres que van a trabajar con apoyo de la tecnología, entre los que incluyen los que han hecho antes. En la actualidad cuentan con un amplio número de talleres para diversos tópicos del currículo, muchos de los cuales ya han sido experimentados, sobretodo los del grado 11

- Como la sala de calculadoras no son suficientes para todo el colegio, se reparte los tiempos por meses para tener acceso a estas, de tal manera que ningún profesor diga que no pudo ir a esta sala. Por lo menos tiene un mes o mes y medio para que ir con su grupo a hacer el trabajo que él había planeado. Así no hay excusa para no utilizar esta sala pues cada uno sabe cuándo le corresponde.

- Muchas de estas decisiones se concretan en lo que todos llaman Plan de trabajo con apoyo de tecnologías, que se coloca en la sala de las calculadoras para que cada profesor sepa qué va a desarrollar y para que todos los alumnos del colegio estén involucrados en el trabajo con la tecnología. Según Francisco, no ha habido curso que no haya hecho al menos tres actividades.

Como ejemplo se presenta a continuación el Plan de Trabajo con apoyo de Tecnologías que se planeó para el año 2004.

Cuadro 11. Plan de Trabajo con apoyo de la tecnología para el año 2004. IE Las Américas.

**INSTITUCION EDUCATIVA LAS AMÉRICAS BUCARAMANGA
PROYECTO INCORPORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN EL CURRÍCULO DE
MATEMÁTICAS AÑO 2004.**

Para Cumplir con los objetivos de expandir el Proyecto en la Institución el área de matemáticas y la dirección de la Institución han trazado las siguientes acciones para el presente año:

1. Disponer de tres horas de reunión de área lunes de 8:30 a 9:15 con los docentes de 7-1-2-3, 8-1-2-3 y 9-1-2-3, el martes de 8:30 a 9:15 con los docentes de 6-1-2-3-4, 9-1-2-3 y los miércoles de 8:30 a 9:15 con el docente del 6-5 y 7-4 para poder planear y programar las actividades y las situaciones a trabajar en cada una de los grados.

2. Continuar con la estrategia que se empleó el año anterior y es el de asignar un tiempo dentro del año a cada docente para que pueda implementar las actividades programadas de la siguiente manera.

El mes de marzo con los estudiantes de undécimo –2, el mes de abril, mayo y junio y julio los grados sexto, séptimo y octavo y noveno, los meses de agosto y septiembre los grados 5-1-2-3-4-5; en la jornada de la mañana.

Los grados décimo y undécimo se trabajará durante los meses de septiembre, octubre y noviembre.

En la jornada de la tarde se trabaja con los grados cuarto A-B los meses de mayo, junio y julio.

3. En el grado cuarto y quinto se trabajará las nociones básicas de geometría como ángulos, segmentos, rectas paralelas perpendiculares, triángulos y cuadriláteros, construcciones de triángulos, cuadrados, rectángulo, las líneas notables del triángulo. Adicionalmente en el grado sexto se trabajarán traslaciones, rotaciones, reflexiones y simetrías.

En los grados séptimo y octavo se dedica básicamente al trabajo con construcciones de triángulos (para saber qué significa la desigualdad triangular), cuadriláteros (suma de ángulos internos), la utilización de la herramienta edición numérica para ir introduciendo algunas nociones de variación especialmente en situaciones que se trabajan con la proporcionalidad directa e inversa. Además se explora sobre las propiedades de traslaciones, rotaciones, reflexiones.

En el grado noveno se trabajarán especialmente el teorema de Pitágoras, congruencias y Semejanzas, variación lineal y función cuadrática propuesta para trabajar a través de problemas.

En el grado décimo la construcción de las gráficas de las funciones trigonométricas, construcción de las cónicas. En este grado es donde no se ha podido trabajar casi con los estudiantes debido a la poca colaboración de la docente.

En el grado undécimo se centra el trabajo con problemas de variación y análisis funcional.

Trabajo de la semana del 17 al 21 de mayo: Se inició el trabajo con los estudiantes de los grados sexto 1-2-3-4 y 5.

Continuaron el trabajo los estudiantes del grado 7-1-2-4, se suspendió el trabajo con los estudiantes del grado 7-3 por motivos de mal comportamiento.

Además se tienen inconvenientes con el salón en donde funciona el proyecto porque ahí está ubicado el grado 7-1 y a toda hora toca sacar a estos estudiantes a otros salones, lo que genera incomodidad para algunos estudiantes y docentes de otras áreas que a veces se disgustan por que les toca cambiar de salón, este va a ser un problema para este año porque no hay posibilidad de tener una sala especial para el proyecto.

De acuerdo con ese plan general se van planeando las situaciones didácticas específicas para un periodo de tiempo corto, como por ejemplo del 22 de junio hasta el 2 de julio de 2004 se acordó la siguiente programación:

Cuadro 12. Plan de Trabajo con apoyo de la tecnología, del 22 de junio al 2 de julio de 2004. IE Las Américas.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LAS AMÉRICAS BUCARAMANGA PROGRAMACIÓN ACTIVIDADES PEDAGÓGICAS PROYECTO DE TECNOLOGÍAS EN MATEMÁTICAS.	
<p>Objetivos: Para dar cumplimiento al objetivo trazado por el MEN en el proyecto Incorporación de la Tecnología en el currículo de Matemáticas, que consiste en expansión del proyecto en la Institución y el otro objetivo de posicionar el proyecto en la institución, los docentes del área de matemáticas acordamos la siguiente programación para desarrollar en el período de junio 22 a julio 2 en la jornada laboral correspondiente.</p>	
<p>Para el grado sexto: Se realizarán talleres relacionados con construcciones de triángulos como: Construir un triángulo de perímetro fijo, construcciones de macro cuadrados, construcción de rectángulos de perímetro fijo y variable, construcción de cuadrados de perímetro fijo y variables, transformaciones en el plano traslaciones y rotaciones.</p>	
<p>Para el grado séptimo: Talleres sobre propiedades de las líneas notables del triángulo, construcción de triángulos rectángulos y verificación del teorema de Pitágoras, construcción de triángulos de perímetro fijo, verificación de la desigualdad triangular, simetrías de los triángulos y cuadriláteros, propiedades de los cuadriláteros y construcción de paralelogramos.</p>	
<p>Para el grado octavo: Se realizarán talleres sobre magnitudes directas e inversas con las experiencias sobre (ley de Hooke, intensidad luminosa, variación del perímetro de un cuadrado, modelación de un movimiento uniforme).</p>	
<p>Para el grado noveno: Talleres sobre variación que modelen funciones lineales y cuadráticas (Rectángulo de mayor área que se puede encontrar en el primer cuadrante bajo la recta $y = -3x+4$, representación gráfica del área en función de su lado, modelación de un movimiento en caída libre, modelación de la caja abierta, prisma inscrito en una pirámide, interpretación de la variación de su volumen con respecto a la altura).</p>	
<p>Para el grado décimo: Construcción de las funciones trigonométricas, funciones sinusoidales, y de las cónicas (parábola, elipse, hipérbola), interpretación de las leyes del seno y coseno.</p>	
<p>Para el área de ciencias específicamente física, se proponen los talleres desarrollados para movimiento uniforme, variado, modelación de caída libre, movimiento armónico, tercera ley de Newton, utilización del CBR(sensor de movimiento), tiro parabólico.</p>	
<p>Docentes del área de matemáticas y ciencias físicas.</p>	
<p>_____ Coordinador Proyecto-séptimo y once</p>	<p>_____ Docente grado sexto</p>
<p>_____ Docente grado Octavo</p>	<p>_____ Docente grado noveno</p>
<p>_____ Docente grado décimo y física 10 y 11</p>	<p>_____ Coordinadora Académica</p>
<p>Bucaramanga junio 3 de 2004.</p>	

Con estos acuerdos cada profesor mira qué quiere en la clase, para qué quiere hacer la clase y decide entonces lo que va a trabajar con los alumnos.

Hay algo que según Francisco no se tenía en cuenta en la planeación, era el trabajo sobre los presaberes del alumno, como por ejemplo qué debe saber el estudiante para enfrentarse a una nueva temática, para dónde va con esa temática, para qué le va a servir eso y se tomó la decisión de programar actividades complementarias, de refuerzo o de profundización para que los estudiantes tuvieran un aprendizaje más significativo.

❖ **Talleres o Guías de trabajo para los alumnos**

Como se indicó en párrafos anteriores, la actividad central para la planeación de los contenidos la constituyen lo que Francisco ha llamado “Talleres”, que son documentos que cumplen funciones tanto de unidades de enseñanza como de guías para el trabajo de los alumnos. Así orientan la labor del docente y al mismo tiempo la realización de actividades para gestionar el aprendizaje de los alumnos.

Estos talleres son elaborados por el grupo de docentes junto con docentes del grupo de IE que desarrollan el proyecto del MEN y luego los intercambian para replicarlos en todas estas instituciones. Así tiene un banco de talleres disponibles para todos los docentes que trabajan con tecnología en diversos tópicos del currículo.

Contienen una introducción, unos logros, indicadores de logro y la actividad que realizarán los alumnos. Se hace una descripción de esta actividad incluyendo recursos pasos a seguir y unas preguntas orientadoras que generen reflexión y que deben orientar hacia donde debe llegar el estudiante. Se incorporan unas orientaciones para el manejo de la calculadora para el aprendizaje del tema o concepto previsto, lo que constituye el taller propiamente dicho.

A continuación se describen algunos de los talleres propuestos a los alumnos de 8° y 9° para el desarrollo del pensamiento geométrico y del variacional.

- Inducción al conocimiento de los comandos y funciones del cabri en la TI-92 Plus.
- Taller de paralelismo y perpendicularidad en donde se pretendía además de conocer los comandos necesarios para trabajar estas relaciones, mejorar el nivel de razonamiento hasta llegar a deducir algunas propiedades de las paralelas y las perpendiculares y el reconocimiento de Teorema de Thales.
- Taller de polígonos con el objetivo de reconocer y clasificar algunos polígonos y sus propiedades en el cabri.

- Taller de triángulos, puntos y líneas notables (las más conocidas) en donde se caracterizó el triángulo, se trabajó bastante el arrastre, se dieron los conceptos de altura, mediana, mediatriz y bisectriz, se analizaron sus propiedades, sus puntos de corte de acuerdo a la clase de triángulo, además de explorar el área y el perímetro y la suma de las medidas de sus ángulos.
- Taller de cuadriláteros, en donde se caracterizaron el rectángulo y el cuadrado de acuerdo a las relaciones entre sus lados y las medidas de sus ángulos, también se exploró la suma de las medidas de sus ángulos interiores.
- Taller del problema de la construcción de una caja construida de una hoja en la cual se ha recortado un cuadrado en cada esquina (Simulación de la hoja y la caja).

En el Anexo I se incluye un ejemplo de estos talleres, sobre la función lineal.

6.2.2 Gestión del proceso de enseñanza y de aprendizaje

Como se mencionó en el caso de Irene, se consideran en esta categoría aspectos generales y aspectos específicos de esta gestión. En los primeros, se incluyen estrategias didácticas, la interacción entre los estudiantes y el conocimiento matemático, la motivación de los estudiantes, el rol de la tecnología tanto en la enseñanza como en el aprendizaje y el nuevo rol del profesor. Los aspectos específicos se presentarán en el capítulo siguiente en las modificaciones al currículo que enseña el profesor.

❖ Estrategias didácticas

Se consideran estrategias didácticas empleadas por el profesor para dinamizar el aprendizaje, a partir de una situación problema mediada por la tecnología, como son los diferentes momentos del proceso seguido en la clase, las formas de trabajo con los alumnos y la gestión de la discusión con ellos.

De acuerdo con las observaciones de aula que se realizaron y las entrevistas con Francisco y con los alumnos, la clase de matemáticas se lleva a cabo a través los **siguientes momentos:**

- Cuando se inicia un tema nuevo, Francisco propone una actividad de motivación a los estudiantes que es una lectura sobre la historia del concepto que se va a trabajar, cómo nació el concepto para que ellos empiecen a explorar y contextualizar lo que va a presentar antes de empezar a trabajar toda la temática, las aplicaciones en la vida diaria, en la

tecnología, en la industria, por ejemplo. Al respecto el afirma

“... me gusta que el estudiante lea de un libro algo, les llevo los poquitos libros que tenemos, sacamos copia, vamos a leer por ejemplo de la derivada, me gusta mucho que lean la historia, cómo nació el concepto que ellos empiecen a explorar, cuántos años hace que se habla de eso,” (13:64)

- Después de esa lectura histórica de motivación, se les plantea una situación problema, los alumnos empiezan a trabajar en parejas o en grupos. Mientras tanto Francisco los observa y pasa por los puestos para ver cómo están resolviendo las preguntas, cómo están interactuando para las discusiones, qué preguntas se generan, qué opiniones expresa cada uno de los participantes y cómo llegan a acuerdos.
- Una vez que han resuelto la situación planteada, se hace algo que no se hacía antes, que es la socialización frente a los demás compañeros. En este momento es que el profesor se da cuenta qué tanto y quienes han comprendido bien el tema. Según Francisco este es un momento propicio para valorar el desempeño de los alumnos a través de lo que expresan cuando hacen sus presentaciones. En este momento se da la discusión entre los alumnos sobre las soluciones encontradas.
- Después viene la puesta en común de los conceptos o soluciones hallados. Se hace el raciocinio y discusión necesarios con los alumnos para llegar en lo posible a encontrar una generalización y decir por qué se llegó a esta. De alguna manera es como llegar al concepto, como buscar las propiedades que se cumplen, etc. En los últimos grados de la secundaria se puede llegar a conceptos más formales que en los primeros grados.
- Posteriormente se planean algunas actividades de refuerzo para verificar la comprensión de los conceptos, procedimientos, etc. En algunos casos los problemas son tan largos que en el transcurso de su resolución se tienen que trabajar muchas situaciones.

En cuanto a las **formas de trabajo** los alumnos trabajan siempre en equipo, ya sea en parejas o en grupos más grandes. La disposición de los pupitres se presta para que interactúen en parejas, por eso se prefiere esta forma de trabajo. Así los alumnos se ayudan entre sí y por lo general se les permite que formen libremente las parejas. Sin embargo cuando realizan un experimento con CBL o CBR ellos trabajan en grupos de a 4 o 5, lo cual también es importante para la interacción entre los estudiantes.

Según Francisco el mismo número de calculadoras que se entregó a la IE, una por cada dos alumnos en el aula, generó un trabajo en equipo obligado que ha sido muy fructífero y que ha propiciado una transformación en el aula. El afirma:

“... entonces ellos se buscan, dicen: “venga y trabajamos que los dos trabajamos rápido” y otros dicen: “yo voy a trabajar con este que no domina mucho la calculadora para enseñarle”...” (13:46)

La gestión de la discusión. Las observaciones realizadas en el aula por la investigadora muestran que los nuevos roles asumidos por los estudiantes en un ambiente de situación problema mediada por la tecnología, desarrollan y mejoran la comunicación hablada y escrita, entre otras competencias.

Francisco observa y escucha cuidadosamente las discusiones de los alumnos y a través de preguntas guía la interacción entre ellos para motivarlos a participar en la construcción del conocimiento matemático. La discusión y el diálogo son factores fundamentales para aprender en las clases de Francisco, pues le permiten saber cómo va el alumno en su comprensión y tomar decisiones sobre la enseñanza que realiza, en especial sobre qué profundizar cuando se requiere y qué tipo de preguntas debe hacer para movilizar el aprendizaje.

El momento más importante en que la discusión entre los alumnos cobra mucho sentido para Francisco es a la hora de la socialización de las diferentes soluciones a un problema y la puesta en común. A través de preguntas invita a los estudiantes a que opinen sobre las respuestas que se van dando al problema, den razones y en el caso que la respuesta nos sea correcta propongan estrategias para llegar a la solución. Así el afirma:

“...miramos si está o no equivocado, por qué razón esta equivocado. También, por ejemplo dicen: “No es que él hizo mal la construcción, porque ahí se ve cuando el mueve tal punto, allá se les descuadra tal situación, porque él hizo esa construcción con tal herramienta”. (13:135)

El afirma que su clase es más un conversatorio que una clase magistral porque a propósito de todas las actividades que realizan los estudiantes se ven abocados a preguntar mucho a sus compañeros y al profesor para lograr una mayor comprensión. Francisco crea un ambiente de confianza de tal manera que si un alumno se equivoca, esto no le genere preocupación. El expresa:

“Yo les digo: aquí en este trabajo no se preocupen, pueden equivocarse porque de eso se trata, que si lo que tiene que escribir o decir es la verdad, entonces el trabajo se limita. Cuando hagamos la discusión usted se da cuenta, son capaces de decir “lo que yo

había dicho estaba mal, o usted tenía razón”..., esa es como la dinámica con los grupos que uno va trabajando” (13:147)

❖ **Interacción estudiante - conocimiento**

La relación entre el contenido matemático que subyace a las situaciones problema y los estudiantes en el contexto del aula es la base para la construcción de su conocimiento matemático.

La calculadora ha permitido una interacción del estudiante con el conocimiento matemático a través de la mediación instrumental, que le da acceso actividades nuevas para aprender, lo cual contribuye a reorganizar su conocimiento.

Francisco observa que a partir del dinamismo, la interactividad y la posibilidad de proporcionar múltiples representaciones que tiene la calculadora, los estudiantes pueden desarrollar nuevos métodos, nuevas estrategias de graficación, aprovechando las capacidades de procesamiento de graficación que esta herramienta tiene.

Esto lo han experimentado, por ejemplo, en el estudio de fenómenos de variación con los sensores (CBL, CBR) que pueden articularse a las calculadoras, como es el caso del taller denominado: “Cambio de estado de la materia: punto de ebullición del agua. Interpretación y análisis del comportamiento de una función lineal y una función constante” realizado con los estudiantes de 10° y 11°, con el objetivo de “estudiar el modelo matemático cuyas características de comportamiento son los de una función lineal, a partir de la variación de la temperatura con respecto al tiempo, cuando se origina un cambio de estado de la materia”.

A través de talleres como este, el estudiante tiene la oportunidad de representar gráficamente fenómenos naturales como las variaciones de temperatura, y acceder así nuevas experiencias como son las relacionadas con la variación y el cambio, que son la base del pensamiento variacional. También puede contribuir al re-diseño de las estrategias de resolución de problemas y a la re-conceptualización mediante la sustitución de un sistema de representación cuando los estudiantes desarrollan estrategias de graficación incorporando la tabla de valores que suministra la calculadora, como parte estructural de la función. Con respecto a esa actividad del alumno Francisco afirma:

Cuando es una situación de variación los muchachos la ven desde el punto de vista del concepto, que antes no se hacía, ¿cuándo se atrevía un muchacho a dar opiniones conceptuales?, es difícil. En cambio, ellos a través de la situación han construido unas propiedades, unas herramientas, unas definiciones, unas gráficas...” (13:135)

Francisco señala que los alumnos cambiaron la idea que tenían de las matemáticas después de trabajar con la tecnología y por supuesto su relación con el conocimiento. Así afirma:

“El niño tenía la idea de que las matemáticas, antes de meter el proyecto en esto, ellos pensaban que las matemáticas, eran como cosas ahí aisladas del mundo y con el proyecto ellos han empezado a ver que las matemáticas lo que han hecho es explicar muchas situaciones de una manera mas sencillas del mundo real, porque el mundo real es muy difícil de explicar” (13:39)

Por su parte los estudiantes al tener acceso por más de tres años al aprendizaje con la tecnología también hacen visible y reconocen esa relación con el conocimiento mediado por las calculadoras. Un estudiante expresa:

“Yo creo que esto ha mejorado nuestro desarrollo, por ejemplo en las gráficas, se pueden hallar los puntos, los cortes, todo esto ha influido en nuestro desarrollo matemático. Creo que las calculadoras han sido un apoyo muy fuerte, nos permite mucho desarrollo académico,.... Esto nos permite meternos en otros cuentos, como la química que nos ha permitido desarrollar un proyecto de reacciones, cálculo de graficas, su temperatura, el PH. La gracia de estas calculadoras es que nos ayudan en el aprendizaje matemático” (9:30)

❖ **Motivación del estudiante**

Como resultado de la interacción de los alumnos con las herramientas computacionales disponibles en la IE, y del trabajo con Francisco se la logrado motivar e interesar a los estudiantes por las matemáticas y por su aprendizaje.

Las entrevistas realizadas a estudiantes de 9° y 11° de la IE que han venido aprendiendo matemáticas mediadas por estas tecnologías hace aproximadamente cuatro años, muestran que estas han generado una gran motivación para aprender matemáticas por cuanto:

- facilitan el aprendizaje, permiten nuevos aprendizajes e incorporan nuevos tópicos para desarrollar en la clase,
- les ayuda a desarrollar la inteligencia
- ayudan a ahorrar tiempo y así el aprendizaje es más rápido,
- el aprendizaje es más divertido y las clases son menos aburridas,

- se abren nuevos campos de experimentación y de conocimiento, que les dan pautas para su futura profesión,
- el aprendizaje es más significativo, se hace énfasis en situaciones de la vida real conocidas por el alumno,
- prepara a los alumnos para el futuro y
- les ayuda a superar miedos y tabús que ellos tenía hacia las matemáticas.

Esto se manifiesta a través de expresiones de los alumnos, como las siguientes:

“...gracias a las calculadoras ha sido mucho mejor y más fácil el aprendizaje, ya que son muy fáciles de manejar y es más bonito porque nos llama más la atención con calculadoras.... Esto nos permite meternos en otros cuentos, como la química que nos ha permitido desarrollar un proyecto de reacciones, cálculo de graficas, su temperatura, el PH” (9:1)

“Creo que las calculadoras han sido un apoyo muy fuerte, nos permite mucho desarrollo académico, las clases se hacen interesantes, se divertía uno trabajando con las calculadoras” (9:2)

“Con estas herramientas uno abre nuevos campos, puede ir mas allá de lo que se proyecta uno....”, (9:4)

“...para desarrollar la inteligencia y aprender más cosas sobre matemáticas” (9:6)

“La clase de matemáticas se ha vuelto mas interesante, ha tenido mas énfasis en nuestra vida gracias a la calculadora, porque nos ha llegado a interesar mas porque hemos visto cosas nuevas no siempre las mismas rutinas” (9:13)

“...sino que permitía sentarse uno con su guía a desarrollar y como medirse uno a ver que tanto podía dar la talla, me parece muy importante eso ya que es una herramienta demasiado especial para nosotros, es una herramienta que nos permita desarrollar graficas y encontrar puntos y tantas cosas que a lápiz y papel nos demoraríamos tanto tiempo, y en las evaluaciones es bastante importante eso” (9:14)

“Yo estuve en la universidad y me di cuenta que las calculadoras no solo se trabajan en algunos colegios sino que allá también las están utilizando. O sea, si un colegio le esta abriendo a uno las puertas con algunas tecnologías para que cuando salga de acá, si se las

encuentra allá tenga un mejor uso y se pueda tener un mejor desarrollo en esas materias” (9:15)

“...considero que el área de matemáticas con las calculadoras nos ha servido demasiado, nos motiva a realizar actividades en el área de matemáticas, entonces se ha ido perdiendo ese tabú que las matemáticas son difíciles”. (9:20)

“Me parece que las clases con calculadora son más interesantes porque uno se siente más motivado a hacer los ejercicios, ya puede ver uno qué es lo que hace y no aburrirse, acá le pone más interés”. (9:23)

“Como yo voy a estudiar ingeniería electrónica, entonces con aparatos electrónicos, nos facilita el manejo de aparatos, puede ser calculadoras, CBL, CBR, que se adaptan a la calculadora, pero son diferentes cada uno, cada uno tiene su función” (9:6)

“... nos ha llamado mucho la atención el manejar las calculadoras ya que hasta hemos venido incluso en las tardes para poderlas manejar mejor, porque nos llama mucho la atención” (9:5)

❖ Rol de las tecnologías en el aprendizaje

Los alumnos y Francisco están de acuerdo en que el uso pedagógico de las tecnologías tiene un gran impacto en el aprendizaje de las matemáticas. Al respecto los alumnos afirman que con la tecnología se favorecen aspectos como:

- Las operaciones de la geometría se pueden hacer en una forma más rápida de lo que se hacen con lápiz y papel. Además se pueden comprobar y si algo se hace mal, se puede corregir.
- Hay una mayor comunicación entre los compañeros y con el profesor.
- La calculadora con el CBR y el CBL les permiten graficar movimientos, lo cual favorece el estudio de la física, que es una carrera de interés para muchos alumnos de grado 11.
- Permiten estudiar en forma integrada una gran parte del currículo escolar de la secundaria y al mismo tiempo con varios sistemas de representación.

Estas son algunas expresiones de los estudiantes:

“...pues en el transcurso de nuestros estudios desde séptimo que lo empezamos a ver hasta hoy en día que vamos en noveno, hemos aprendido a realizar gráficas, ecuaciones, problemas geométricos, matemáticos y un poco mas de álgebra, conjugando todo eso. Me ha gustado el trabajo” (9:11)

“...en cambio las calculadoras nos da un avance mejor, estamos viendo puntos de vista que con lápiz y papel nunca los hubiéramos visto. Con lápiz y papel todo no queda tan perfecto, no queda tan aproximado como lo podemos realizar en la calculador” (9:12)

Por su parte los practicantes afirman que las calculadoras permiten la experimentación, lo cual ayuda al alumno a ir construyendo los conceptos y destacan las ventajas que tiene para los alumnos el trabajo con la calculadora sobre el que se hace con lápiz y papel cuando dicen:

“Y es muy bueno para ellos, porque de todas maneras con las calculadoras es mucho más fácil que estar trabajando en el tablero haciendo rectas, haciendo gráficas de funciones, en cambio ahí podemos graficarlas a todas de una vez y ellos van a ver las variaciones, van a ver los cambios de una forma mucha más didáctica”. (11:3)

Por último, Francisco destaca la posibilidad y acceso de los estudiantes a la geometría en una forma dinámica por la propiedad de arrastre de software como Cabri en la construcción de figuras geométricas a partir del cual se pueden estudiar las bases elementales de geometría. Afirma que:

“Por ejemplo en el estudio de las líneas notables del triángulo, es muy práctico porque el estudiante va haciendo dibujos para buscar el ortocentro, dónde está, está afuera, está dentro, qué clase de triangulo debe ser, ahí es rápido porque uno simplemente le cambia, mueve el vértice entonces se da cuenta, en cambio haciendo dibujos en el cuaderno el niño se demora un poco de tiempo. Esto lo va induciendo hacia ciertas generalizaciones elementales, que al final es lo se busca con eso” (13:14)

También afirma que la mediación de la tecnología ha fomentado la curiosidad y la persistencia de los alumnos en la búsqueda del conocimiento cuando dice:

“...definitivamente el trabajo con las tecnologías sí ha permitido que el muchacho se vuelva muy buscón, que uno vea que ese no se conforma con lo que le dan en primera instancia, que él trate de mirar a ver si eso es. Si puede ser cierto o puede haber falla. Eso definitivamente es un cambio” (13:63)

❖ **Rol de las tecnologías en la enseñanza**

Los estudiantes, practicantes, Francisco y demás docentes de la IE valoran el potencial que estos instrumentos tienen para modificar los enfoques de enseñanza, por razones como estas:

- Se constituye en **un estímulo cognitivo** para docentes y practicantes que los ha llevado a estudiar, a reflexionar sobre su práctica y a ampliar su formación. Esto les ha generado confianza en sí mismo, aspecto importante para transformar su práctica pedagógica. Esto se confirma cuando manifiestan lo siguiente:

“... la formación que hemos recibido en cuanto a la parte teórica y de la pedagogía y el dominio de la matemática nos hace sentir cierta confianza, y el trabajo que hemos realizado nosotros en descubrir qué podemos hacer con la calculadora nos ha abierto otros horizontes. Pero en general el saber que los muchachos tienen una expectativa y que en alguna forma les podemos ayudar a que resuelvan sus dudas, a que incrementen sus conocimientos, nos hace sentir confianza” (11:16)

“... el trabajo con la tecnología, si transformó la práctica, porque antes yo era un poco más teórico, eso hacía que muchos estudiantes no llegaran al concepto.... El hecho del proyecto generó que se planteen situaciones y después de las situaciones uno habla de la temática..., eso si generó un cambio en mi manera de trabajo” (13:59)

- Es un elemento que dinamiza los cambios metodológicos. El hecho de que la calculadora proporcione de manera inmediata, una retroalimentación de las acciones de un estudiante en el mismo sistema de representación en el que está trabajando, le permite su mirada como un fenómeno matemático, y facilita de esta manera, una amplia y directa experiencia matemática. Esta situación ayuda a reorientar el desarrollo de las clases para colaborar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Un practicante afirma:

“Con base en los conocimientos previos y en algún conocimiento que se imparte a los estudiantes con respecto al manejo de la calculadora, específicamente de la TI que se está utilizando, se comienzan a presentar experiencias para que ellos mismos vayan descubriendo no solamente la versatilidad que tienen las calculadoras, sino en qué forma les puede colaborar en su proceso de aprendizaje” (11:1)

Para Francisco las nuevas tecnologías potencian y enriquecen el enfoque de resolución de problemas para la enseñanza de las matemáticas, lo cual expresa así:

“Para empezar hay que trabajar mucho resolución de situaciones, sin eso es imposible ir uno a usar la tecnología, porque la tecnología lo que ha ayudado es apoyar el proceso de pensamiento, razonamiento, en la resolución de una situación. Ahí si en ese sentido estaría enfocado a que en cada clase hubiera situaciones para trabajar, porque a través de la situación se pueden trabajar las temáticas que se van presentando”. (13:34)

- Se constituye en una buena herramienta de trabajo porque facilita la clase con los alumnos al permitir nuevas estrategias para resolver problemas como la simulación de fenómenos en la calculadora, que ayuda a desarrollar temas que antes no se veían y estudiarlos integradamente con otras áreas como Química y así ir modificando el currículo.

Sobre esta cuestión se expresa lo siguiente:

Un estudiante

“Otro apoyo de las calculadoras es que facilita los trabajos que realizamos, se hizo un trabajo un día sobre hallar el volumen de unas cajas que a lápiz y papel nos pudiéramos demorar días y con la calculadora nos demoramos solamente unas pocas horas, y otra cosa es que no solamente sirve para matemáticas sino también para física y otros temas” (9:8)

Un profesor:

“... yo tengo los octavos y estamos desarrollando, la unidad de proporcionalidad con las calculadoras, los alumnos en la parte de gráficas, realmente con el trabajo de las calculadoras sí se les facilitó más, lo que son las gráficas inversas, gráficas directamente proporcionales” (10:2)

Francisco expresa el papel primordial de la calculadora para introducir conceptos básicos y de uso frecuente de estadística, que han estado tradicionalmente relegados en el currículo por los problemas de cálculo que conllevan. Ahora puede introducirlos de manera sencilla con la calculadora.

“En 6° en Estadística, les enseñarlos a introducir datos, trabajar los datos como si fuera un excel, y luego cómo representar gráficamente esos datos por medio de histogramas, las gráficas de

cajas que no son tan comunes, eso le ha impactado a los muchachos porque como colocan en el mismo sitio donde estaban los histogramas, entonces se hacia un análisis...” (13:10)

“Yo hice la clase con 11°. Eso fue un trabajo que hicimos en el tercer periodo, todo lo que era la estadística descriptiva, medidas de tendencia central y medidas de dispersión y parte del inicio de la estadística inferencial” (13:11)

❖ **Rol del maestro**

El trabajo con la tecnología le fue cambiando gradualmente el rol como profesor a Francisco hasta llegar a un cambio total en su labor. La relación maestro – alumno cambió desde el punto de vista personal o humano y desde lo académico.

Francisco manifiesta que pasó de ser alguien distante para los alumnos a ser su amigo; de ser muy riguroso, vertical y quien lo sabía todo a ser un profesor al que se pueden acercar y consultar sin temores y acepta que algunas veces los alumnos tiene mejores respuestas que él. Ahora hay una relación mucho más familiar hasta el punto que todos los días lo saludan y se despiden dándole la mano, comportamiento que antes no se daba entre sus alumnos. En este sentido él cree que se rompió el esquema del profesor de matemáticas tradicional.

En el salón de clase cuando trabajan con la calculadora ya no dirige tanto a los alumnos, sino que a partir de una situación problema que les propone, ellos deciden cómo organizarse para trabajar, la leen, la interpretan y discuten entre ellos y cuando lo creen necesario le preguntan al profesor o le hacen comentarios sobre el problema que están resolviendo. Ahora toma un rol de acompañante de los alumnos en su proceso de aprendizaje. Según Francisco, antes el profesor era el que validaba lo que hacía el alumno y ahora puede ser otro compañero. Así afirma.

“...entonces perdió la verticalidad que tenía el profesor, que era el que dirigía todo. Ahora a veces ni le preguntan a uno, le preguntan es a otros compañeros, porque ellos dicen: ese sabe, entonces me puede explicar también. Yo pienso que eso se ha perdido afortunadamente” (13:42)

Otro aspecto importante sobre el rol del profesor que se observó en las clases de Francisco y el también lo manifiesta, es que ahora con su rol de dinamizador del aprendizaje de los alumnos ha logrado que muchos más alumnos aprendan más matemáticas que antes de trabajar con las calculadoras y que esto sea un factor que garantice la permanencia de muchos alumnos en la educación. Así comenta:

“Yo creo que uno ve que los estudiantes aprenden, eso es lo más satisfactorio. Sí, yo veo que varios niños llegaron a generalizar, por decir algo 15 de 40, porque antes eran 2 ó 3 los que no necesitaban profesor y sobre todo que se quedaba mucho niño rezagado, que no quería saber nada de eso, se ponían bravos y desertaban prácticamente del sistema educativo, esto ha generado que uno sea como más accesible al alumno” (13:60)

Por otra parte las directivas de la IE destacan el rol hegemónico de Francisco al liderar y ser el abanderado del trabajo con la tecnología en la IE, lo cual ha trascendido a otras instituciones de la región. Reconocen que uno de los cambios generados por el impulso que el ha dado a la incorporación de las nuevas tecnologías en la IE es haber recuperado la enseñanza de la geometría que había desaparecido del currículo de matemáticas y que a los profesores no se interesaban por esta asignatura. Afirman que la geometría está contribuyendo al aprendizaje de las matemáticas de los alumnos.

Con respecto a este nuevo rol de Francisco la rectora expresa:

“Eso si hay que reconocerlo, que el profesor ha sido el alma del proyecto y que los éxitos se deben precisamente a él, y que ha tenido ese carisma para que los compañeros se hayan logrado apegar al proyecto” (12:42)

Las directivas resaltan que debido a que el desempeño de los estudiantes en las matemáticas no eran muy satisfactorios, Francisco comenzó con la inquietud de buscar metodologías adecuadas para desarrollar procesos de pensamiento en los estudiantes, así logró que los otros profesores se cuestionaran e iniciaran un análisis y retroalimentación de la enseñanza de las matemáticas desde preescolar. Las calculadoras jugaron un papel fundamental en esta reconceptualización del currículo, como se verá más adelante.

6.2.3 Modificaciones en el currículo que enseña

Al igual que en el caso de Irene, en esta sección se considera los siguientes aspectos: el enfoque, los contenidos, la actividad matemática del estudiante y la evaluación del desempeño del estudiante.

Se presentan las principales características del currículo que se desarrolla en la IE mediado por tecnología a partir del análisis de diversos documentos entregados por Francisco y por el coordinador del proyecto en el departamento, que incluye informes de gestión, de desarrollo académico logrado; de las observaciones del trabajo de aula; de las entrevistas y de protocolos de clases elaborados por Francisco y sus compañeros. Algunos de estos documentos e informes fueron

también entregados al MEN para documentar los alcances y resultados del proyecto.

❖ **Enfoque centrado en resolución de problemas**

Como lo ha expresado antes Francisco, el enfoque para promover el aprendizaje de los alumnos está basado en la resolución de problemas. Por lo tanto la labor del docente es crear situaciones que motiven y que permiten acceder a diversos conceptos y que dan sentido al aprendizaje de los estudiantes al dinamizar y enriquecer sus estructuras conceptuales.

Una de las principales actividades de Francisco es la construcción conjunta con profesores y practicantes de talleres que involucren situaciones problema interesantes y retadoras que el alumno resuelve apoyado con las herramientas computacionales. Estas situaciones proporcionan ambientes enriquecidos en donde los estudiantes tienen la oportunidad de explorar ideas, socializar sus indagaciones y vivir y valorar su proceso de construcción de conocimiento, a partir de diversas representaciones.

Veamos algunos ejemplos de situaciones problema relacionadas con pensamiento variacional y pensamiento geométrico diseñadas por Francisco.

- “Dado un perímetro fijo de 120 metros, entre los siguientes polígonos: triángulo, triángulo equilátero, rectángulo, cuadrado y circunferencia, ¿cuál encierra la mayor área?”
- “Dada una circunferencia y un punto P en ella construir, un cuadrado inscrito de tal manera que este punto sea un vértice del cuadrado.

Construir un cuadrado circunscrito que tenga ese punto tal que el punto P pertenezca a uno de sus lados.

¿Se puede establecer alguna relación entre las áreas de los cuadrados?”

- Construir un triángulo con un perímetro de 6.8 cm. Con base en esta construcción responde las siguientes preguntas:

Con este perímetro fijo, ¿cuántos triángulos escalenos se pueden construir?

Con este perímetro fijo, ¿cuántos triángulos rectángulos se pueden construir?

¿Cuántos triángulos equiláteros se pueden construir?

¿Se puede construir cualquier triángulo?

¿Se pueden construir triángulos de 3cm,2cm y 1.8cm?. Explique

¿Se pueden construir triángulos de 4cm,2cm y 0.8cm?. Explique

Francisco manifiesta que con este enfoque, están cubriendo la mayoría de los conocimientos matemáticos de los diferentes pensamientos propuestos en los estándares y lineamientos colombianos, cuando dice:

“Ahorita ya en la etapa que estoy en el proyecto la mayoría de las actividades se refieren a situaciones problemáticas, con los niños la etapa de familiarización ya ha pasado y estamos ya resolviendo situaciones, ya sea geométricas o situaciones de variación o de estadística, entonces ya nos hemos dedicado en el colegio desde los grados 7° en adelante a ese tipo de trabajos” (13:1)

De acuerdo con su experiencia, Francisco señala que algunas temáticas no se puede iniciar con un situación problema, sino que requieren de otras tareas que también se constituyen en contextos significativos para el aprendizaje como lo son los experimentos con CBL y CBR que implican tener una guía detallada del proceso a seguir para llegar a la conceptualización que se desea.

Como ejemplo de estas guías o talleres se ha incluido en el Anexo J, la simulación de una carrera de fórmula 1 en la que “Juan Pablo Montoya sale de pits con una aceleración constante de 4 m/seg^2 y en ese mismo instante, pasa Michael Schumacher con una velocidad constante de 252 km/hora” para visualizar la variación y los cambios entre las diferentes variables a través de la simulación y familiarizarse con otras aplicaciones de la calculadora (toma automática de datos, representación grafica, manejo de tablas, graficación de datos y cálculo de regresiones). Este tipo de talleres requiere del acompañamiento de los docentes y su desarrollo implica varias sesiones de clase.

También comenta cómo el estudiante puede representar gráficamente fenómenos naturales como las variaciones de movimiento, de temperatura, de intensidad sonora etc., a través de los sensores CBR y CBL, lo cual amplía el campo de experiencias del alumno y menciona el impacto que ha tenido en los alumnos este tipo de trabajo. Esto es lo que dice:

“Ahora le estamos dando bastante énfasis a situaciones problema al tratar de explicar situaciones reales, y eso impacta al muchacho y le mueve el piso.

Por ejemplo: una experiencia que fue muy impresionante para los niños fue el caminar frente al CBR en 7° y 6°, cuando se les puso que caminaran y que ellos trataran de hacer la gráfica sin mostrársela antes, ellos decían ¡NO!, ¡pero yo no hice eso, yo me moví en línea recta y cómo me va a dar allá una curva” (13:53)

“Esas situaciones hacen que a él se le mueva el piso. Cuando pusimos la práctica de caída libre le mostramos la gráfica y decían: “la pelota no hizo eso, cómo se le va ocurrir la pelota bajo derecho, entonces debe ser una recta, así bajando”. No, pero no mire lo que muestra allá, una curva. Eso lo hice con 10° y 9°, al principio de 10° y en octubre con 9°. Entonces se miraron, qué era la representación algebraica de una caída libre hasta que ellos se dieron cuenta de que esa representación era una cuadrática, entonces por eso es que da ese pedazo de curva.” (13:53)

Los alumnos también comentan las ventajas de aprender con tecnología a partir de resolución de problemas ya que muchas situaciones de matemáticas y de física que se estudiaban sólo teóricamente ahora pueden tomarlas de la realidad, ver cómo se representan a través de las nuevos instrumentos y comprender los fenómenos de variación que ocurren.

❖ **Contenidos del currículo desarrollado**

De acuerdo con las entrevistas y la revisión de documentos entregados por Francisco, los Lineamientos Curriculares y los Estándares propuestos por el MEN orientan el currículo que se desarrolla en la IE. Según este profesor esos documentos son fundamentales para transformar la educación matemática del país ya que cambian **el tipo de contenidos** que se venían desarrollando en el currículo para propiciar el desarrollo de procesos de pensamiento y en consecuencia de competencias, que son contenidos del currículo que se potencian con el apoyo de las tecnologías. Al respecto Francisco afirma:

“Nosotros nos hemos basado bastante en los pensamientos de los lineamientos, el pensamiento numérico, etc. Yo he tenido ese documento como importante en la IE y en la universidad, no hay que perderlo de vista, les digo a los muchachos este fue el primer documento después de la reforma del 84 que realmente reformó la Educación Matemática” (13:20).

De esta manera el currículo que enseñan en todos los grados involucra **temáticas** de los pensamientos geométrico, variacional, métrico, numérico y estadístico, los cuales han resultado novedosos para los alumnos cuando se les trabaja con las herramientas computacionales.

Como se mencionó antes, en la IE se planea el currículo desde el comienzo del año de tal manera que todos los estudiantes tengan experiencias de aprendizaje mediadas por las tecnologías disponibles, en los diferentes pensamientos. Se trabaja por niveles de grados, 6° y 7° forman un nivel; 8° y 9°, otro nivel y 10° y 11° el tercer nivel para garantizar gradualidad, continuidad y profundización.

Veamos algunos ejemplos de temas del currículo vigente que han sido trabajados con los alumnos a través de la mediación de los programas que trae la calculadora y de los sensores.

Para Geometría: Conceptos básicos de rectas, segmentos, puntos, la noción de plano, ángulos, triángulos, algunas de las líneas notables del triángulo, cuadriláteros, polígonos hasta llegar a las semejanzas. Según Francisco, todo ese recorrido lo han hecho con las transformaciones en el plano, traslaciones, rotaciones, homotecias, simetrías.

Se presenta aquí un aparte de la “Propuesta de trabajo en el área de matemática para la continuidad del proyecto en el año 2003” en el que se evidencia el trabajo con la geometría por niveles:

“1. Para los grados cuarto y quinto se inicia el proceso de familiarización con el cabrú.

2. En los grados sextos y séptimo se tiene que realizar dos acciones una familiarización con los estudiantes nuevos para tener el mismo nivel de los estudiantes antiguos y poder continuar con las primeras situaciones como.

a. La construcción de cuadrados.

b. La construcción de rectángulos.

c. Construcción de cuadrados con perímetro fijo.

d. Construcción de triángulos equiláteros, escalenos, isósceles.

e. Realizar transformaciones en el plano.

f. Algunas características de las líneas notables en un triángulo.

3. Para los grados octavo y noveno, décimo 1 y undécimo se debe continuar con la familiarización e iniciar con las primeras situaciones.

a. La construcción de cuadrados.

b. La construcción de rectángulos.

c. Construcción de cuadrados con perímetro fijo.

d. Construcción de triángulos equiláteros, escalenos, isósceles

e. Construcción de triángulos equiláteros, isósceles y escalenos con perímetro fijo.

f. Construcción de cuadrados y rectángulos con perímetro fijo.

g. Construcción de triángulos rectángulos.

h. Construcción de una tangente a la circunferencia.

i. Trabajar las transformaciones en el plano con sus propiedades.

4. Para el grado décimo dos grupos piloto del proyecto se trabajará la actividades planeadas en el equipo de trabajo entre las que se incluyen líneas trigonométricas”

Con respecto al **pensamiento variacional**, en la entrevista Francisco menciona los siguientes temas:

La variación, patrones numéricos, variable dependiente e independiente, relaciones inversas y directas, representación gráfica, representación a través de la expresión algebraica, pendientes, ecuaciones, preálgebra, funciones, polinomios.

De Estadística Introducir datos en la calculadora, tablas de frecuencias, representarlos gráficamente a través de histogramas, polígono de frecuencias, ojivas, diagramas de caja, medidas de tendencia central, medidas de dispersión e inicio de estadística inferencial.

Los temas de estadística resultaron temas nuevos para el currículo, sobretodo para los alumnos de 6° y 7°, nunca antes lo había trabajado.

En cuanto al **pensamiento métrico** se trabaja con problemas de variación, como por ejemplo:

- El volumen de una caja cuando se varía la altura,
- El perímetro de un polígono regular cuando se varía la longitud del lado,
- El área de un cuadrado cuando se varía la longitud del lado.

Como el currículo se ha organizado de acuerdo con los pensamientos, para cada uno se tiene planeado qué temáticas se van a desarrollar, con qué secuencia y con qué actividades se van a trabajar en cada grado. Esto ha ocasionado que haya una reorganización de los temas y que un tema se tenga que trabajar con diferentes niveles de profundización en distintos grados, lo cual caracteriza al currículo como un currículo flexible e integrado que permite la continuidad y el avance hacia niveles de comprensión cada vez mejores.

Algunos ejemplos **de reorganización de los temas** propiciado por el uso de las calculadoras, mencionados por Francisco son:

- Variación del perímetro con respecto a la longitud del lado de un cuadrado en 7°, tema que antes era de grados 8° y 9°

“(...) por ejemplo cuando hicimos el trabajo sobre construir un cuadrado empezamos a recoger datos, cómo variaba el perímetro con respecto al lado. Es bonito encontrar niños de 7° que le hablen a uno de que el perímetro depende del lado. Esos temas eran restringidos para los cursos inferiores y a los muchachos se les dificultaba (13:7).”

- Función lineal, pendientes, representaciones gráficas en 7°, tema que era de 9°

Un practicante afirma.

“Pensar que unos estudiantes de 7° ahora pueden hablar sobre una función lineal, pendiente, etc, ¡no cómo se va meter con eso, déjelo para 9° que ese es el grado!; por eso vemos que el uso de las calculadoras ha sido bien efectivo y bien útil en el trabajo (11:6)”

- Trabajar las funciones, primero como modelos de variación y luego desarrollar aspectos de álgebra como polinomios, al contrario de lo que se hace todavía en algunos colegios. Francisco afirma:

“Primero trabajamos la función como una relación entre dos variables y luego hablamos de los polinomios y mucho más adelante, incluso casi finalizando octavo nos metemos a hablar de polinomios, pero ya hemos hecho un estudio grande sobre la función lineal, sobre todo (13:4).”

En cuanto a los **niveles de profundización** se mencionan los siguientes casos:

- A través de un taller de simulación de la siguiente situación:

“Tres aviones A, B y C parten del mismo lugar, al mismo tiempo y siguiendo el mismo curso, el avión A vuela a 40km/h, B a 30 km/h y C vuela con una aceleración constante de 15Km²/h.”, se trataron diversos temas en todos los grados de 6° a 11°, como lo afirma Francisco:

“ Las actividades del avión, la aplicamos también en 6°, pero desde el punto de vista numérico que ellos empezaron a mirar qué pasaba y para empezar a que ellos se fueran familiarizando con el plano cartesiano, cómo ubicar esos valores allá. Ese mismo taller lo hemos diseñado en la propuesta que hicimos para el año, para 6°, 7°, 8°, 9°, 10° y 11° pero lo íbamos profundizando. En 8°, para que ellos vieran variación y ya para 9° se metieron con el cuento de hallar la ecuación de la recta, hallar la ecuación de la parábola por regresiones y ahí se va avanzando. En 10° ya hablábamos de velocidad y de aceleración porque ya los muchachos habían visto eso, esa situación era más familiar.

Para 11° la trabajamos toda como se hizo allá con los profesores de la universidad, porque los pelados estaban en condiciones de hacerlo, y para 10° también se desarrolló casi un 75% de lo que se

hizo en 11°, eran los mismo talleres pero con el grado de profundidad de acuerdo al grado en que estaban los niños”. (13:6)

- Todos los temas del pensamiento variacional se trabajan de forma gradual desde 6° a 11°

Otro aspecto a considerar dentro de los contenidos que desarrolla el docente, son los **énfasis curriculares de las temáticas**.

Al respecto Francisco afirma que le da relevancia al desarrollo del pensamiento variacional, considerando esta temática como el centro o eje del currículo. A partir de la variación y el cambio se desarrollan conceptos de geometría, de álgebra, de números y de lo métrico, como se ha evidenciado a través de los talleres y actividades que él y sus compañeros proponen. Así afirma:

“A través de esas actividades sencillas geométricas se aprovecha para ir introduciendo algunos indicativos del pensamiento variacional, que nosotros nos hemos dedicado a trabajar. Estamos trabajando eso, y ahí vamos involucrando el álgebra, por ejemplo: en 8° planteamos el problema de la caja, que varía la altura y se halla el volumen, y estamos involucrando el producto polinomios. (13:8)

“De Algebra nosotros en 7° estamos usando la variación para que el niño empiece a ver la necesidad de ir generalizando, porque él tiene que tomar patrones numéricos y observar que esos patrones los puede representar mediante una ecuación, por ejemplo. Entonces el niño va encontrando cómo ese patrón algebraico le va ser más útil en un momento dado que la representación numérica, que es más difícil de manejar “(13:2)

También sostiene que aunque hay que darle menos énfasis a la mecanización de algoritmos y procedimientos, no hay que desplazarla del currículo. Así lo expresa:

“Hay un parte de mecanización que no hay que descuidar tampoco, yo diría un 30% de mecanización porque hay cosas que debe saber el muchacho. La mecanización tiene que hacerse después de que haya habido comprensión” (13:35).

Finalmente Francisco destaca el impacto de la tecnología en los contenidos del currículo, permitiéndoles mayor flexibilidad y apertura lo cual es importante para tomar decisiones sobre el aprendizaje de los estudiantes.

❖ **Actividad matemática del estudiante**

La experiencia de Francisco y sus compañeros les permite afirmar que el incorporar las tecnologías computacionales a la clase de matemáticas ofrece nuevas estrategias para la solución de situaciones problema y se constituyen en un nuevo entorno para la exploración y la sistematización. Esto origina una nueva actividad de los alumnos para aprender, que implica explorar, descubrir, conjeturar, buscar ejemplos y contraejemplos, hacer deducciones, justificar, poner a prueba argumentos, etc.

A continuación se señalan algunos procesos y desempeños que se identificaron en el aula como parte de la actividad matemática de los estudiantes cuando trabajan con la calculadora:

- Potenciar el desarrollar nuevas estrategias de resolución de problemas.
- Enriquecer la habilidad expresiva y argumentativa al justificar el comportamiento de objetos matemáticos visualizados en la calculadora y al verificar y contrastar sus hipótesis.

“Hoy día hay que trabajar mucho la interpretación, que el muchacho interprete lo que hace, que sea capaz de explicar lo que hace. También comunicar, porque cuando el muchacho comunica se ve obligado a razonar, el no puede decir cualquier tontería” (13:24)

- Mejorar habilidades de comunicación, enriquecido la habilidad expresiva.

“Se pueden expresar mejor, ya que la calculadora le estimula el problema y le da una mejor visualización de cuáles serían los tipos de soluciones” (9:17)

- Explorar nuevos temas de las matemáticas.

“Como lo que planteamos, son situaciones problema, considero que la clase es muy diferente porque el estudiante se ve en la obligación de interpretar, de observar e incluso de tomar datos y posteriormente a eso es que hacemos nosotros toda la parte de las matemáticas, qué cosas de matemáticas están involucradas en esa situación” (13:124).

- Usar diversas representaciones en forma simultánea propiciando las conexiones matemáticas, lo cual se pudo observar en el estudio de las funciones.

“(…) con ellos hemos hecho ya 3 experiencias de variación, ya alguno de ellos hablan de variable dependiente e independiente, hablan si las relaciones son inversas, directas, que si da una recta, entonces ya tiene la noción, a través de esas actividades han llegado a que ellos vayan viendo cuándo una recta es mas pendiente que otra, qué significa la pendiente de la recta, cómo se calcula esa pendiente, ya hemos trabajado esa parte” (13:3)

- Desarrollar estrategias de trabajo colaborativo en el que la participación individual y el respeto por las ideas de los demás juegan un papel importante en la construcción de conocimientos.
- Adquirir seguridad al expresar sus ideas frente a sus compañeros.

“Otra cosa fue que ya la matemática se enseñó como debe ser, que hacer un análisis, hacer una comprensión de los enunciados, hacer una formulación de enunciados. Los estudiantes se interesaron, sobre todo por la geometría, y en las exposiciones que han hecho pues cuando yo llegué, no conocía bien” (12:8) (Directivas)

- Generar nuevas formas de participación en la construcción del conocimiento matemático, lo cual se evidenció en las clases cuando cada estudiante aporta con sus puntos de vista y su valoración sobre las estrategias de los compañeros y orientan la discusión permitiendo un desarrollo mayor que cuando trabajan solos.
- Potencian procesos de generalización y abstracción debido a las posibilidades de contextualización y manejo de lenguajes formales.

“En la mayoría de los grupos, llegan a ese nivel de hacer pequeñas generalizaciones, sacar conclusiones usando la teoría, hay un buen número de muchachos que ya llegan a ese nivel. Y sobretodo los de séptimo que están tan pequeñitos, ellos ya lo hacen” (13:58)

“En 6° las bases elementales de geometría, ángulos, clases de triángulos, algunas de las líneas notables del triángulo, ahí es muy práctico porque el estudiante haciendo dibujos para buscar el ortocentro, dónde está, está afuera, está dentro, qué clase de triangulo debe ser, ahí es rápido porque uno simplemente le cambia, mueve el vértice entonces se da cuenta, en cambio haciendo dibujos en el cuaderno el niño se demora un poco de tiempo. Esto lo va induciendo hacia ciertas generalizaciones elementales que al final se busca con eso”. (13:14)

- Modelar y simular fenómenos cotidianos y científicos, usando las diferentes opciones de representación para organizar y dar sentido a la información. Esto se evidenció a través de todas las experiencias con CBL y CBR que se desarrollaron en la institución.
- Argumentar sobre propiedades matemáticas a partir de los recursos que brinda la calculadora. Las observaciones de clase y los informes sobre el trabajo de los alumnos evidencian estos desempeños.
- Comprender conceptos y los compara, contrasta e integra con otros principios

*“O sea no es tanto que él recite una definición sino que sea capaz de hacer un análisis, una interpretación de la temática que esta trabajando. Las situaciones que nosotros hemos desarrollado en el proyecto llevan a eso, necesariamente porque como son abiertas
“(13:23)*

❖ Evaluación del desempeño de los estudiantes

El trabajo con las tecnologías y la nueva actividad matemática que éstas han generado en el aprendizaje de los alumnos, le han permitido a Francisco y a sus compañeros transformar las concepciones sobre la evaluación del desempeño del alumno y en consecuencia sus prácticas evaluativas. El ha reconceptualizado el para qué se evalúa, el qué se evalúa, el cómo se evalúa, las formas de registrar la información y para qué se usan los resultados de la evaluación.

El propósito de la evaluación ya no es determinar cuáles estudiantes “saben” y cuáles no, para darles una nota y establecer un orden de puestos en la clase. Se trata de que el docente haga una valoración sobre cómo va el niño en el logro de las metas de su educación matemática y comprenda mejor lo que ellos conocen y saben hacer de matemáticas y a partir de este conocimiento tome decisiones importantes para orientar el aprendizaje. Para los estudiantes también es importante saber sobre sus avances, limitaciones y razones por las cuales ha avanzado o no para que contribuya en la búsqueda de soluciones.

La interacción con los estudiantes, el diálogo y la observación al trabajo realizado por los alumnos tanto individualmente como en parejas es el punto de partida para valorar su desempeño.

La evaluación realizada en la institución no se apoya en un solo instrumento o técnica. Francisco ya no recurre sólo a las previas y pruebas escritas porque considera que éstas no son suficientes para conocer los distintos desempeños de

los estudiantes cuando interpretan y tratan situaciones matemáticas mediadas por las tecnologías y a partir de ellas formulan y solucionan problemas.

Además de hacer evaluaciones escritas en algunas ocasiones, se consideran **otras fuentes de información** para valorar el desempeño de los alumnos.

- *Las intervenciones verbales en la clase*, ya sea con comentarios sobre el trabajo realizado, con preguntas, con la participación activa en las discusiones, etc. Esta es una forma de ver cómo comunica sus ideas matemáticas, cómo van sus procesos de argumentación, cómo interpretan la información, entre otros aspectos. Francisco siempre está atento a escuchar las intervenciones que hacen en clase, así no sea de los considerados buenos estudiantes y cuando hacen una buena intervención los estimula y resalta ante la clase.

Según Francisco, el momento de la socialización de los resultados del trabajo en grupo adelantados en la clase, es un momento propicio para valorar el desempeño de los alumnos a través de lo que dicen cuando hacen sus presentaciones y de la manera como los alumnos expresan sus ideas. Según Francisco, *“en esa socialización es que uno se da cuenta quien ha entendido bien el tema, entonces para muchos de los estudiantes la evaluación escrita sobra. Si usted lo ve hablando perfecto allá., está mostrando su desempeño” (13:49)*

Además manifiesta:

“Esa es la finalidad de la evaluación, es buscar el desempeño del alumno, qué le va a calificar a un alumno por escrito si cuando el paso allá, dio una cátedra? Eso está excelente, qué mas le va poner uno?. Qué le va a decir uno “saque una hoja para que usted me escriba eso que me dijo?”, eso no tiene sentido: En ese sentido si ha cambiado la parte de la evaluación inmediatamente ha cambiado el rol de la evaluación” (13:50)

- Otro momento para ver el desempeño del alumno es cuando esta inmerso en alguna *tarea, proyecto, experimento o actividad* y a través de observaciones, entrevistas y de los productos o resultados se evalúa lo que ellos realmente saben y pueden hacer. Esto lo hace Francisco cuando los alumnos están resolviendo las situaciones problemas o los talleres que les propone para aprender matemáticas, observando cómo trabaja con los compañeros, qué intervenciones tiene, cómo trabaja en su cuaderno en el tablero, con sus compañeros. Esto le da herramientas para examinar los procesos usados lo mismo que la respuesta o el proyecto finalizado, para valorar el trabajo en grupo, si comunica claramente sus ideas matemáticas, si persisten en la búsqueda de soluciones a un problema.

Estas observaciones permiten documentar logros de los estudiantes que no se revelan en las pruebas ordinarias.

“Por ejemplo un problema que había sobre variación de temperaturas, les pregunté que por qué la curva empieza acá en corte con el eje vertical y ellos decían: Ah! porque es la temperatura ambiente, entonces fíjese que todas esas lecturas hacen que uno vea que cuando el estudiante participa, uno diga “Él está entendiendo de verdad lo que estamos haciendo” (13:37).

- Otro aspecto para considerar como fuente para la evaluación son las *tareas que se dejan para hacerlas fuera de la clase*. Esas tareas siempre se revisan, ya sea en discusión general o mirando individualmente lo que hacen en los cuadernos. Sobre esta cuestión afirma Francisco:

“Revisamos que hayan trabajado todos, no importa que este mal lo que tengan ahí y luego viene la confrontación. Cómo hicieron este punto y ahí viene la intervención de los muchachos, eso genera que uno le este mirando, revise si el problema le quedó mal, entonces corrija ahí al lado o aparte. Eso genera como un conocimiento en sí de la mayoría de los estudiantes” (13:71)

- Otra forma de evaluar el desempeño matemático es el *trabajo individual* que hace el alumno ya sea escrito u oral. La mayor parte del trabajo individual se da cuando hacen los concursos de resolución de problemas. Ahí se pueden ver las estrategias y soluciones distintas, los razonamientos que lo conducen a las soluciones y en general cómo piensan. Francisco dice:

“Ahí va uno colocando crucecitas para los que mas participan y eso en grados inferiores le da una agilidad al niño y le gusta, para algunos profesores puede ser desorden pero para la dinámica de la clase es parte que el niño se pare, que pase por allá, que venga por acá, eso genera como un trabajo distinto para que pierda el miedo a la clase, para eso lo hacemos (13:57)

También se puede ver en las olimpiadas matemáticas a través de los resultados y de la discusión con ellos sobre esos resultados.

- Otra forma de mirar el desempeño es la *coevaluación*, dado que los alumnos trabajan por parejas con una calculadora, se presentan varias oportunidades para evaluarse mutuamente no con la idea de descalificar sino para aportarle al compañero. Francisco comenta que cuando les pide trabajar de a dos observa cómo unos alumnos quieren trabajar con un determinado compañero

porque ve la oportunidad de aprender más con él, mientras que otros ven que es la ocasión de ayudarlo al compañero porque sabe en qué falla y en qué lo puede apoyar. En este momento Francisco mira las explicaciones que proporcionan, la fluidez algorítmica cuando maneja la calculadora, entre otros.

Además de valorar el desempeño propiamente matemático a través de estas formas alternativas de evaluación, también tiene en cuenta el interés por aprender matemáticas, a iniciativa, el liderazgo y la participación. A veces hay ocasiones de evaluar la originalidad y la curiosidad lo mismo que la persistencia. Estos valores los ve Francisco en los alumnos que han generado un interés por autoaprender, por ir más allá de lo que hacen en clase, por ayuda a sus compañeros, por estar siempre interesado en las tareas que desarrolla, así se les dificulte aprendizaje, por saber qué hacer en un momento dado sin esperar que el profesor le indique, por apoyar al profesor en el desarrollo de sus clases.

Francisco agrega que cada vez que prepare una evaluación el intenta tener muy claro el logro o desempeño que espera está desarrollando el alumno para generar el objetivo de la evaluación. Se trata de saber con claridad qué persigue, qué va a buscar, qué desempeño necesita ver ahí para determinar el objetivo.

Francisco y sus compañeros registran el desempeño del alumno en diarios de campo teniendo en cuenta las distintas formas de evaluación que utilizan. Allí se incluye la fecha, el desempeño que llamó la atención del alumno, las dificultades, logros y limitaciones que ve, etc., para que cuando venga el padre de familia se le pueda documentar y mostrar qué ha hecho y cómo va su hijo. El afirma que esto les da herramientas para documentar con el padre ya que a veces ellos creen que el profesor no conoce al hijo.

La evaluación le permite a Francisco un conocimiento de la mayoría de los alumnos. El menciona que conoce muy bien qué hacen y hasta dónde pueden llegar sus estudiantes que han trabajado con él, más de un año.

Los resultados de la evaluación no sólo le sirven a Francisco para documentar al padre sobre cómo se desempeña su hijo sino para buscar estrategias para apoyar a quienes no alcanzan los logros establecidos y potenciar a quienes rinden más

Al respecto afirma:

“(...) que los niños que se desempeñan mas rápido, hay que darles más profundización porque ellos se aguantan y a los otros uno los va ayudando, los va llevando para buscar que la mayoría capten, no tiene sentido irse con los que no necesitan profesor” (13:61)

Francisco ratifica su cambio en las prácticas de evaluación cuando afirma:

“Cambié mucho de lo que hacía al principio por allá en el año 80, que el muchacho se volviera mas repetidor, esa época uno hacía que el muchacho repitiera muchas cosas. Decir de memoria, de pronto determinadas cosas, eso si ya pasó a un tercer plano” (13:62)

“ (...) porque como el muchacho se equivocó en tal cosa, uno no le daba la oportunidad, ahora se ha cambiado en el sentido en que el muchacho se equivocó y yo obligo a que él mire en qué se equivocó, y debajo de eso o en otra hoja, él escribe cual sería la corrección de eso. Yo me he dado cuenta que eso le sirve al estudiante porque antes uno le ponía mal y listo quedó mal, usted tiene que irse allá otra vez. Ahora, si no es capaz de resolver el problema, yo le ayudo, usted tiene que intentarlo solo. Yo me he dado cuenta de una manera que estudie, se retroalimente y ahí eso ha servido” (13:61).

También se ha dado cuenta que el trabajo con las tecnologías ha desarrollado mucho la curiosidad e iniciativa de los estudiantes y que con los resultados de la evaluación los estudiantes no se conforman con saber cómo les fue sino que tratan de verificar si efectivamente ese es su desempeño, en qué ha fallado y qué puede hacer para mejorar por su cuenta. Eso es también un cambio que considera el profesor en la evaluación.

Finalmente, Francisco ha ido construyendo conjuntamente con otros docentes de la IE y fuera de ésta, criterios y parámetros para evaluar el desempeño de los alumnos en cada uno de los pensamientos. Veamos como ejemplo, los parámetros establecidos para evaluar el pensamiento variacional, con sus respectivos indicadores, elaborados en el año 2003.

a) Reconoce la variación

- Identifica todos los elementos variables y no variables en la situación planteada.
- Identifica algunos elementos variables y no variables en la situación planteada.
- Presenta contradicción en la identificación de elementos variables y no variables.
- No identifica elementos de variación en la situación planteada.

b) Interpreta el fenómeno de variación en una situación planteada:

- Interpreta el fenómeno de variación mediante un texto.
- Interpreta el fenómeno de variación mediante una tabla.
- Interpreta el fenómeno de variación mediante una gráfica.
- Interpreta y relaciona el fenómeno de variación a través de texto, tabla y

gráfica.

- No interpreta el fenómeno de variación.

c) Generaliza el fenómeno de variación:

- Generaliza el fenómeno de variación textualmente con sus palabras
- Generaliza el fenómeno de variación mediante una expresión algebraica.
- No generaliza.
- Intenta generalizar.

d) Establece conclusiones:

- Soluciona y argumenta una situación de variación.
- Soluciona y no argumenta adecuadamente.
- Presenta soluciones erróneas.
- No presenta soluciones a situaciones de variación.

Adicionalmente a este trabajo de evaluación del desempeño matemático de los alumnos, Francisco planea y desarrolla actividades de evaluación diagnóstica, cada vez que se va a iniciar el aprendizaje de un nuevo tema o pensamiento, como es el caso de la evaluación diagnóstica sobre pensamiento variacional que aparece en el Anexo K.

6.2.4 Comunidad de práctica en el aula

Las observaciones de clase y las entrevistas a diferentes actores de la IE en la que Francisco labora, muestran que las prácticas matemáticas que se desarrollan en el aula están determinadas por las interacciones entre el docente, los alumnos y las acciones o tareas emprendidas para que los alumnos aprendan matemáticas, en el caso de la clase de Francisco, mediadas por las tecnologías. Estas prácticas construidas de manera interactiva definen una comunidad de práctica, que tiene las siguientes características:

- a) Las interacciones docente - alumnos y alumnos entre sí para compartir experiencias e información van creando la oportunidad de negociar significados y construir conocimientos matemáticos.**

La interacción de Francisco con los alumnos les ha permitido acceder de una manera significativa al aprendizaje mediado por las herramientas computacionales. La forma como él realizó la inmersión de los alumnos en la tecnología le han brindado confianza a los alumnos y les ha facilitado el aprendizaje.

Los alumnos afirman que el profesor tiene paciencia con ellos y que la metodología empleada para enseñar matemáticas con las calculadoras les ha permitido comprender mejor las matemáticas que les enseña. Ahora muchos sienten que “pueden” con las matemáticas gracias al trato y apoyo que les da el profesor.

Al respecto los estudiantes afirman:

“el profesor se ha esforzado mucho para explicarnos cómo es el manejo de las calculadoras y que el profesor es muy dedicado en el trabajo, le coge confianza a los estudiantes. (9:21)

“El profesor es una persona muy paciente, que por decir uno no entiende un tema y el con mucho gusto nos explica y que nos ayuda mucho para nuestro aprendizaje” (9:22)

“Una cosa muy importante ha sido el apoyo del profesor, él sabía que las calculadoras para nosotros eran algo nuevo, (...) porque generalmente el profesor de matemáticas es alguien a quien uno no le comprende y que le da duro a uno, pero con el profesor Francisco es muy diferente eso, y nos aportó mucho, porque la clase era algo que iba a influir, yo voy a estudiar ingeniería civil y él lo apoyaba mucho a uno, uno siente que puede con la matemática, además, todo gracias al tiempo, la dedicación, y la paciencia que el profesor nos ha tenido” (9:29)

Ante una situación problema o un problema interesante que requiere soluciones no inmediatas, Francisco los motiva para que busquen las soluciones más creativas y los estimula llevándolos a participar en eventos en otros colegios o inscribiéndolos en concursos de matemáticas de la IE, del municipio o regionales.

La interacción de Francisco con sus estudiantes en el aula lo ha llevado a darse cuenta que a algunos les cuesta un poco más de trabajo el aprendizaje de las matemáticas que a otros y que incluso hay alumnos muy aventajados. El atiende estas diferencias y necesidades de sus alumnos, prepara talleres para cada uno de estos grupos y propicia el apoyo de los más aventajados a los que tiene dificultades. Así procura y respeta los ritmos de aprendizaje de los alumnos, pero también los va llevando gradualmente a tener mayores logros académicos.

Por otro lado Francisco también tiene una interacción más activa y de mayor apoyo con estudiantes novatos en el uso de la tecnología para aprender matemáticas y para integrarlos a la comunidad de práctica del aula. El manifiesta que hay que orientarlos bastante al principio, que no se pueden dejar sueltos, porque no avanzan mucho. El realiza algunas actividades para potenciar a los nuevos e irlos acercando a los más experimentados como la lectura individual y

conjunta sobre aspectos que los fortalezcan en los temas o procesos que estén trabajando, la verificación de la comprensión de esas lecturas, la dedicación de horas extras con actividades especiales para nivelarlos, hasta que vayan adquiriendo la dinámica de trabajo propuesta por Francisco.

Sobre esto Francisco afirma:

“Pero con un grupo que empieza, yo lo oriento al principio para que él vea cómo optimizar el tiempo, yo les insisto mucho en que estudiar vale plata, que al estado le cuesta y todos pagamos eso y que hay que producir al máximo. Cuando los muchachos terminan conmigo, me dicen: “nosotros de verdad profesor aprendimos a valorar las cosas que hacemos”. Si yo tengo la oportunidad de estar en este colegio tengo que estar al máximo porque hay muchos niños por fuera del sistema que quisieran estar y no pueden, yo creo que esa parte es como clave. (13:141)

La interacción entre estudiantes según Francisco es otro factor importante para negociar significados y aprender matemáticas de una forma constructiva. Francisco afirma que a partir del trabajo con las calculadoras, ya sea en parejas o en grupos más grandes, el ambiente de la clase cambió radicalmente, según el en un 1000%. Ahora los alumnos son más participativos, las clases son más didácticas, la interacción motivada por lo que hacen en la calculadora para resolver un problema es muy interesante, cada uno busca una solución, la comparten y discuten para buscar la mejor solución, como se expresa a continuación:

“(...) cada uno se interesa por solucionar el problema ya que les gusta cómo se ve en las calculadoras y cómo se hace, los estudiantes se van interesando para qué sirve cada función de la calculadora y para qué la va a utilizar, cada uno va participando, ¡yo encontré esta idea!, yo encontré esta solución, cada uno crea su solución, para ver cuál es la mejor” (9:18).

En las clases se observa una relación más amable entre los alumnos, las intervenciones ya no son para descalificar a los compañeros sino para aportar y opinar sobre el trabajo hecho. Este ambiente ha generado que hasta en las horas libres los alumnos quieran estar trabajando con las calculadoras, resolviendo problemas, aún sin que el profesor se los proponga y que la nota ya no sea importante.

“(...) y es que ellos saben a qué horas lo hacen, en las horas de recreo o en una hora libre, entonces lo buscan a uno: “profesor, présteme un taller con calculadora que quiero hacer tal cosa””. (13:79)

b) Se establecen normas que definen algunas características de la práctica en el aula.

Las formas específicas de participación en las prácticas matemáticas constituidas interactivamente en el aula ayudan a constituir normas que rigen la actividad matemática en el aula. Algunas de estas normas son explícitas y en su mayoría son propuestas por Francisco y se van constituyendo parte de la cultura de la clase. En su mayoría estas normas son sociales. Se destacan las siguientes:

- Los alumnos son responsables del cuidado de los equipos, de utilizarlos bien, y dejarlos en el estado en que los encontraron dado que el profesor no puede estar controlándolos a todos.
- A los alumnos que dañen los equipos se sancionarán suspendiéndoles la clase con calculadoras.
- Siempre se deja una tarea para la casa, es una cultura de todos los profesores de esta IE.

“Eso si algo dejamos de tareas, no tareas tediosas, pero siempre dejamos algo que hacer, es una cultura de todos los profesores que estamos aquí, y la cultura de revisar la tarea” (13:72)

- En el trabajo de grupo cada alumno debe tener un rol activo y la obligación de aportar algo al grupo. Deben comunicar al profesor cuál es su aporte en cada tarea.
- Cuando un estudiante trabe una calculadora y no pueda destrabarla, el profesor o el practicante le ayudan con la condición de que el alumno trabaje con un grupo y no pierda el tiempo.
- En la cartelera del curso se colocan las soluciones más ingeniosas a un problema, dando el crédito al alumno que la propuso. Este hecho motiva mucho al estudiante a participar.

“ (...) y en la cartelera colocamos a veces las soluciones más ingeniosas, al niño le gusta que lo vean allí, colocamos su nombre y el grado, entonces les ha llamado la atención bastante”. (13:29)

- Siempre que los alumnos dan una respuesta deben justificarla.
- La discusión entre los alumnos es una de las formas en que Francisco se da cuenta del desempeño del alumno y qué tanto trabaja en clase.

- Cada vez que desarrollen un taller deben resolver todas las preguntas y entregarlo muy bien presentado.
- Se dedica una hora semanal a desarrollar un problema individualmente de un proyecto complementario que se adelanta en la IE que se llama “Calendario matemático” y al final del mes el estudiante hace la socialización de su trabajo.

Acerca de esto Francisco manifiesta:

“Por ejemplo un apoyo para nosotros ha sido el trabajo con el calendario de 6° a 11° y eso para nosotros es una actividad y le dedicamos una hora semanal, eso es sagrado y los niños ya saben, tal día tenemos calendario entonces ese día los niños llevan las actividades anexas del calendario, que son actividades de lógica muy bonitas y el trabajo al final del mes, nosotros le pedimos al niño socialización de las actividades” (13:27)

c) Hay un reconocimiento por parte del profesor al trabajo de los alumnos.

El ambiente generado en la clase de matemáticas apoyado por las tecnologías dinamiza el aprendizaje de las matemáticas. El trabajo colectivo de la clase en el que Francisco anima a los estudiantes a participar, los estudiantes se apoyan entre sí en un ambiente de discusión, cordialidad y respeto por sus ideas permiten identificar una comunidad de práctica. Las tecnologías computacionales contribuyen a generar ese ambiente en el que la actividad matemática del estudiante es rica y estimulante.

En este contexto, Francisco siempre está atento a observar cuidadosamente el trabajo de los alumnos al emprender las tareas matemáticas que le permiten aprender y considera importante el reconocimiento y la retroalimentación de este trabajo para generar comunidad de práctica en el aula. En este aspecto es muy importante la discusión entre todos de las tareas que adelantan en la casa o en la clase, la revisión de lo que hacen individualmente y en los grupos, la orientación de las dinámicas del trabajo en grupo, que incluyen escuchar, interpretar, preguntar y dar respuestas a los estudiantes.

La revisión de las tareas se hace en grupo y en forma individual e incluye verificar que todos hayan trabajado, la revisión punto por punto del trabajo escrito y la confrontación en grupo que implica la intervención de los estudiantes. A partir de esto se genera la validación del grupo y las correcciones por parte del alumno en el cuaderno. Esta interacción con las tareas le permite a Francisco conocer más a los estudiantes, en especial cómo va su desempeño matemático, hasta tal

punto que en los cursos en los que ha trabajado más de un año, conoce cómo van y hasta dónde pueden llegar, situación que aprovecha Francisco para empoderar a estos estudiantes y orientarlos hacia actividades que les permitan avanzar en sus procesos y conocimientos matemáticos. Francisco afirma al respecto:

“Revisamos que hayan trabajado todos, no importa que este mal lo que tengan ahí y luego viene la confrontación. Cómo hicieron este punto y ahí viene la intervención de los muchachos, eso genera que uno le este mirando, revise si el problema le quedó mal, entonces corrija ahí al lado o aparte. Eso genera como un conocimiento en sí de la mayoría de los estudiante”. (13:71)

Francisco y sus compañeros observan que las dinámicas generadas en el aula como comunidad de práctica que aprende matemáticas con tecnología han permitido nuevos desempeño y actitudes de los alumnos tanto a nivel cognitivo como social. Entre otros se mencionan los siguientes:

- Se arriesgan a sustentar y a defender sus ideas.
- Adquieren una gran habilidad para manejar la calculadora
- Presentan sus experiencias de aprendizaje de las matemáticas apoyado con las nuevas tecnologías en diferentes eventos, lo cual muestra parte del repertorio compartido de la comunidad de práctica a la que pertenecen.
- Participan en olimpiadas matemáticas como parte de las actividades conjuntas de esta comunidad.
- Generan un interés y entusiasmo por el conocimiento matemático que les permite autocapacitarse y les da autonomía para seguir aprendiendo. Esto es parte de la responsabilidad mutua de la comunidad.
- Son más accesibles y dispuestos a trabajar lo que el profesor les proponga, lo cual muestra una identidad dentro de la comunidad.
- Una mayor valoración de sus compañeros y del trabajo que realizan.

Las siguientes expresiones de los profesores evidencian lo anterior:

“Ahora, qué queda de experiencia: que los pelaos se sueltan, acertada o equivocadamente, pero lo pelados se arriesgan a sustentar cosas, pero lo importante es que el pelado se defienda, con el mediano o amplio conocimiento que posee” (10:14).

“Otra cosa que yo veo ventajosa es que tienen una agilidad con el manejo de la calculadora que a veces le ganan a uno” (10:15)

“Esa es una ventaja también, los muchachos mas bien son accesibles, entonces eso también permite que se puedan plantear estas cosas” (10:30).

“Se va generando en ese grupo como esa expectativa del saber, no tanto sacar la A, a ellos se les borró de la mente que tienen que sacar A para pasar, entonces con ese grupito vamos trabajando” (13:80)

“(…) Ustedes ya saben qué hacer, es trabajar, y nos ha hecho falta es material, ahí sí, nos hace falta buenos libros. Por ejemplo para los de 11° les he dado copias de libros universitarios, para que ellos vayan aprendiendo a leer libros de esos, cuando ustedes lleguen allá el profesor no se va poner a decirles que estudien, tiene que llevar la dinámica” (13:143)

d) Preparación y potenciación de alumnos monitores para apoyar al profesor en los compromisos de la comunidad y como resultado de la construcción de identidad.

En esta dinámica de reconocer y valorar el trabajo de los alumnos Francisco encuentra alumnos muy aventajados e interesados por aprender más matemáticas apoyados con las herramientas que tienen a disposición y aprovecha esa capacidad y entusiasmo para potenciarlos y prepararlos como posibles monitores de otros grupos de estudiantes. Es así como lidera una actividad de **preparación de alumnos monitores** que lo apoyan en su labor de enseñar matemáticas mediada por la tecnología. Veamos cómo trabaja Francisco con este grupo.

Estos alumnos surgen de los diferentes cursos y son reconocidos en la clase por Francisco. La dinámica de la interacción va permitiendo que los alumnos se vayan separando por niveles de desempeño y Francisco atiende a los grupos formados proporcionándoles tareas o problemas que los ayuden a seguir profundizando de acuerdo con su nivel. Hay unos que según él, no necesitan profesor y ya tienen una cierta autonomía para seguir solos en la clase. Es ahí donde el profesor aprovecha esta capacidad e interés para potenciarlos e irlos preparando como sus monitores en las distintas clases que orienta. La reflexión que hace Francisco para justificar esta decisión de tener estos grupos es la siguiente:

“yo les digo a ellos si ustedes rinden para qué se esperan que yo les cuente en tres semanas lo que usted aprende en media, a esos les prestamos los poquitos libros que tenemos, entonces les digo, váyanse leyendo esto, después les digo, ¿qué entendió de eso?” (13:74)

Una vez que se van conformando estos grupos Francisco les propone talleres con tecnología, de grados superiores y los alumnos buscan los espacios para trabajar en grupos y sin el profesor. Los alumnos mismos van conformando sus grupos y trabajan en los recreos, en una hora libre o cuando no hay clase porque algún

profesor no vino al colegio. Por ejemplo, en el tiempo que Francisco está en actividades de refuerzo o de recuperación con los otros alumnos, estos grupos avanzan en el trabajo a partir de talleres que él les proporciona. Así les habla Francisco:

“Ustedes en esta semana van a usar las calculadoras solos, cada uno va tener su equipo”, entonces yo saco copias, mire aquí esta su taller y trabaje con fulano en el mismo taller, pero usted tiene su equipo, ellos van profundizando y llega un momento en que esos muchachos han hecho muchas cosas. Diga un 30 o 40% mas de lo que lleva el grupo base, y uno va con el grupo base tratando de que hagan al menos lo básico”. (13:76)

Como ejemplo Francisco menciona un grupo de 7° que surgió alrededor del trabajo sobre conceptos de preálgebra. Han graficado funciones, hablan de las relaciones entre dos variables; mientras que los otros alumnos del curso están terminando la parte de enteros. Así dice:

“Llevamos un grupito de 10 y 15 en ese nivel, yo los llamo los del grupo 1, los demás son del grupo 2, ellos mismos se van metiendo, entonces algún niño dice: “profe, yo quiero estar en el grupo 1”, Usted saben que es lo que hay que hacer? No profesor..., allá no hay tareas, porque las tareas nos la ponemos cada uno” (13:74).

Además del trabajo ya mencionado que Francisco y sus compañeros hacen con estos grupos, les hacen actividades aparte para prepararlos como grupo piloto, con quienes experimentan previamente los talleres que realizarán con el resto de estudiantes, estudian con ellos para ir elaborando y validando las guías que después trabajarán sus compañeros. Esta es una actividad fundamental porque según Francisco:

“ellos nos dan pautas para nosotros ir haciendo las preguntas, cómo trabajar las temáticas, todo eso. Esta es una primera actividad para continuar con la formación, formar grupos de estudiantes monitores en la institución” (13:121)

En el momento de la entrevista hecha por la investigadora, Francisco y sus compañeros estaban preparando un grupo de 20 estudiantes de ciencias de 9° Y 10° para desarrollar talleres utilizando CBR y CBL y un grupo de matemáticas de más o menos 18 alumnos de 6°, 7° y 9°. Un aspecto que resaltan los profesores es que el colegio les ha dado un espacio en horas y además la reunión del área para trabajar con estos monitores.

Una vez que se montan y se experimentan los talleres, los monitores los ponen a consideración de sus compañeros al desarrollarlos con ellos, lo cual resulta muy

efectivo para aprender matemáticas y ciencias naturales a la vez que ayudan a los profesores para que más estudiantes se familiaricen y accedan a la tecnología. Un profesor afirma.

“(...) nos hemos dado cuenta que esto ha traído como mas efectividad, con los grandes y con los pequeñitos también” (10:28)

A medida que los monitores avanzan en su práctica con otros estudiantes de su IE y se van potenciando más, los profesores los empiezan a involucrar en encuentros en su IE y en eventos y visitas a otras IE de su región para que presenten sus experiencias de aula mediadas por tecnología. Según los profesores:

“El reto es grande porque nosotros le dijimos a los muchachos, bueno, ustedes experimentaron con nosotros ahora suéltense. Y al que aprendió con nosotros lo soltamos al ruedo para que se defienda, eso fue. Ya tenemos algunas experiencias, ya tenemos algunas cuestiones de microscopia, inclusive. Ya para años venideros si estamos nosotros, si hay los espacios, ya trabajamos sobre cuestiones que fueron ya experimentadas” (10:13)

Posteriormente en la institución, como resultado del interés de los alumnos por la resolución de problemas se implementó la participación en olimpiadas matemáticas. Para esto, se preparan los estudiantes que van a participar, con prioridad en los que tienen inclinación y gusto por esta área, actividad que ha resultado muy positivo para los alumnos, pues tienen un compromiso con su IE de ser pioneros en el trabajo con la tecnología.

Los profesores siguen motivados en seguir fortaleciendo esos grupos de monitores pues no solamente son un apoyo para ellos sino que le han abierto puertas a la IE en la comunidad y han hecho visible el trabajo que allí se adelanta con las herramientas computacionales. Algunos de estos monitores ya ingresaron a formar parte de un grupo de estudio de la universidad que se reúne semanalmente para discutir y reflexionar sobre asuntos de la didáctica de las matemáticas con el apoyo de las tecnologías. Francisco afirma:

“Son pelados muy entusiasmados por el aprendizaje y como se han encarretado con la fuerza de la ciencia entonces nos ha motivado a mantener ese grupo” (13:120)

Para finalizar veamos la opinión de un alumno, sobre su experiencia de monitor:

“Yo soy uno de los ponentes que ha acompañado al profesor a varias instituciones, igualmente a otros colegios y a la UIS y me he dado cuenta que la calculadora ha servido para que otros compañeros de otras instituciones igual que acá, se desenvuelvan

*mas fácilmente ante un público, ya saben que se facilita su manejo”
(9:16)*

6.2.5 Comunidad de práctica en la institución

❖ Interacción directivas- docentes y docentes entre sí

Una de las fortalezas del proceso de incorporación de las nuevas tecnologías al currículo de matemáticas en esta IE lo constituye el apoyo decidido tanto de directivas, rectora y coordinadora, como docentes del área a las iniciativas de Francisco para implementar esta innovación.

Con la orientación de Francisco los profesores de matemáticas se fueron apropiando de este trabajo y lo incorporaron al PEI de la institución como el proyecto de esta área. Esto implicó el compromiso mutuo de docentes y directivas y emprender unas acciones conjuntas para lograrlo a partir de los recursos e impulso dado por el MEN y por Francisco, quien inició esta experiencia y ha sido el responsable y representante de este proyecto. Así se fue conformando una comunidad de práctica en la que las directivas y los profesores de matemáticas unidos por un compromiso común han trabajado conjuntamente para introducir una innovación en el currículo de matemáticas de la IE, lo cual les creó responsabilidades comunes, maneras compartidas de hacer las cosas y una interacción permanente entre todos.

La **interacción entre directivas y docentes** ha permitido negociar significados para impulsar esta empresa conjunta. La participación y apoyo al proyecto por parte de las directivas se ha dado en acciones como las siguientes, que fueron evidenciadas en las visitas de la investigadora a la institución.

- Gestionar ante la Secretaría de Educación los recursos para la construcción del salón de las calculadoras.
- Facilitar un salón para la clase con calculadoras que se constituye en el laboratorio de matemáticas. Aunque este salón no estuvo disponible en el año 2004 porque se utilizó como un aula de clase para atender los alumnos que ingresaron a la IE para ampliar la cobertura exigida por la Secretaría de Educación, al siguiente año se construyó este salón.
- Adquirir otras calculadoras y sensores para trabajar con el CBL, sobretodo los requeridos para desarrollar experiencias para química.
- Dar el tiempo requerido por Francisco para dinamizar el trabajo en la IE con practicantes, monitores y los otros docentes.
- Destinar las reuniones de área para la reflexión y discusión sobre el uso pedagógico de estas herramientas en la IE.
- Valorar el trabajo realizado por Francisco, sobretodo cuando por fuera de la

institución es reconocido se sienten muy orgullosas y reconocen las potencialidades del trabajo de sus profesores.

- Apoyar la implementación de proyectos para mejorar la calidad de la educación matemática de los estudiantes, como el proyecto de calendario matemático.
- Colaborar en lo que requiera Francisco para en compartir con otras instituciones las experiencias que se hacen en la institución con las herramientas tecnológicas.

En la reunión de profesores, ellos manifestaron su satisfacción por el apoyo dado por las directivas y Francisco se siente con libertad y confianza para seguir impulsando este propósito. Esta es su opinión en esta reunión:

“Si, si no hubiera sido por ese apoyo de las directivas que creen en nosotros, no se habría podido hacer nada. Yo les agradezco esa libertad. Usted dice: esta semana vamos a hacer este trabajo con los compañeros y no estar pensando en cosas como llenar papeles, que firmas aquí, firmas allá, eso aburre a más de uno. Nos dicen: Usted responde allá, usted sabe qué le entregaron (12:41)

Por su parte las directivas también reconocen el trabajo de Francisco para implementar esta innovación y darlo a conocer a otras instituciones.

Interacción entre docentes: La interacción entre Francisco y los docentes y entre los docentes entre sí ha sido participativa y constructiva, orientada a una meta común que es la implementación de la tecnología para que los alumnos aprendan matemáticas.

Conjuntamente han adelantado acciones como las siguientes:

- Propiciar una inmersión de los profesores en la tecnología, facilitando el préstamo de equipos los fines de semana para adquirir cada vez más familiaridad con éstos y conocer su potencial pedagógico.
- Abrir los espacios para que todos los docentes del área se incorporen al proyecto.
- Elaborar una programación negociada para trabajar con la tecnología durante cada año.

Francisco ha dado a conocer lo que más ha podido a los profesores del área el proyecto y ha vinculado a los profesores de química. Los profesores han respondido a su esfuerzo comprometiéndose y apoyándolo en todas las iniciativas, así como proponiendo y generando acciones al respecto.

▪ ***Liderazgo del profesor para impulsar el trabajo con la tecnología en la IE***

Desde el inicio del proyecto en la IE, Francisco ha logrado mantener el liderazgo sobre el trabajo con la tecnología en matemáticas y el reconocimiento de las directivas, de sus compañeros, de los practicantes y de los alumnos por su labor tanto pedagógica como de gestión. Así se ha convertido en el motor de este proyecto en las dos jornadas de su institución, en el municipio e incluso en el departamento. Este liderazgo se ha visto reflejado en actividades e iniciativas como las siguientes:

Gestión para mejorar el trabajo en la IE

Además de las acciones de apoyo por parte de las directivas, alcanzadas por Francisco como parte de su gestión dentro de la IE, él tiene una actividad permanente con miras a fortalecer y consolidar la comunidad de práctica comprometida con el uso de la tecnología para mejorar la educación matemática de los alumnos, como estas:

- Búsqueda permanente de material bibliográfico para documentar y profundizar en el uso pedagógico de las tecnologías computacionales en el aula. Para esto consulta Internet, contacta instituciones y personas que hacen investigación al respecto, consulta editoriales, solicita artículos y documentos al MEN y a la universidad, entre otras. Como ejemplo se menciona la gestión con la oficina distribuidora de Texas Instruments en Colombia para conseguir libros y documentos que esta empresa publica, en especial los relacionados con las experiencias de aula mediadas por el CBL y CBR para el aprendizaje de las ciencias naturales. También gestiona la traducción de estos libros.
- Buscar el apoyo del área de idiomas para la traducción del inglés de artículos y guías para orientar su implementación en el aula.
- Gestión para disponer de los recursos básicos necesarios para incorporar las tecnologías en sus clases como fotocopias, pilas, papel, retroproyectores, mantenimiento y seguridad de las herramientas computacionales, etc.
- Ahora disponen de una sala de tecnología nueva con computadores y del software Cabri Geometry, para ampliar el trabajo con las tecnologías.
- También disponen de un computador con conexión a Internet en la sala de

las calculadoras, lo cual facilita el trabajo del grupo.

Motivación e inducción de otros docentes

El compromiso de Francisco con la implementación del proyecto, lo han llevado a hacer todos los esfuerzos para motivar e inducir a los demás docentes de la IE a incorporar las calculadoras y el computador en sus clases de matemáticas, propósito que ha logrado desde el inicio. Al respecto la coordinadora manifiesta;

“Si, es que Juan ha tenido una preocupación desde el comienzo y de verdad tomó el proyecto con una responsabilidad muy grande, y no le ha importado el tiempo para venir a motivar a los docentes, para estar solicitando los recursos, que aquí, o en la secretaria de educación, donde él ha podido” (12:37).

Para inducir e involucrar a todos los docentes del área de matemáticas desde el comienzo y últimamente, desde el año 2004, a los de ciencias naturales, Francisco ha recurrido a estrategias como las siguientes:

- Motivarlos a través de la socialización de su trabajo con los alumnos, invitarlos a observar sus clases y propiciar diálogos con los alumnos para que ellos mismos les muestren y les informen sobre las ventajas de aprender matemáticas con tecnología.
- Poner a disposición de ellos todo el material bibliográfico recopilado y motivarlos a estudiarlos bajo su orientación, para involucrarlos gradualmente en la reflexión sobre las nuevas tendencias para modernizar la enseñanza mediada por las nuevas tecnologías.
- Socialización de las guías elaboradas por él e involucrarlos en la construcción conjunta de nuevas guías para el trabajo con los alumnos.
- Invitarlos a participar en encuentros que se programan en la universidad y en la secretaría de educación y en los otros colegios del departamento que trabajan con la tecnología en el aula de matemáticas.
- Acompañarlos en las primeras clases con tecnología para que se sientan más seguros, sobretodo en el manejo de la calculadora. Para iniciar su uso siempre hay el temor de no tener la solvencia con su manejo ante los alumnos.
- Apoyarlos con el acompañamiento de los alumnos monitores todas las veces que lo requieran. Esto ha ocurrido mucho con las profesoras de primaria de la tarde, en donde se inició el trabajo con Cabri en todos los

cursos de quinto de primaria.

- Cada vez que llega un profesor nuevo Francisco y los monitores le hacen la inducción y se les da un acompañamiento hasta que lo requieran.

Francisco ha logrado motivar a los profesores de otras áreas, a partir del trabajo en matemáticas, como señala a continuación:

“Con los profesores de las otras áreas, empezamos a trabajar en el colegio. Ellos empezaron a valorar lo que hacíamos, empezaron a ver que nosotros íbamos a un evento, que los pelados llegaban y les contaban “que el profesor nos llevó a tal colegio, fuimos a la universidad hicimos un taller con estudiantes, con profesores. Eso generó como unas ganas de estar ahí trabajando” (13:92)

Formación de otros docentes de la IE

De acuerdo con los informes presentados al MEN sobre el desarrollo del proyecto en la IE, las visitas y entrevistas realizadas por la investigadora, una vez lograda la motivación de los docentes, Francisco desarrolla diversas acciones de formación, de manera formal e informal, para prepararlos en las nuevas tendencias y metodologías para hacer un uso didáctico de la tecnología que favorezca el aprendizaje. Esta formación se ha hecho permanentemente, es una necesidad y práctica diaria ya que se trata de atender necesidades que van surgiendo en el aula en ese proceso de incorporar una innovación.

Al principio se hicieron dos cursos de una semana cada uno orientados por Francisco con el apoyo de la UIS. Posteriormente la formación se siguió haciendo en las reuniones de área, en horas libres, en los fines de semana, en espacios de vacaciones, dada la disponibilidad de Francisco y el hecho que los profesores consideraban que esta formación no era una obligación sino un compromiso y una necesidad de todos. El interés por la autocapacitación y el aprendizaje permanente se convirtió en un valor fundamental para los docentes. Ellos mismos buscan los espacios para la reflexión y la discusión sobre lo que van haciendo en el aula y Francisco los acompaña y retroalimenta.

La actitud y el compromiso de todos ha facilitado el trabajo participativo y colaborativo, y ha dado como resultado el diseño conjunto de actividades y guías para el aula, su implementación en la clase y la discusión sobre los resultados de aplicarlas con los alumnos. Esta dinámica de trabajo ha llevado a que la comunidad de práctica de docentes de la IE comprometidos con la cualificación de la educación se consolide cada vez más.

De esta manera cada actividad que diseñan, cada clase que realizan, cada dificultad que encuentran en el aula, cada tema que inician, es una oportunidad

reflexionar sobre la práctica, documentarse y capacitarse mutuamente. Un ejemplo de esto se tiene cada vez que Francisco asistía a los cursos de formación o a las reuniones de seguimiento adelantadas por el MEN, a su regreso al colegio realizaba un curso basado en las experiencias y aprendizajes adquiridos y socializaba las conclusiones, compromisos y recomendaciones a las que se llegaba en estos encuentros periódicos.

Un aspecto importante para destacar es el proceso seguido por Francisco con los profesores nuevos para potenciarlos y convertirlos en expertos, a partir de estas experiencias de formación y del acompañamiento permanente de los monitores, los practicantes y de él mismo. A propósito del trabajo de una profesora que vivió junto a Francisco esta experiencia, él expresa:

“Ella por ejemplo al principio decía: “a mi se me dificulta”. Ella trabajó con la calculadora como un mes en vacaciones por su cuenta, me llamaba y me decía: “se me trabó, qué hago”. Fíjense que ella misma diseñó esas actividades para hacer con sus muchachos, que eso para mi fue super grande. Si esta profesora se atrevió a hacer eso, la primera vez ella dirigió la clase pero yo la acompañé, yo estaba ahí. Ella me decía: “vaya porque si se me trastorna alguna calculadora, yo no se que hacer” Entonces yo estuve allá en la clase pero eso fue un avance porque se atrevió a hacer eso sin ella ser experta, eso es un logro” (13:98).

Por otro lado Francisco ha iniciado la capacitación de las profesoras de primaria de la jornada de la tarde para incorporar Cabri en el aprendizaje de geometría de los niños. También les ha hecho acompañamiento junto con los monitores.

▪ **Actividades conjuntas del grupo de profesores**

El compromiso de Francisco y sus compañeros, como comunidad de práctica ha originado unas relaciones de responsabilidad mutua que los ha llevado a proponer y realizar actividades y discusiones conjuntas para negociar significados e impulsar esta empresa que se propone transformar las prácticas de matemáticas en el aula. Entre las acciones conjuntas que adelantaron se incluyen las siguientes.

Actitud e interés por las innovaciones en su práctica

Implementar una innovación, como la que se proponen Francisco y sus compañeros, requiere de una actitud abierta para enfrentarla y del esfuerzo, discusión y estudio de todos. En la IE en mención tanto directivas como docentes han aceptado este reto y como ya dijo antes ha habido todo el apoyo necesario.

Las directivas afirman que antes de esta experiencia no se estaba implementando una metodología adecuada en la clase de matemáticas y que los resultados de los estudiantes no eran satisfactorios. Además, que a partir de las reflexiones sobre la práctica y las discusiones generadas alrededor del trabajo de Francisco al orientar los procesos matemáticos de los estudiantes con las calculadoras, hubo un cambio de actitud de los docentes hacia lo que es la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Ahora la metodología es diferente y los alumnos están aprendiendo matemáticas, como se ha expresado antes.

Según Francisco, los mayores logros alcanzados en la institución han sido vincular a los demás docentes del área de matemáticas desde el principio del proyecto del MEN y a algunos del área de ciencias, con quienes se ha venido trabajando desde el año 2004. El trabajo realizado con los profesores de Química se documentará más adelante en la sección de “Categoría Emergentes”

Otra razón del éxito para el trabajo con las calculadoras es expresada por Francisco cuando dice:

“Las acciones que considero han fortalecido el proyecto en la IE es la constancia, la dedicación y el compartir lo que hemos aprendido con las otras personas, también ha sido fundamental el apoyo de las directivas, de los padres de familia, de la secretaría de educación municipal y departamental, de la UIS a través de la Escuela de Matemáticas” (13:127).

Estos profesores han ido más allá de las exigencias iniciales del proyecto ampliando su trabajo a todas las temáticas del currículo. Esto los llevó a idear y construir actividades de aula para los distintos pensamientos propuestos en los Lineamientos Curriculares, a ser recursivos y con una actitud encaminada a anticiparse a los problemas y buscar las soluciones. Para esto han recurrido al estudio de los documentos que ha ido recopilando y a adaptar actividades de aula con tecnología de otros docentes.

Reuniones de área

Como se expresó antes, las reuniones de área son los espacios en donde los profesores de matemáticas de la IE discuten y reflexionan conjuntamente sobre el desarrollo y avances de la práctica en el aula con tecnologías y realizan acciones de capacitación. También contribuyen a consolidar la comunidad de práctica al construir proyectos de área del interés de todos y al buscar conjuntamente las soluciones a las dificultades que se van presentando en la implementación de las tecnologías al aula.

La **reflexión conjunta sobre la práctica en el aula** ha sido una estrategia fundamental para observar permanentemente el propio trabajo y el del grupo de

profesores del área, lo cual contribuye a dinamizarlo y a mejorarlo continuamente a partir de las reflexiones y aportes de cada uno. La dinámica de estas reuniones ha conducido al grupo a la búsqueda permanente de una mejor calidad en los procesos de llevar la tecnología al aula para mejorar el aprendizaje de las matemáticas.

Los profesores valoran la reflexión conjunta porque es la manera de aterrizar y enriquecer las propuestas que se llevan al aula antes de aplicarlas y de aprender del otro, es decir de poner en escenario el aprendizaje social tan importante en las comunidades de práctica. En ese sentido un profesor afirma: “(...) *pero fíjese que alrededor de todos uno aprende (...)*”

Al respecto Francisco también afirma:

“Con el grupo de la IE trabajamos dos horas a la semana que la dirección del colegio dejó en el horario para poder reflexionar y compartir con los demás profesores del área. Este espacio nos sirve para estudiar y socializar las actividades que se ponen en práctica con los grupos pilotos y que posteriormente se llevan al aula con los demás estudiantes. Estos talleres posteriormente se comparten con el grupo regional” (13:129)

La **búsqueda de soluciones a problemas presentados** en la tarea de mejorar el aprendizaje de matemáticas de los alumnos es una actividad importante dentro de las reuniones de área. Los profesores opinan que muchas veces al comenzar una temática nueva no se prevén posibles dificultades, que surgen posteriormente en la clase. La reunión de área es el espacio para plantear al grupo lo ocurrido y buscar entre todos una salida, que en la mayoría de los casos puede ser realizar actividades complementarios o de refuerzo, profundizar teóricamente. En la medida en que se van analizando y resolviendo los problemas todos se retroalimentan y todos aprenden.

Un profesor de la IE expresa su punto de vista sobre el papel de las discusiones en la búsqueda de soluciones a los problemas planteados:

“(...) Habrá recomendaciones, pues en un proceso como este hay que hacerlas, más lectura, mas profundización en las cuestiones, a medida que tu discutes, aprendes, y a medida que tu vas alimentando el proceso, todos se van enriqueciendo, esto es ideal. (10:20)”

Conjuntamente los profesores apoyados por Francisco idean y **construyen proyectos de área** para mejorar el trabajo que se hace en la institución. Algunos de los proyectos construidos son:

- Planeación del currículo: Al comienzo de cada año se planea el currículo para cada grado. Esto incluye entre otros las actividades, conceptos, estrategias y talleres que mediarán en el aprendizaje de los alumnos con las calculadoras. Se reúnen todos los profesores del área para hacerlo. Esto incluye la revisión de los talleres que ya hicieron y la elaboración entre todos, de unos nuevos.
- Plan de trabajo con la Tecnología: Se distribuye el tiempo del uso de la sala de calculadoras por meses de tal manera que todos los alumnos de la IE se involucren en el trabajo con la tecnología.
- Planeación del trabajo con los estudiantes monitores, con qué actividades van a apoyar a los docentes y a sus compañeros, cómo seguir fortaleciéndolos, cómo formar nuevos grupos.

Francisco y sus colegas también se han propuesto **abrir las puertas de la IE** para que docentes de otros colegios conozca lo que están haciendo con tecnología. Francisco manifiesta que:

“Algunos docentes de otros colegios nos visitan para mirar de cerca lo que estamos haciendo, el colegio quiere compartir este trabajo con otros que estén interesados” (13:134).

- Mostrar a la comunidad educativa los alcances del trabajo en la institución. Profesores y estudiantes presentan sus experiencias en espacios municipales y regionales.

“Estoy seguro que con nuestro pequeño aporte estamos despertando la curiosidad en otros docentes, de cómo buscar alternativas de enseñanza, pues hemos sido invitados a compartir las experiencias en otras poblaciones, y en otras instituciones de la ciudad” (13:134).

- Implementar en la IE el proyecto Calendario Matemático y la participación en las Olimpiadas Matemáticas. La participación de la institución en estos proyectos ha sido muy fructífera para alumnos y docentes.

Una actividad importante para los profesores de la IE que trabajan con tecnología en el aula es **socializar los logros y dificultades** que se van presentando en su implementación con los alumnos. Dado que este trabajo constituye una innovación hay mucho interés en conocerla por parte de docentes de la misma institución y fuera de ella. En cualquier caso las directivas brindan las condiciones para hacerlo.

Dentro de la institución esta socialización se hace en espacios que las directivas destinan para este objetivo y se hace la discusión pertinente. Fruto de esta socialización es que surgió el interés de los profesores de química para incorporar las herramientas disponibles en sus clases, con el apoyo de Francisco.

Fuera de la institución, esta socialización se hace en otros colegios, en eventos académicos regionales y nacionales. Francisco dice:

“Y hemos buscado la dinámica de mostrar el proyecto en la región, de verdad que ya nos reconocen en muchos sitios del departamento, incluso lo llaman a uno acá a la casa “profesor como hacemos para que usted venga acá a la provincia” (13:84).

Sobre este aspecto se ampliará en la siguiente sección.

❖ **Interacción con practicantes**

La interacción de Francisco con los practicantes de la Universidad Industrial de Santander ha sido importante para la comunidad de práctica en la institución.

Esta experiencia surgió de una propuesta que hizo la UIS a Francisco para trabajar en la práctica docente y en unas clases de didáctica de la matemática para futuros docentes, iniciativa que fue aceptada por él a pesar del temor por los retos que implicaba.

Basado en su experiencia del proyecto de tecnología, Francisco replanteó el programa de práctica que existía y buscó mayor interacción de él como director de práctica con estos estudiantes y fomentar los grupos de discusión y en la parte de didáctica combinó la teoría con la práctica, analizando reformas educativas que ha habido en el país en matemáticas. Al mismo tiempo los estudiantes preparan unas micro clases, que son presentadas y discutidas entre todos. Esto conformó grupo de los estudiantes de matemáticas motivados por esta materia, a quienes convocó, a que le colaboraran en su trabajo con la calculadora de su IE. Los estudiantes que aceptaron lo hicieron con la convicción de que el trabajo con estas herramientas es muy importante y de que tenían que estudiar y aprender cómo manejarlas y buscar formas para que los niños las utilicen.

Dos practicantes entrevistados describen sus experiencias en la IE con Francisco, de la siguiente manera:

- Cada practicante trabaja en diferentes grados, actividades con calculadora para reforzar el trabajo de los profesores, algunas veces trabajan con el CBR. Tienen la oportunidad de pasar por primaria y secundaria y conocer las diferencias entre los niños de los diferentes grados.

- Las actividades que realizan son diversas: acompañar a un pequeño grupo, por ejemplo a los que necesitan un refuerzo o los que ya tienen un dominio avanzado para hacer una profundización; hacer algún repaso; introducir una temática nueva.
- La interacción con Francisco se da antes, durante, y después de las experiencias con los estudiantes, para discutir y reflexionar sobre la presentación del tema y el desarrollo de la clase aportando ideas para que ellos aprendan de esta práctica y enriquezcan su propuesta.
- Otra actividad de la interacción con Francisco es el acompañamiento permanente y seguimiento que hace al trabajo de ellos, es muy amable y les despierta mucha confianza. Uno de los practicantes comenta:

“(...) pero los sábados nosotros manejamos un grupo que se llama “semilleros” entonces a ellos les dictamos matemática recreativa, se trabaja con ellos, él va los sábados a los colegios y mira la actividad, se está un momentito luego se va para otro lado, y así es muy dedicado. Impresionante como mueve aquí y en cualquier parte” (11:18)

- Han tenido la oportunidad de hacer algunas experiencias con las calculadoras, con el CBR con unos 10 niños pequeños, que saben qué es CBR, para qué sirve, cómo funciona, cómo transfieren el programa, cómo se sacan los datos. Estos niños presentaron ese trabajo a un grupo de docentes, quienes quedaron asombrados de la familiaridad con la tecnología y con conceptos de física.

Los practicantes valoran esta experiencia y las enseñanzas de Francisco, pues ven que se les ha abierto puertas y han incrementado sus aprendizajes. Así afirman:

“En mi caso la práctica me ha permitido reforzar ese proceso de preparación, o sea tengo que estar más abierto a las cosas con las que pueden salir mis estudiantes, sobre todo que dicen ‘profesor mire lo que pasó pulsé un botón que no era y mire como quedó’ bueno vamos a ver cómo solucionamos eso, es simplemente un bache pero sigamos adelante, vamos a seguir trabajando; cosas que en la teoría, en la universidad, en un aula como estudiantes a nosotros no nos dicen. (11:11)

“La formación que hemos recibido en cuanto a la parte teórica, de la pedagogía y el dominio de la matemática nos hace sentir cierta confianza. El trabajo que hemos realizado nosotros en descubrir qué podemos hacer con la calculadora nos ha abierto otros

horizontes pero en general el saber que los muchachos tienen una expectativas y que en alguna forma les podemos ayudar a que resuelvan sus dudas, a que incrementen sus conocimientos, nos hace sentir confianza” (11:16)

También se sienten privilegiados por la experiencia en esta IE ya que en la universidad no habían tenido esta formación y con respecto al uso de la calculadora dejan simplemente que cada estudiante sea autodidacta, con lo cual no están de acuerdo. Piensan que los compañeros que no han tenido la oportunidad de enfrentarse a una calculadora seguirán limitados a que sus clases sean exposiciones a tiza y tablero. Piensan que la formación de los futuros docentes debería darse de una manera estructurada como lo hace Francisco.

En conclusión, esta es otra comunidad de práctica liderada por Francisco en la que es fundamental su trabajo con miembros que están en la periferia, potenciándolos para convertirlos en miembros con un rol central dentro de la IE.

6.2.6 Comunidad de práctica general

El liderazgo y las iniciativas de Francisco lo han llevado a conformar comunidades de práctica no solo en el aula con sus alumnos y en la IE con sus compañeros de matemáticas y de química sino también a comunidades fuera de la institución ya sea en el municipio, en la región y a nivel nacional. El compromiso mutuo en todas estas comunidades es trabajar conjuntamente con otros docentes para mejorar el aprendizaje de los alumnos y en especial por potenciarlo a través del uso de tecnologías. Estas comunidades realizan acciones encaminadas a construcción de conocimiento didáctico.

Precisamente alrededor de esta meta Francisco ha logrado conformar y pertenecer a comunidades, cuyo propósito común es construir conocimiento y experiencias sobre el uso pedagógico de la tecnología para enseñar y aprender matemáticas. Su papel en estas comunidades ha sido hegemónico. Estas son:

- Comunidad de docentes que adelantan en el departamento de Santander el proyecto de incorporación de nuevas tecnologías al currículo de matemáticas (Grupo Santander)
- Comunidad de educadores matemáticos de la UIS (Grupo EDUMAT)
- Comunidad nacional de educadores matemáticos.

De acuerdo con un compromiso común que tiene cada una de estas comunidades se realizan diversas acciones de gestión tanto administrativa como académica consolidarlas y para contribuir a la formación de sus docentes. Estas acciones implican:

- Compromiso con el impulso del trabajo con tecnología y darle continuidad.
- Conformación de grupos interesados en la implementación de la tecnología.
- Socialización del trabajo en eventos académicos y en publicaciones
- Aportes a la reflexión y construcción de conocimiento: didáctico y disciplinar.
- Interacción participativa y relación con los participantes nuevos.
- Construcción e implementación de proyectos interinstitucionales, lo cual lleva a la interacción con instituciones de la localidad o municipio.
- Gestión ante las autoridades regionales dar a conocer el trabajo y solicitar apoyo para expandirlo otras instituciones.
- Asesoría y apoyo a otras IE de la región que lo soliciten.
- A continuación se describen las interacciones y acciones en cada una de estas comunidades

❖ ***Comunidad de docentes Grupo Santander***

En esta comunidad iniciaron la interacción docentes de matemáticas de ocho instituciones educativas que bajo la orientación del MEN desarrollan el proyecto de incorporación de nuevas tecnologías al currículo de matemáticas desde el año 2000 y el coordinador de este proyecto en la UIS. Poco a poco se ha ido involucrando estudiantes de la universidad y estudiantes de estas instituciones, en especial alumnos de la IE donde labora Francisco, aquellos que él ha convertido en monitores de sus compañeros.

El compromiso mutuo alrededor del cual se fue conformando esta comunidad es hacer de la tecnología un instrumento para mejorar la calidad del aprendizaje de los alumnos de sus instituciones. En consecuencia han logrado conseguir el tiempo dentro de su carga laboral para reunirse semanalmente los viernes en la mañana y han sido apoyados por las respectivas directivas. Entre las acciones que dinamizan a esta comunidad se tienen:

- Reflexionar y discutir acerca del tema de interés como es la didáctica de las matemáticas mediada por tecnología para dar aportes a la reflexión y construcción de conocimiento para buscar identidad entre sus miembros.
- Diseñar los materiales, situaciones problema o talleres para cada uno de los pensamientos, que se piensan hacer en grupo en cada una de las IE, de tal manera que los aportes de todos se ven materializados en estos materiales y poco a poco van organizando un repertorio compartido, fruto de sus trabajos. Así estas propuestas se comparten entre todos para que se desarrollen en las instituciones.
- Discutir y analizar los resultados de la implementación de estas actividades en el aula con el fin de enriquecer la práctica basada en la experiencia de cada

uno en su IE. Así surge la necesidad de sistematizar resultados y de esos análisis crear conocimiento didáctico alrededor del uso de la tecnología, lo cual ha dado origen a diversas ponencias y talleres que ha elaborado el grupo para presentar en distintos eventos académicos. Al respecto Francisco afirma:

“Nosotros nos intercambiamos con los compañeros de los 8 colegios del grupo de Santander, hemos trabajado más o menos las mismas actividades, entonces intercambiamos actividades y todos sacan copia y en muchos colegios se ha replicado este tipo de actividades. Tenemos como un banco de talleres” (13:19).

- Desde el principio del proyecto empezaron a hacer gestión con autoridades regionales, que definen tanto la inversión como la dinámica de la formación de los maestros; como son las Secretaría de Educación Municipal y Departamental buscando el espacio para socializar el trabajo con miras a motivar a estas autoridades a ampliar este proyecto a otras IE. Para esto el grupo ofrece sus servicios de formación, asesoría y apoyo. A estas reuniones de socialización no sólo han asistido los profesores, sino que han ido involucrando a los estudiantes para que complementen las presentaciones con sus experiencias de aprendizaje con tecnología. Según Francisco, esto les ha dado buenos resultados.
- También han asistido a los encuentros académicos que se programan en las universidades y en otros colegios de la región a presentar el trabajo, con lo cual han logrado el reconocimiento en muchos sitios del departamento y la invitación a hacer cursos de formación. En todos los eventos que los invitan hacen talleres. Francisco nos menciona algunos de los eventos en los que han participado últimamente (año 2006)

“Estuvimos el año pasado en el Encuentro Oriental de Matemáticas, precisamente allí empezamos a compartir la experiencia de la integración con las ciencias” (13:122)

“Estuvimos en otro encuentro que hizo la universidad en el año de las competencias científicas, también participamos en ese evento, con un taller para profesores. Este año, que estuvimos en los foros regionales para buscar experiencias significativas, por invitación de la Secretaría de Educación del Departamento, fuimos seleccionados en representación de Bucaramanga. Estos foros se hacen como preparación al foro nacional, y esperamos seamos seleccionados también” (13:123)

Estos son otros eventos en los que el grupo realizó acciones de socialización formación alrededor de la incorporación de nuevas tecnologías al currículo de matemáticas:

- VII Semana de Licenciatura en Matemáticas, UIS, Bucaramanga, Septiembre del 2000, Taller de Calculadora TI-92 Plus, Socorro-Santander.
 - II Encuentro Colombiano de Matemática Educativa, UPC, Valledupar, Octubre del 2000.
 - III Simposio Nororiental de Matemáticas, UIS, Bucaramanga, Enero-Febrero del 2001, en donde se realizó un foro sobre el uso de las nuevas tecnologías en Matemáticas y en su Enseñanza, con la participación del profesor Martín Acosta del MEN.
- Han presentado proyectos a las Secretarías de Educación para adelantar este trabajo en provincias y municipios del departamento. En algunos casos han aceptado y han dado los recursos.
 - Han atendido los cursos de capacitación de otros colegios con quienes comparten materiales y les dan sugerencias de bibliografía para seguir en esta reflexión. Según afirma Francisco han sido invitados por bastantes colegios a compartir la experiencia y a donde han ido han involucrado a los estudiantes.
 - Han convocado a la comunidad educativa regional a eventos coordinados por el grupo de Santander para continuar con el compromiso de impulsar el trabajo con la tecnología y de ir conformando pequeños grupos regionales interesados en implementar estas nuevas herramientas: Francisco informa al respecto:

“Hemos hecho como cinco eventos para convocar la comunidad, como grupo de Santander. En este año pasado hicimos uno a nivel departamental, vinieron como 35 profesores aquí. Hicimos otro en el Socorro y estuvieron como 30 profesores de todos los municipios cercanos. Allí hicimos un taller de 180 horas, los viernes todo el día, de 8 a.m. a 4p.m, cada 15 días. Eso fue como casi un semestre, allá trabajamos todos los pensamientos. Acá en Bucaramanga hemos hecho una capacitación que han asistido unos 80 profesores en los 3 eventos que hemos hecho en acá en la UIS” (13:86).

A través del trabajo implementado por esta comunidad, sus miembros muestran las transformaciones que han tenido en su práctica, ampliando su campo de acción más allá del aula y de la IE, por lo que han merecido el reconocimiento del de la Secretaría de Educación de Bucaramanga. Allí se han posicionado como un grupo líder en formación de docentes, precisamente a raíz del trabajo que Francisco ha dinamizado en este grupo por lo que lo han invitado a formar parte del Comité de Calidad de Educación del municipio de Bucaramanga. En el grupo consideran importante este reconocimiento académico, que se lo han ganado a través del trabajo que han hecho con la incorporación de las tecnologías al currículo de matemáticas.

Otro reconocimiento al trabajo del grupo lo ha hecho la Escuela de Matemáticas de la UIS, que en el momento los ha llamado a trabajar en los diplomados sobre formación de maestros que tiene la Escuela y también en la especialización sobre la enseñanza de la matemática que ofrece la UIS.

Francisco y sus colegas se sienten también reconocidos cuando las Secretarías de Educación cuentan con ellos para cualquier evento que organizan o los recomiendan para adelantar acciones de formación y de socialización en los municipios, como lo menciona Francisco:

“Hemos tenido la oportunidad de socializar en otras instituciones, hemos estado a nivel departamental con provincias donde se ah reunido 15 o 17 municipios. Hemos compartido nuestras experiencias entre 40 0 50 municipios” (13:114)

❖ Comunidad de educación matemática de la UIS (Grupo EDUMAT)

Este es un grupo fundado desde 1984 por investigadores en educación matemática de la UIS para discutir, reflexionar y participar en la búsqueda de soluciones a las diferentes problemáticas de la educación matemáticas en el Departamento de Santander, como la implementación de las diferentes reformas curriculares, los textos escolares, la cualificación de docentes, la formulación de políticas educativas a nivel nacional y regional, y además desarrollar proyectos orientados al mejoramiento de la calidad de la Educación Matemática.

Dentro de las acciones de este grupo están hacer asesoría y formación a instituciones educativas para mejorar la calidad de la Educación Matemática, para lo cual han involucrado al grupo de profesores de Santander que lideran el proyecto de tecnología del MEN, para que socialicen y contribuyan a la formación de estos docentes en lo relacionado con el uso de nuevas tecnologías en el aula. El rol de Francisco y sus colegas del Grupo Santander ha sido protagónico en EDUMAT, dada su preparación y experiencia.

Cuando Francisco ingresó a este grupo le propusieron trabajar en la práctica docente y en un curso de didáctica de las matemáticas en la UIS. Al principio estaba temeroso, pero muy pronto tuvo acogida entre estudiantes y profesores. Él replanteó el programa desarrollado en estos dos cursos, basándose en nuevas tendencias de la educación matemática orientada desde los Lineamientos Curriculares del MEN y muchos artículos de didáctica recogidos en el proyecto de Calculadoras.

“Eso me dio como una credibilidad dentro del grupo en la escuela, en la parte de la práctica y en la parte didáctica empecé a combinar mucho la teoría con la práctica, hacíamos análisis de las reformas

educativas que ha habido en matemáticas, de los avances, de los lineamientos y terminábamos en los estándares” (13:111).

A través del trabajo de Francisco en las clases, la UIS fue involucrando a los otros profesores del Grupo Santander en las clases de didáctica y en cursos de Geometría, Análisis y Cálculo mediados por las calculadoras.

Ahora, Francisco también participa en las reflexiones y discusiones que sobre formación de docentes se adelanta en EDUMAT, dado que en el grupo hay una investigadora experta en ese tema. Esta interacción le ha dado otras herramientas, para analizar la discusión grupal y lo que ocurre en sus clases y en sus cursos cada semana.

También participa en un grupo que está elaborando un proyecto para presentar a COLCIENCIAS, dado que EDUMAT fue reconocido el año pasado por este organismo de investigación. Así Francisco es un miembro activo de otra comunidad de práctica fuera de la IE, como lo es EDUMAT.

En relación con su participación en este Grupo, Francisco expresa:

“Estoy convencido que ha sido la mejor oportunidad que he tenido para transformar mi labor como docente de matemáticas ha sido pertenecer al grupo de estudio que tenemos en la UIS, en estos momentos soy un maestro diferente, pienso mucho en mis estudiantes, en cómo mejorar los procesos de enseñanza buscando mejorar el aprendizaje de ellos” (13:133).

❖ Comunidad nacional de educadores matemáticos

El compromiso de Francisco con la comunidad educativa de su departamento y los logros alcanzados en el uso de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje lo han conducido a seguir ampliando su campo de acción a comunidades que atraen mayor número de docentes y que buscan apoyar a los maestros en su labor de mejorar la calidad de la educación matemática, como es el caso de Asocolme y Sociedad Colombiana de Matemáticas, entre otros.

Francisco no ahorra esfuerzos para participar en eventos organizados por estas asociaciones de docentes tanto universitarios como de la educación secundaria y media, pues considera que estos eventos son oportunidades para aprender, reconceptualizar, formar a otras personas, dar a conocer su trabajo, conocer nuevos proyectos e interactuar con nuevas personas.

Así ha participado como ponente, ya sea con conferencia o con taller en congresos nacionales e internacionales, como se indica a continuación:

- Decimoquinta reunión latinoamericana de matemática educativa” relme 15 en Argentina, 22 al 27 de Julio de 2001. Con un curso corto.
- Congreso Internacional Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas, organizado por el MEN, Bogotá, Mayo de 2002. Ponencia.
- III Congreso Iberoamericano de Cabri Geometry, Iberocabri 2006, Junio de 2006. Conferencia sobre experiencias de aula integradas de Química y Matemáticas y talleres sobre Fraccionarios.
- VIII semana de Licenciatura en Matemáticas de la UIS, Bucaramanga, 22 al 26 de Octubre de 2004. Se realizaron varios talleres y conferencias de formación inicial y de profundización en Cabri Geometry y socialización del proyecto en Santander.
- Encuentro de Asocolme sede UIS Bucaramanga 2004. Ponencia Sobre el uso de los sensores de movimiento CBR
- Semana de la Licenciatura en Matemáticas UIS Noviembre de 2005. Ponencia sobre la interdisciplinariedad de las ciencias y las matemáticas.
- Foro Departamental de Competencias matemáticas en la UIS, julio de 2006. Ponencia
- Foro provincial de competencias matemáticas en San Gil Junio de 2006. Ponencia.
- Foro municipal de competencias matemáticas Municipio de Bucaramanga Agosto de 2006 sede Colegio INEM de Bucaramanga. Ponencia

También ha divulgado su trabajo a través de conferencias que ha escrito conjuntamente con otros compañeros, las cuales se han publicado en libros del Ministerio de Educación y en memorias de eventos, como las siguientes.

- La modelación como estrategia de verificación y generalización en la solución de un problema de optimización con estudiantes de octavo y noveno grado de secundaria
- Las ciencias naturales como contexto para el aprendizaje de las matemáticas mediadas por Cabri y otras tecnologías computacionales: experiencias de aula.
- Construcciones Geométricas de los Fraccionarios y sus operaciones mediadas por Cabri.

7. CATEGORÍAS EMERGENTES

En el trabajo de campo adelantado en cada IE con otros docentes colegas de Irene y de Francisco se encontró que emergió una nueva información sobre aspectos no considerados anteriormente, que en conjunto suministran una mirada más profunda y relevante del liderazgo y papel del profesor coordinador del trabajo con la tecnología, que permite ampliar la caracterización de la práctica pedagógica de estos profesores y que complementaría los hallazgos sobre la importancia de las comunidades de práctica conformadas dentro de la IE.

Estas categorías emergentes tiene que ver con los siguientes tres aspectos:

- Los **obstáculos y limitaciones** que se presentan en las IE para implementar la incorporación de tecnologías en la clase de matemáticas.
- Los **valores y actitudes de orden ético** que, según los docentes objeto de este estudio, debe tener cualquier docente para que a través de su docencia contribuya a un mayor aprendizaje de matemáticas de los alumnos y en consecuencia al mejoramiento de la calidad de la educación.
- El impacto del trabajo de matemáticas en los **profesores de ciencias naturales**, en especial los de química, que motivó su incorporación a este proyecto.

Veamos cada una de estas nuevas categorías

7.1 OBSTÁCULOS Y LIMITACIONES PARA IMPLEMENTAR LAS TECNOLOGÍAS EN EL AULA

En las entrevistas y reuniones con directivas y docentes de las dos IE en las diversas visitas realizadas por la investigadora y los informes presentados al MEN por los docentes coordinadores sobre el desarrollo del proyecto en las IE, se encontró que hay una serie de obstáculos para implementar las tecnología en el aula, a pesar del apoyo dado por el MEN en la dotación de las herramientas computacionales y en la formación del docente responsable, del acompañamiento pedagógico y seguimiento de las universidades y del esfuerzo y compromiso del profesor.

La mayoría de los obstáculos se presentaron en la IE donde labora Irene. Estos obstáculos se pueden clasificar en:

- Obstáculos de iniciación
- Obstáculos a la institucionalización

- Obstáculos a la continuidad del proyecto

Los **obstáculos de iniciación** se refieren a la actitud que tienen los docentes frente a iniciar esta innovación y a la interpretación sobre cómo está estructurado el proyecto implementado por el MEN.

Las entrevistas mostraron actitudes como falta de interés, resistencia, aludiendo diversas razones para no implementarlo, falta de concientización y motivación de las directivas, falta de compromiso de directivos y docentes, temores a que el proyecto se quede en ser una experiencia piloto y luego se abandone y en algunos casos celos profesionales con el docente que fue seleccionado por el MEN para liderar la experiencia en la IE.

Entre las razones para no poder implementar el trabajo con la tecnología se tienen las siguientes manifestadas en la IE donde labora Irene:

- la falta de recursos, dado que según los profesores las herramientas computacionales son insuficientes para que todos los alumnos de la institución trabajen con estas herramientas. Al respecto se conoció que en la IE también existen aulas de informática y software de matemáticas como Cabri, Derive y Matemática entre otros y software gratuito que puede bajarse de Internet; recursos que podrían ser utilizados por los docentes para enseñar matemáticas.
- falta de personal de apoyo para adelantar el proyecto. La IE educativa ha tenido apoyo de la UPN y del MEN para formar y motivar otros docentes, pero como ya se ha dicho, no hubo acogida.
- falta de incentivos y reconocimiento por parte del MEN, para los docentes que lo implementen. Al respecto cuando se inició el proyecto por parte del MEN se pensó que el hecho de involucrarse en una innovación, le brindaba a un docente posibilidades para formarse y contribuir a su desarrollo profesional y que esto sería el mejor incentivo.
- la parte logística, son las condiciones que no permite adelantar este trabajo como los recursos ya mencionados, los horarios y el apoyo de las directivas. Acerca de los horarios se sugirió reorganizarlos de tal manera que los docentes pudieran llevar la tecnología a sus clases, pero no se atendió esta sugerencia.

Veamos las expresiones de algunos docentes de esta IE sobre esto:

“Yo aprovecharía el momento es como para dirigirme un poco hacia el Ministerio de Educación, frente al apoyo que le han dado, en cuanto a logística y equipos, porque uno de los problemas mas graves que hemos encontrado frente a la aplicación del proyecto es la falta de recursos. Es muy difícil que muchas veces se trabaje con un curso una hora y pueda volver a trabajar con ese curso al mes o a los dos meses, esa falta de continuidad realmente ocasiona falta

de interés en el proyecto por parte de algunos docentes, falta de compromiso también de algunos y pues la continuidad con los estudiantes se pierde” (2:21).

“(…) también se necesita una respuesta frente a eso, una motivación también de parte no de la institución sino del ministerio para realmente aprovechar el proyecto. Entonces yo si me pregunto frente a eso qué motivación hace el MEN, no sólo a la parte coordinadora, sino a docentes, directivos frente a ese proyecto y qué reconocimiento tiene frente a eso, qué apoyo adicional se le da al colegio por estar trabajando bien, a mi me quedan muchas preguntas frente a eso” (2:33).

Acerca de la interpretación del proyecto mismo, la coordinadora enfatizó su preocupación en que sea un proyecto piloto, pues considera que muchas estrategias de mejoramiento que se han comenzado por el MEN y la SED, no se terminan. Además sugiere que el MEN debe centralizar acciones y propone que se deje a esta institución como piloto para mostrarle al país cómo se trabaja con la tecnología. Así manifiesta:

“porque vuelvo y te digo a mi me preocupa mucho las cosas piloto, muchas son las estrategias de mejoramiento que se inician, pero luego se abandona y entonces uno como que se queda en la mitad, y uno dice, la inversión que se hizo, los costos, el trabajo y como que eso no tenga un proceso continuo eso me preocupa” (2:27)

“ Yo si creo que el ministerio no lo puede hacer todo, pero creo también que debe centralizar cosas y acciones, si hay cosas donde están funcionando bien, por qué no le metemos ahí mucho más empeño, mucho más estrategia, mucho más impulso y eso lo acogemos también, digamos como institución piloto” (2:29)

Con respecto a los **obstáculos a la institucionalización**, se esperaba que el proyecto fuera más un compromiso institucional como se estableció en los requisitos para iniciarlo en la IE y se acordó previamente entre el MEN y el rector, para lo cual se firmó acta de compromiso. Pero no fue así en la institución de Irene. Se esperaba un apoyo completo de los rectores y del resto de profesores, que no se logró totalmente. En esta institución el proyecto todavía está muy centrado en la profesora responsable y en otro profesor. Irene y los profesores encargados no lograron gestionar ese apoyo de sus colegas ni de sus superiores.

Irene afirma que una de las debilidades que encuentra en la institución es que el grupo de profesores no ha logrado reflexionar ni discutir como área sobre el currículo y proponer un currículo basado en competencias. Según ella, en la institución se sigue aplicando el currículo propuesto en los años 80. También

manifiesta que no ha logrado formar a otros docentes de la IE, a pesar de que desde el principio se ha intentado, que no hubo mucha acogida y que fue muy difícil llegarles.

Otras dificultades al respecto mencionadas por Irene y sus colegas tienen que ver con la intensidad horaria, que no favorece la implementación de esta innovación; con el poco apoyo de las directivas con presupuesto para fortalecer este proyecto. Lo cierto es que el proyecto se ha quedado bajo la responsabilidad de Irene con lo cual no se logrará la sostenibilidad requerida para impactar la educación matemática de la IE:

Veamos algunas expresiones de los maestros:

“(…) me parece también que debe generarse un proyecto de mucha mas motivación a nivel directivo y en esto lo diría directamente con rectores y directamente con coordinadores porque por ejemplo en el manejo de presupuesto” (2:24)

“Una cosita para terminar, un problema que se ha visto mas grave este año, también es la intensidad horaria que tenemos los docentes. Nosotros mas que nada sabemos que la preparación de un taller por ejemplo para trabajo con calculadora, no es un taller que lo hacemos en esta horita que tenemos, no es sencillo. Eso también ha sido difícil este año, prácticamente antes uno se podía sentar a trabajar con un compañero un tiempo adecuado. Ahora las guías, o las tiene que hacer uno afuera a medias o con la colaboración de practicantes hacerlas, eso ha sido una dificultad” (2:38)

La situación en el caso de Francisco es diferente, como se ha explicado en capítulos anteriores. Sin embargo él manifiesta que a veces es muy difícil que algunos rectores concedan permisos a los profesores que quieren participar en eventos académicos que contribuyen con su formación.

Los **obstáculos a la continuidad del proyecto** se refieren a que no se están creando las condiciones en la institución para que el trabajo con la tecnología se sostenga sin el apoyo del MEN e incluso si Irene no lo siguiera liderando.

Dado que no se ha hecho la reflexión conjunta sobre las implicaciones del uso de las tecnologías y no se ha logrado la formación de los docentes del área de matemáticas, no se vislumbra continuidad del proyecto. Una implementación exitosa implica una transformación de concepciones de los docentes sobre la matemática, sobre la tecnología, sobre la enseñanza y el aprendizaje, sobre el rol de maestros y alumnos, cambios que se generan a través de un programa de formación y de la reflexión sobre la práctica, actividades que no se realizan en la IE.

Además, si no todos los profesores trabajan con la tecnología, los desarrollos que se iniciaron para transformar el rol del estudiante en un curso se ven truncados el año siguiente porque no hay un profesor interesado en seguir con ese esquema de trabajo, mas bien les importa mucho cubrir temas.

Por su parte Francisco menciona algunas limitaciones relacionadas con el compromiso total de la Secretaría de Educación, ya que en algunos años no ha enviado los docentes que se requieren en la institución. A todos los profesores les ha tocado distribuirse las horas de un docente que faltaba y por eso en algún momento no tuvieron el espacio para las discusiones del grupo, lo cual según Francisco, afecta el trabajo que se viene adelantando

7.2 VALORES Y ACTITUDES DE ORDEN ÉTICO

Al preguntarles a Irene y a Francisco sobre las acciones que han sido fundamentales para que ellos se hayan motivado tanto con este trabajo, hayan logrado transformar sus concepciones y sus prácticas y hayan impactado tanto a sus colegas como a sus alumnos, surgieron además de factores de orden académico otros de orden ético, lo cual nos parece valioso resaltar dado que la enseñanza de las matemáticas es una actividad humana que incide en la sociedad, y los docentes a través de su actuar van generando valores de carácter ético que forman parte de la vida diaria y que pueden contribuir a que en la clase de matemáticas los alumnos también desarrollen competencias ciudadanas.

Los valores, según ella, son de carácter personal, frente a la postura y a la formación que uno tiene en la vida, no son desde el punto de vista disciplinar sino desde el punto de vista de la ética. Entre los valores que ella menciona se tienen la honestidad, la responsabilidad y la conciencia ética. Todas esas variables se articularon en algún momento en su vida y le han ayudado a generar una evolución, que espera continúe permanentemente.

Veamos algunas de sus expresiones para tener una idea de lo que significan esos valores en su práctica diaria.

“Y otras de las cosas bonitas es el trabajo honesto. A mi me parece que quiera que no, es un logro muy importante mío, sin que nadie me lo resalte porque nadie lo sabe. Y es que las calculadoras siguen habiendo las 25 calculadoras y en buen estado, que ya han pasado cuántos años, usadas en la mañana y en la tarde y que ahí están; que no hay problema de pilas; que las cosas siguen ahí y usándose, si hay unas que tienen unas manchitas en la pantalla pero están las cosas ahí. Lo que me han entregado ahí está, los documentos que me han entregado se están utilizando y ahí están, eso también me parece importante. Que he tratado de multiplicar,

de no quedarme únicamente en el aula de clase sino tratar de impactar a los estudiantes, de impactar a los nuevos docentes, a los futuros docentes, a investigadores y de impactar a los docentes que están en ejercicio o sea he llegado como a las diferentes instancias de la comunidad educativa” (4:160)

“Además que hay una conciencia ética, que ayuda a que todo se articule para que uno busque desarrollar una mejor labor, hacer un mejor trabajo, ser mejor profesional. Y que ayude también a transformar esa realidad, que uno pensaba en un principio que la estaba desarrollando bien a nivel de docencia. Con el compartir experiencias, asistir a eventos académicos, reflexionar acerca de lo que otros hacen, poder discutir cosas como se dio en el proyecto de incorporación de nuevas tecnologías, a veces documentarnos para hacer una propuesta y darnos cuenta que esa propuesta y esa documentación no eran las mejores, porque había otras miradas que uno no realizaba y que otros ayuda a complementarlas. Pues todo eso, poquito a poco va haciendo mella en uno y va constituyéndose en algo sólido y le ayuda a uno a querer ir mejorando permanentemente y a darse cuenta que uno esta haciendo cosas muy buenas, pero que siempre habrá la posibilidad de hacerlas mejor, de seguir aprendiendo y siendo un mejor docente, seguir un camino en el cual uno construya un conocimiento que le ayude a mejorar las matemáticas escolares de los estudiantes” (4:118)

Francisco por su parte afirma que los valores que lo han fortalecido para desarrollar el proyecto en su IE y lo han motivado a trabajar mucho son la constancia, la dedicación y el compartir lo que he aprendido con las otras personas. También ha sido fundamental el apoyo de las directivas, de los padres de familia, de las secretarías de educación, de la UIS a través de la Escuela de Matemáticas.

Menciona que el éxito con los profesores del colegio fue el acompañamiento, la cercanía, valorar lo que hacen y darles la libertad de proponer. Siempre que los encontraba en las reuniones, le preguntaba a cada uno qué quería hacer en su clase con los niños y se sentaba con ellos a ayudarles en la planeación. Acompañarlos según Francisco ha sido clave.

“Yo le decía a la directora, si yo tuviera un poquito mas de tiempo, podría generar un cambio entre otros profesores. Por ejemplo en primaria, yo he ido a acompañar profesores, al principio me dejan solo para que les muestre ahí, ahora le toca a usted, qué va hacer, no importa, hágalo profesora, pregúntele a su estudiante, cómo lo

haría...Eso ha generado que la profesora se vea obligada a hacer cosas, pienso en eso y no complicarme porque con ellos hay que ser muy tranquilo” (13:106).

7.3 IMPACTO DEL PROYECTO EN LOS PROFESORES DE QUÍMICA

Una de las sorpresas que la investigadora se encontró en la institución donde labora Francisco, fue la integración de los profesores de ciencias naturales al proyecto de calculadoras para implementar actividades de aula que involucran estas dos áreas.

Los profesores de las otras áreas, empezaron a ver el trabajo de los de matemáticas, a ver las dinámicas que llevaban, a ver que los estudiantes y los profesores iban a eventos a presentar talleres a la UIS y a colegios, que hacían talleres con profesores y con estudiantes. Esto motivó a los profesores de Química y generó unas ganas de estar ahí trabajando. Lo que más los movió fue observar la dinámica de los alumnos en la clase de matemáticas realizando exploraciones y enfrentándose a la indagación y en una interacción con el conocimiento.

Cuando conocieron las herramientas del proyecto, en especial los sensores CBR y CBL, vieron la oportunidad de utilizarlas para el aprendizaje de la química a través de experimentos reales. Francisco les consiguió unas fotocopias de un libro de experimentos de Química y con eso lograron motivar a los estudiantes para que realizaran estas prácticas y a partir de éstas propusieran unas nuevas para observar algunas propiedades más notorias y manejables en el laboratorio.

Hicieron el análisis pertinente de los experimentos y además le hicieron transformaciones. Así desde el año 2004 empezaron a trabajar en el aula con tecnología y desde entonces la dinámica de estos profesores fue similar a la de los de matemáticas. Desarrollaron variadas experiencias con los sensores y con las calculadoras para estudiar fenómenos de variación en química, lo cual fortaleció el trabajo de los profesores de matemáticas, quienes habían decretado el año 2004, como el año para trabajar el pensamiento variacional. Francisco se integró al grupo de ciencias y les brindó todas las condiciones para que pudieran trabajar con las herramientas.

Así fue como los tres profesores de química junto con Francisco iniciaron una serie de actividades para compartir con otros docentes del municipio sus experiencias. Entre las actividades que han hecho están:

- Realización del “Primer Encuentro de Química Mediada por la Tecnología” en el que presentaron los talleres que ya habían trabajado con los alumnos.

- La idea con la inició el jefe del área era que desde el colegio se generara una pequeña industria y en la semana cultural del colegio presentó unos trabajos que los muchachos hicieron como jabones desinfectantes.
- A raíz de estas experiencias se conformó un grupo de estudiantes monitores interesados en este proyecto apoyados por los profesores de la misma manera que apoyaron a los monitores de matemáticas.
- Estos profesores de química se integraron al grupo de matemáticas y ahora trabajan conjuntamente las dos áreas. Como este año el eje principal del área de matemáticas es el Pensamiento Variacional, buscan situaciones de ciencias que se puedan montar en el laboratorio, que se ajusten a los diferentes modelos matemáticos que se estén enseñando en la clase de matemáticas, en los diferentes grados. Así las experiencias de química son el contexto para el estudio de las diferentes funciones, lineal, cuadrática, entre otros. En el Anexo L se muestra un ejemplo de estos talleres elaborados para trabajar las ciencias y las matemáticas integradamente.

Así han diseñado los siguientes talleres interdisciplinarios para trabajar con los alumnos en matemáticas, química y física.

- “Comportamiento y modelación de la relación Temperatura- tiempo, en los estados de los cuerpos, como función Lineal”, en donde manejan conceptos básicos propios de Termodinámica como el Calor latente y energía interna.
- Con las mismas características y fundamentos teóricos tanto físicos como matemáticos, propusieron un segundo taller “Interpretación del modelo matemático (Función lineal) entre la correlación de la medida de Temperatura en grados Celsius y grados Fahrenheit”.
- Taller “Medición cuantitativa de la Reflexión de la luz de diferentes colores con respecto al color blanco” (Manejo de CBL2)
- Las siguientes experiencias significativas de Aula, que propician la Interdisciplinariedad entre áreas como Física, Química, Biología, Sociales y Lengua materna y extranjera.
 - Función Lineal: Punto de Ebullición y Solidificación de sustancias”.
 - Función Lineal: Duelo de Sensores de Temperaturas: ¿Cuál es cuál?
 - Función Lineal: Circuitos en serie: Voltaje vs. Resistencia”.
 - Función Lineal: Ley de Hooke”.
 - Función Cuadrática: Caída libre o lanzamiento vertical hacia arriba”.
 - Función Cuadrática: Movimiento uniformemente Acelerado”.
 - Función Exponencial y Logarítmica: La digestión: ¿Un modelo Matemático?.
 - Función Periódica: Movimiento pendular.
 - Función Periódica: La luz: ¿Onda electromagnética?.
 - Función Inversa: Fotometría: Intensidad Lumínica vs. Distancia.

- Función seno o coseno: Movimiento pendular.

Estos talleres fueron presentados como un taller en el III Congreso Iberoamericano de Cabri, Iberocabri 2006, realizado en Bogotá en el mes de junio del presente año (2006) bajo el nombre: "Las Ciencias Naturales como Contexto para el Aprendizaje de las Matemáticas Mediadas por Cabri y otras Tecnologías Computacionales: experiencias de aula".

8. CONCLUSIONES

De acuerdo con el trabajo adelantado en las dos instituciones, se observa que la práctica pedagógica del docente en la mayoría de las veces, sólo se mira desde las actividades de planificación, de administración, del currículo, de la supervisión y de la evaluación, por citar los aspectos más relevantes. Sin embargo, la actividad propia del docente; es decir, su quehacer pedagógico en los diversos espacios donde desarrolla su actividad profesional es poco atendido de manera sistemática e institucional. Pocas veces sucede que los docentes sean convocados a leer sobre ellos mismos. Por eso se considera importante precisar que la reflexión y discusión conjunta sobre las concepciones, propósitos, necesidades y dificultades del docente para enseñar matemáticas, son aspectos fundamentales para contribuir a mejorar la actividad docente y en consecuencia a cualificar la educación.

Con respecto a **la práctica centrada en el aula** se establecen conclusiones como las siguientes:

- La implementación de la tecnología en el aula permitió a los dos docentes objeto de este estudio, llevar a la práctica formulaciones propuestas en los Lineamientos Curriculares para el Área de Matemáticas, en el sentido de avanzar hacia la construcción de ambientes de aprendizaje a partir de la presentación de situaciones problema, lo cual ha sido posible al cambio que los dos docentes han logrado en sus concepciones sobre la naturaleza de las matemáticas y su didáctica.
- Este trabajo con las tecnologías también permitió a los docentes profundizar en teorías que sirvieron de marco para la fundamentación del papel de las calculadoras como instrumentos de reorganización cognitiva y ampliar el conocimiento y la experiencia sobre el desarrollo de la potencia matemática de niños y jóvenes.
- También se observa que la incorporación de estos nuevos instrumentos tecnológicos en la clase conlleva un cambio sustancial en las relaciones existentes entre el conocimiento matemático, los estudiantes y los profesores. Así se genera una transformación en la forma de aprender matemáticas, constituyéndose en un instrumento dinamizador de prácticas de interacción social en donde se aúnan esfuerzos colectivos en actividades matemáticas características propias de una comunidad de práctica.
- Uno de los cambios notorios relacionados con la gestión del proceso de enseñanza y aprendizaje de los docentes, con apoyo de la tecnología, es

pasar de no planear la clase y repetir lo mismo en cada curso, a pensar en una actividad específica, con sus objetivos y estrategias metodológicas bien determinadas, dedicarle tiempo a su elaboración, discutirla y construirla con los otros, mirarla varias veces, probarla antes de llevarla al aula, etc.

- De acuerdo con los casos estudiados, otra de las modificaciones de esta gestión, es la reformulación de las preguntas que guían las actividades y la gestión de la discusión en el aula para guiar la interacción de los estudiantes con el conocimiento que se va a construir.
Al usar la tecnología en el aula, los alumnos poco a poco se fueron convirtiendo en verdaderos protagonistas de su aprendizaje, impulsados por el profesor y por los compañeros en una dinámica de construcción colectiva, propias de una comunidad de práctica. La puesta en común de sus hallazgos, los invita a comunicar los resultados de sus exploraciones y a confirmar sus propios argumentos. Los contenidos se convirtieron en un referente para la discusión, pero se fue haciendo cada vez mayor énfasis en el diseño, abordaje, y solución de situaciones problemáticas en las cuales se encontraban inmersos.
- La calculadora es un ambiente rico en posibilidades para resolver situaciones problema. A partir de enunciados sencillos que sugieren una propuesta de indagación, los estudiantes usan las posibilidades de exploración que brinda la calculadora para poner en juego sus conocimientos, revisar ideas que tienen al respecto de la situación planteada, aclaran conceptos y los usan en nuevas exploraciones. Estos esfuerzos cognitivos de los estudiantes los conducen a formular estrategias, argumentar, proponer y en síntesis, experimentar la actividad de hacer matemáticas. Por eso es posible afirmar que las calculadoras gráficas se constituyen en herramientas con las cuales se puedan configurar contextos que estimulen el aprendizaje significativo de las matemáticas.
- La didáctica en donde está instalada la tecnología **redimensiona y redirige los tratamientos usuales a los mismos temas**. Hay un cambio en la naturaleza del conocimiento que se está tratando de movilizar en el aula, lo que implica que el propósito de la enseñanza cambia y se necesita poner en práctica nuevas actividades que se correspondan con la nueva manera de concebir la matemática y su enseñanza. El interés deja de estar centrado en las destrezas operativas, pues ahora interesa más el desarrollo de procesos de exploración, de formulación de conjeturas, de sistematización, de comunicación y de modelación mediados por los diversos sistemas de representación que brinda la herramienta tecnológica.

- Con base en las reflexiones sobre el papel de la tecnología y a partir de una postura frente a la naturaleza del conocimiento matemático escolar y la cognición de los aprendices, los dos profesores comenzaron a generar poco a poco modificaciones en el currículo existente en la institución, sin violentarlo abruptamente. Así se fueron transformando las temáticas para hacer aparecer otras presentaciones cada vez más novedosas que incorporan el uso de la mediación de los nuevos instrumentos.

Específicamente en el caso de los contenidos para la mayoría de los alumnos de las dos instituciones, la mediación de la tecnología les permitió aprender por primera vez conceptos de geometría y estadística que ellos llamaron “temas nuevos”, porque antes no se enseñaban, aunque estuvieran mencionados en el currículo de la institución.

Por otro lado, temas del pensamiento variacional como las funciones, que antes eran estudiados de manera abstracta, ahora pueden estudiarse a partir de experiencias reales en las que se analizan procesos de variación y cambio en fenómenos naturales como el movimiento, la velocidad, las variaciones de temperatura, etc. Esto ocurrió con los alumnos de Francisco, quienes usaron las calculadoras articuladas con los sensores, para aprender distintas funciones como modelos de cambio desde los primeros grados de la secundaria. Así tuvieron la oportunidad de acceder a experiencias que antes no estaban a su disposición, las cuales les permitieron una mayor comprensión y familiaridad con estos conceptos.

- La posibilidad de trabajar en la clase de matemáticas con las tecnologías se convirtió en un estímulo constante para los estudiantes de las dos instituciones en estudio, pues ahora sienten que la clase es más interesante. Se observa gran motivación e interés por explorar y sistematizar conceptos matemáticos e incluso algunos alumnos han solicitado que a la hora del descanso se les faciliten las calculadoras y que el docente les sugiera nuevas actividades para seguir profundizando en su aprendizaje de las matemáticas. El uso de estas herramientas les ha ayudado a superar el temor hacia las matemáticas, especialmente a aquellos que han tenido dificultades.
- Las calculadoras contribuyen a desarrollar en los estudiantes un pensamiento matemático de alto nivel, como se vio en los dos casos estudiados. Contrario a la creencia común según la cual, si los estudiantes usan la calculadora ya no van a pensar, al disponer de muchas más fuentes de representación y disminuir la cantidad de tiempo que se invierte en construir representaciones, la mente se ocupa de otras actividades matemáticas. Hay más tiempo para otras actividades como la

interpretación, traducción, coordinación, articulación de ideas y toma de decisiones.

- El colegio en donde labora Francisco, inició la implementación de actividades de aula que integran las áreas de ciencias (física, química y biología) y de matemáticas, generando una dinámica de trabajo conjunto y propiciando la integración de saberes por parte de profesores y estudiantes. Esto permite vislumbrar una perspectiva interesante de implementación del uso de tecnologías computacionales en ciencias y matemáticas, lo cual originará nuevas propuestas curriculares, no sólo al interior del área de matemáticas sino en el trabajo coordinado con las ciencias naturales.

En relación con **la práctica como comunidad de práctica**:

- Las categorías establecidas para mirar la práctica pedagógica del docente muestran la complejidad de la labor del docente. Muchas son las acciones que debe llevar a cabo para adelantar sus clases y muchas las decisiones que debe tomar al mismo tiempo, a veces sin tener la información, el tiempo ni las condiciones necesarias para hacerlo. Cuando se ha logrado conformar una comunidad de práctica en la institución, estas responsabilidades y decisiones se comparten y su práctica se torna más significativa y estimulante
- El ambiente generado en las aulas por los dos profesores alrededor del trabajo con la tecnología, propició la construcción de una comunidad de práctica al interior del aula, que estimuló tanto a los alumnos como a cada docente a valorar el aprendizaje basado en la participación y en la práctica compartida. Se hace evidente lo que los investigadores conocen como la naturaleza situada y distribuida del conocimiento.
- Se espera que el impacto del uso de la tecnología en las prácticas de docentes en cuyas instituciones se logró conformar comunidades de práctica, como en el caso de Francisco, sea a largo plazo y su implementación permanezca en la institución como una práctica cotidiana de los maestros involucrados. Al contrario, en instituciones como en la que trabaja Irene, donde no se logró un compromiso mutuo para implementar esta innovación, su duración puede ser de corto plazo y el proyecto puede no ser sostenible.
- Como se observa en los dos casos, la conformación de comunidades de práctica regionales en las que interactúen profesores de colegio y universidades puede contribuir efectivamente a modificar las prácticas cotidianas de los profesores, instaurando hábitos de reflexión permanente sobre su quehacer e impulsando esfuerzos de fundamentación teórica y

de validación. El papel de las universidades ha sido fundamental para dinamizar esas comunidades de práctica.

- Después de seis años del inicio de la implementación de la tecnología en el aula, y de varias vistas de la investigadora cada dos años, se encontró que muchos docentes han ampliado cada vez su campo de acción más allá del aula para incluir a sus colegas dentro y fuera de la institución, en actividades de formación, tutorías y asesorías. Esto muestra que no fue un cambio motivado por la euforia de una novedad como es la tecnología, sino que es algo duradero y sostenible, que permitirá efectivamente un mejoramiento de la calidad de la educación.
- Dadas las condiciones que se habían previsto para el desarrollo de este proyecto desde su inicio, no se esperaba encontrar tantos obstáculos y limitaciones que impiden el buen desarrollo del trabajo con las herramientas tecnológicas en el aula, tal como ha sucedido en el caso de la institución donde trabaja Irene. Allí se han encontrado obstáculos a la iniciación relacionados con la resistencia y el temor de algunos profesores para emprender esta innovación; obstáculos a la institucionalidad del proyecto, dado que no se ha logrado un compromiso institucional para dinamizarlo, solo el compromiso personal de Irene, y obstáculos a la continuidad debido a que no se han generado las condiciones que garanticen su continuidad a largo plazo en la institución.

9. RECOMENDACIONES

- La incorporación de las nuevas tecnologías al currículo no se debe reducir a la compra de herramientas computacionales y a conocer su funcionamiento. Para que la nueva tecnología realmente impacte el currículo y los ambientes de aprendizaje es necesario que ésta llegue al aula acompañada de:
 - Un plan estructurado de formación permanente de docentes en el uso de la herramienta tecnológica que incluya la fundamentación teórica conceptual y metodológica.
 - La cooperación intra- e inter- institucional que convoque voluntades en pro de metas comunes y se sustente en el trabajo colectivo.
 - Materiales de apoyo, producto de experiencias llevadas a cabo en el contexto de realización de la incorporación.
 - Alto grado de motivación y compromiso personal y profesional por parte de los maestros y directivos de las instituciones que se dispongan a introducir la tecnología.
 - Gestión encaminada a la conformación y consolidación de comunidades de práctica para fortalecer el aprendizaje individual a partir de la interacción, la comunicación y la experiencia de los otros colegas.
 - Procesos de acompañamiento y asesoría permanente presencial, semipresencial y mediada por nuevas tecnologías de la comunicación y la información.
- En la medida en que los grupos de profesores que constituyen el área de matemáticas en las instituciones educativas se consoliden como comunidades de práctica, puede tener éxito la implementación de una innovación como lo es la incorporación de las nuevas tecnologías en el currículo de matemáticas. Esto implica el compromiso mutuo de sus participantes, la reflexión y discusión permanente, la negociación de significados para tomar decisiones favorables al aprendizaje de los alumnos y la realización de acciones conjuntas para dinamizar esa comunidad de práctica en la institución.
- Se recomienda a los profesores de matemáticas de todos los niveles promover la utilización adecuada de las calculadoras para mejorar los procesos que orientan, modelando aplicaciones de éstas, utilizándolas en ambientes constructivos, integrando su uso en la evaluación y valoración, manteniéndose al día en el estado del arte de su tecnología, y

considerando nuevas aplicaciones de éstas, que mejoren el estudio y aprendizaje de las matemáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. *et al.* Rutas pedagógicas en matemáticas. ¿Azar o construcción? Bogotá: Una empresa docente, 2002.

BALACHEFF, N. & KAPUT, J. Computer – Based Learning Environment in Mathematics. En: Bishop, *et al.* International Handbook of Mathematics Education. 1996.

BAQUERO, R. Vigotsky y el aprendizaje escolar. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1997.

CLARK, Richard; HONG, Laraina & SCHOEPPACH, Michael. Teacher Empowerment and Site- Based Management. En: Sikula, John. Handbook of Research on Teacher Education. New York: Macmillan Library Reference USA, 1996. p. 595 - 616.

COBB, P. & JACKEL, E. Constructivist, emergent and sociocultural perspectives in the context of developmental research. Educational Psychologist, 1996. p. 175 – 190. vol. 31

COX, M. & JOHNSON, D. The Impact Report: An Evaluation of the Impact of Information Technology on Children`s Achievements in Primary and Secondary Schools. Edición a cargo de Deryn M. Watson, London, Department for Education and King`s College London and Centre for Educational Studies. 1993.

ERNEST, P. The Nature of Mathematics and Teaching. In *Philosophy of Mathematics Education Newsletter 9, POME*. University of Exeter, UK. 1996.

_____. The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: a model. Journal of Education for Teaching, 1989. p. 13-33. Vol. 15 N°1.

_____. The Impact of beliefs on the teaching of mathematics. Paper prepared for ICME VI. Budapest, Hungría. 1988.

GOOD, Thomas A. Teaching Effects and Teacher Evaluation. En: Sikula, John. Handbook of Research on Teacher Education. New York: Macmillan Library Reference USA, 1996. p. 617 - 665.

GROUWS, DOUGLAS A. & SCHULTZ, Karen A. Mathematics Teacher Education. En: Sikula, John. Handbook of Research on Teacher Education. New York: Macmillan Library Reference USA, 1996. p. 442 - 458.

HERSH, R. Some proposals for revising the philosophy of mathematics. In Tymoczko, T. (Ed.). *New Directions in the Philosophy of Mathematics*. Boston: Birkhauser, 1986.

KAPUT, J. Technology and Mathematics Education. En: Grows, D. A. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. New York: Mac Millan, 1994.

LABORDE, C. Dynamic geometry environments as a source of rich learning contexts for the complex activity of proving. *Educational Studies in Mathematics* 44: Kluwer Academic Publishers: Printed in the Netherlands, 2000. p.151 – 161.

LLINARES, S. Intentando comprender la práctica del profesor de matemáticas. En: Ponte J. y Serrazina L. *Educação matemática em Portugal, Espanha e Italia*. Actas da Escola de Verao-1999. Portugal: Sociedade de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação, 2000. p. 109-132.

_____. Aprendizaje del Profesor de Matemáticas y Reforma. Conferencia pronunciada en el Congreso PROFMAT97. Figueira de Foz: APM: Lisboa, Portugal, 1997. p. 37-43

_____. *La Formación de Profesores de Matemáticas*, Sevilla: Copyur S.I., 1991.

MASON, J. *et al.* *Pensar matemáticamente*. Barcelona: Editorial Labor, 1992.

MAYER, R. *Pensamiento, Resolución de Problemas y Cognición*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A., 1986.

MARIOTTI, A. Introduction to proof: The mediation of a dynamic software environment. *Educational Studies in Mathematics* 44, 2000.

MEN. *Tecnología Informática: Innovación en el Currículo de Matemáticas de la Educación Básica Secundaria y Media*. Serie Estudios. Bogotá: Enlace Editores Ltda., 2004a.

_____. *Pensamiento Geométrico y Tecnologías Computacionales*. Serie Documentos. Bogotá: Enlace Editores Ltda., 2004b.

_____. *Pensamiento Variacional y Tecnologías Computacionales*. Serie Documentos. Bogotá: Enlace Editores Ltda., 2004c.

MEN. Pensamiento Estadístico y Tecnologías Computacionales. Serie Documentos. Bogotá: Enlace Editores Ltda., 2004d.

_____. Seminario Nacional de Formación de Docentes: Uso de Nuevas Tecnologías en el Aula de Matemáticas. Serie Memorias. Bogotá: Enlace Editores Ltda., 2002.

_____. Nuevas Tecnologías y Currículo de Matemáticas: Apoyo a los Lineamientos Curriculares. Serie Lineamientos Curriculares. Bogotá: Punto EXE Editores, 1999.

_____. Matemáticas. Lineamientos Curriculares. Bogotá: Creando Alternativas, 1998.

MOLL, L. Vigotsky y la Educación. Connotaciones y aplicaciones de la psicología sociohistórica en la educación. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1993.

MORENO, L. Instrumentos matemáticos computacionales. En: MEN. Seminario Nacional de Formación de Docentes. Uso de Nuevas Tecnologías en el Aula de Matemáticas, 2002a.

_____. Calculadoras Algebraicas y Aprendizaje de las Matemáticas. En: MEN, Seminario Nacional de Formación de Docentes. Uso de Nuevas Tecnologías en el Aula de Matemáticas, 2002b.

MOUSLEY, J.; LAMBDIN, D. y KOC, Y. Mathematics Teacher Education and Technology. En: Bishop, A. J. *et al.* Second International Handbook of Mathematics Education. Dordrecht, Kluwer Academics Publishers, 2003. p. 391 - 432.

NCTM. Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Virginia. 2001.

_____. Professional Standards for Teaching Mathematics. Reston, Virginia. 1991.

_____. Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación Matemática. Thales, Sevilla: Edición en castellano. Sociedad Andaluza de Educación Matemática, 1989.

PEPIN, B. Epistemologies, beliefs and conceptions of mathematics teaching and learning: The theory, and what is manifested in mathematics teachers' work in England, France and Germany. TNTEE Publications, 1999. Vol. 2 N°1, p.127-146.

PONTE, J. P. *et al.* Didáctica da Matemática. Capítulo Cuarto: Funcionamiento de la clase de matemáticas. Lisboa: Ministerio de Educación, Departamento de Enseñanza Secundaria. Traducción de Pablo Flores, 1997.

RICHARDSON, V. The role of attitudes and beliefs in learning to teach. En: Sikula, John. Handbook of Research on Teacher Education. New York: Macmillan Library Reference USA, 1996. p. 102 - 117.

ROULET, R. G. Exemplary Mathematics teachers: Subject Conceptions and Instructional Practices. Doctoral dissertation, Ontario Institute for studies in Education of the University of Toronto, 1998.

SANTOS, L. M. La naturaleza de las Matemáticas y sus implicaciones Didácticas. México: Revista Mathesis, 1993. Vol. 9, N° 4.

SCHÖN, D. Teaching and learning as a reflective conversion. En: Montero, L. & Vez, J. M. Las didácticas específicas en la formación del profesorado. Santiago de Compostela, España: Tórculo Ediciones, 1993. p. 5-27.

STENMARK, J. K. Mathematics Assessment: Myths, models, good questions and practical suggestions. Reston, VA: NCTM, 1992.

THOMPSON, A. G. Teacher's Beliefs and Conceptions: A Synthesis of the Research. En: Grouws, D. A. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. New York: Macmillan, 1992. p. 127- 146.

_____. The relationship of teacher's conceptions of mathematics teaching to instructional practice. Educational Studies in Mathematics, 1984. Vol. 15. p. 105-127.

TIROSH, D. & GRAEBER, A. Challenging and Changing Mathematics Teaching. Classroom practices. En: Bishop, A. J. y otros. Second Internacional Handbook of Mathematics Education, Dordrecht, Kluwer Academics Publishers, 2003. p. 643 - 687.

UNESCO. Las Tecnologías de la Información y la comunicación en la formación docente. Montevideo: Ediciones Trilce, 2004.

VIGOTSKY, L. Pensamiento y Lenguaje. (Edición a cargo de A. Kozulín). México: Paidós, 1986.

WAITS, B. & DEMANA, F. Calculators and Mathematics Teaching and Learning. Past, Present and Future. Disponible en: www.eduteka.org, 2000.

WERTSCH, J. Voces de la Mente. Madrid: Visor Distribuciones, 1993.

WENGER, E. Comunidades de práctica, aprendizaje, significado e identidad. Barcelona: Paidós, 2001.

WILLIS, J. W. & MEHLINGER, H. D. Information Technology and Teacher Education. En: Sikula, John. Handbook of Research on Teacher Education, New York: Macmillam Library Reference USA, 1996. p. 978 - 1029.

YING WONG, N. The influence of Technology on Mathematics Curriculum. En: Bishop, A. J. *et al.*. Second Internacional Handbook of Mathematics Education. Kluver Academics Pubishers, 2003. p. 643- 687.