

## Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas

---

segmento  $PT$  tangente a  $c_1$  en  $T$ . Usando alternadamente los segmentos  $PV$  y  $PT$  como ejes de simetría construya ocho circunferencias más de radio 1 tangentes a  $c$ . El resto de la construcción es fácil de obtener. Para controlar el tamaño de  $c$  de manera precisa puede introducir una palanca en  $Y$  transfiriéndolo al punto de intersección de dos segmentos.

---

[1] N. R. Este procedimiento puede parecer profano para muchos geómetras y amantes de la geometría. Sin embargo, la posibilidad de hacer lo que explica el profesor Laborde con una precisión asombrosa dada por el programa, tiene un potencial grandísimo en términos de la exploración, aspecto que el profesor menciona a continuación.

[2] Para la construcción ver el apéndice.

[3] N. R. Considerando los triángulos  $ALB$  y  $GIB$ , obtenemos las siguientes relaciones:  $AL = AB \sin i$  y  $GI = BI \sin r$ . Por lo tanto,  $AL / GI = AB \sin i / BI \sin r = \sin i / \sin r$ , debido a que los segmentos  $AB$  y  $BI$  son congruentes (por construcción). Demostrar que  $\sin i / \sin r$  es constante al variar el punto  $B$  (ley de refracción), es equivalente a demostrar que  $AL / GI$  es constante, independiente de la posición del punto  $B$ .

[4] N. R. En el apéndice daremos los detalles suficientes para que el lector pueda rehacer esta construcción.

[5] N. R. En la narración de la demostración aparecen palabras como *arrastrar* que no son usuales en una demostración formal. Le recordamos al lector que lo que hace el profesor Laborde es una lectura dinámica de la demostración original de Descartes en el ambiente Cabri.

[6] Ver apéndice para la construcción

[7] Ver apéndice para esta construcción

---

*El Proyecto de "Incorporación de Nuevas Tecnologías al currículo de Matemáticas de la Educación Media" y sus avances*

**Ana Celia Castiblanco Paiba**

Coordinadora general del Proyecto  
"Incorporación de Nuevas tecnologías al Currículo

de Matemáticas de la Educación Media de Colombia"

Ministerio de Educación Nacional

**Resumen.** La conferencia gira alrededor del proyecto *Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas* que el Ministerio de Educación viene desarrollando desde hace dos años, con colegios públicos y universidades de Colombia. Además de la presentación de los objetivos, líneas de acción y componentes, se hace un

## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

reporte del impacto de la Fase Piloto del Proyecto en el Sistema Educativo, que permite afirmar su pertinencia dentro de las políticas de mejoramiento de la calidad de la educación matemática en nuestro país.

### 1. Cómo surgió el proyecto

El proyecto que hoy presentamos a la comunidad educativa, es el resultado de un proceso de construcción participativa que se viene adelantando en el país para orientar la educación matemática colombiana, convocado por el Ministerio de Educación Nacional en desarrollo de las políticas propuestas por la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) y del interés de un amplio grupo de educadores matemáticos.

Dentro de este proceso, en 1996 se inició la construcción de los *Lineamientos Curriculares del Área de Matemáticas*, con la participación de docentes e investigadores de diversas instituciones educativas colombianas. Estos fueron publicados en julio de 1998.

En estos lineamientos se tuvieron en cuenta los desarrollos y avances sobre el conocimiento curricular acumulado desde años atrás en el país, lo cual permitió partir de nuestro contexto. En ellos se resalta la importancia de procesos que contribuyan al aprendizaje de los alumnos tales como el razonamiento, el planteamiento y la resolución de problemas, la comunicación, la modelación, la elaboración y comparación de procedimientos; también se resalta la importancia de los contextos como ambientes que dan sentido al aprendizaje de los alumnos y se reconoce el papel fundamental de las nuevas tecnologías para dinamizar y propiciar esos cambios en el currículo de matemáticas.

La formulación de estos lineamientos nos planteó la necesidad de profundizar sobre el papel de las nuevas tecnologías y su incorporación al Currículo de Matemáticas. Para esto se inició entonces un proceso de consulta, reflexión, discusión y de búsqueda de estrategias, de posibilidades y de recursos para incorporar las nuevas tecnologías al currículo de matemáticas en las instituciones educativas colombianas, liderado por el Ministerio de Educación.

La primera acción que se adelantó al respecto durante 1998 fue el desarrollo de un proyecto con apoyo de la OEA, que contó con la participación de expertos de Gran Bretaña, México y Chile y Colombia, de Facultades de Educación e instituciones de Educación Básica y Media, que tenía como propósito conocer experiencias nacionales e internacionales en curso y construir unas orientaciones iniciales para el trabajo con la tecnología. La

# **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

reflexión teórica se acompañó del desarrollo de una experiencia exploratoria en cuatro colegios de Educación Media, en los que se trabajó con calculadoras gráficas y el software de Geometría dinámica CABRI. Como resultado de este proyecto el Ministerio publicó el documento *Nuevas Tecnologías y Currículo de Matemáticas*.

El trabajo y la interacción propiciada en el grupo que participó en esta primera experiencia, nos mostró la importancia de las herramientas tecnológicas en nuestro quehacer como docentes de matemáticas y la necesidad de hacer grandes esfuerzos para buscar la mejor manera de hacer uso de ellas; nos planteó unos retos comunes, nos mostró implicaciones y requerimientos de la incorporación de estas tecnologías en nuestras instituciones escolares y al mismo tiempo nos dio algunas pautas e insumos para dimensionar un proyecto nacional que, liderado por el Ministerio de Educación, uniera esfuerzos de Facultades de Educación, de Secretarías de Educación y de colegios.

Fue así como en mayo y junio de 1999 se realizaron dos encuentros, uno en Bogotá y otro en Santa Marta, orientados por el Ministerio y con la asesoría del Dr. LUIS MORENO ARMELLA, del CINVESTAV-IPN de México, en el que participaron educadores matemáticos de universidades, instituciones de Educación Básica Secundaria y Media y Secretarías de Educación de 17 departamentos colombianos para delinear los pasos a seguir en la puesta en marcha de este proyecto y las principales líneas de desarrollo del mismo. En estos eventos también se concertaron las fases de ejecución, se inició la consolidación de un equipo de trabajo que junto con el MEN coordinara la experiencia a nivel nacional y regional y se determinaron las tareas requeridas para la preparación del proyecto.

De esta manera surgió el proyecto *Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas de la Educación Media de Colombia*, como una estrategia posible y viable para mejorar la calidad de la educación matemática colombiana, modernizar los ambientes escolares, aprovechar el potencial educativo de las tecnologías de información y comunicación y promover su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje, políticas que actualmente impulsa el sistema educativo colombiano.

## 2. Breve descripción del proyecto

El proyecto está dirigido por el Ministerio de Educación Nacional, con la asesoría del Dr. Luis Moreno Armella, la coordinación regional de los departamentos de matemáticas de las Facultades de Educación y de Ciencias de Universidades y de algunas Secretarías de Educación y la puesta en práctica de la experiencia con tecnología en el aula en instituciones de Educación Básica Secundaria y Media, incluyendo Escuelas Normales Superiores.

Hasta el momento se ha desarrollado a través de dos fases, que esperamos no sean las únicas:

**Fase piloto:** de marzo del año 2000 hasta diciembre del año 2001

**Fase de expansión y profundización:** desde octubre del año 2001 hasta diciembre del año 2002

### 2.1 Objetivos Generales

§ Mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas y la capacidad de

# Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas

---

aprendizaje mediante los recursos expresivos que la tecnología pone al alcance de las instituciones educativas.

§ Consolidar una comunidad de docentes comprometidos con la disseminación de la cultura informática.

## 2.2 Objetivos Específicos

### *Para la Fase Piloto*

- Implementar el uso de calculadoras gráficas basado en un modelo pedagógico, con el propósito de construir ambientes de aprendizaje con tecnología.
- Diseñar una estrategia para incorporar gradualmente el uso de la tecnología en el sistema educativo colombiano.

### *Para la Fase de Expansión y Profundización*

- Profundizar en la comprensión del papel de la tecnología y su impacto en el currículo escolar, para fortalecer la experiencia y la capacitación del grupo de docentes que serán los futuros multiplicadores en las regiones.
- Ampliar el número de docentes responsables de la implantación de la cultura informática a nivel regional y el número de instituciones beneficiadas.
- Generar condiciones de sostenibilidad a nivel institucional y regional que garanticen la continuidad del proyecto.
- Sistematizar estrategias de formación y seguimiento, fortaleciendo los núcleos regionales para sentar las bases de una generalización de las experiencias, buscando autonomía.

## 2.3 Ejes, Componentes y Líneas de Acción

El proyecto como un sistema complejo tiene ejes, componentes y líneas de acción, que interactúan y se relacionan entre sí, afectándose mutuamente en su marcha.

Se definen tres ejes fundamentales: desarrollo académico, gestión y sostenibilidad.

(Figura 1)



**Desarrollo académico**

# Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas

---

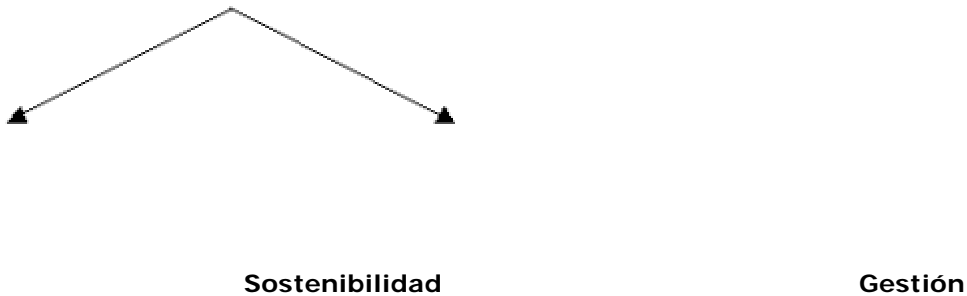


Figura 1

El desarrollo académico es el eje fundamental del proyecto. Lo colocamos en el eje vertical, pues es el que nos permite avanzar en cuanto a nuestros objetivos de mejoramiento de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Pero los otros dos ejes constituyen los cimientos de este trabajo, sin los cuales el desarrollo académico no podría darse.

## **Gestión**

En el eje de la gestión se agrupan los aspectos que tienen que ver con la instalación y el mantenimiento de las condiciones mínimas para la buena marcha del proyecto. De esta manera la dinámica se articula en torno a la búsqueda de condiciones de infraestructura para el desarrollo del proyecto, la administración apropiada del uso de las calculadoras, el control y el mantenimiento de las mismas, la socialización del proyecto a otras instancias académicas y el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

## **Sostenibilidad**

El eje de la sostenibilidad apunta a la identificación de las condiciones que harán posible la apropiación del Proyecto por parte de las instituciones educativas y la planificación a corto, mediano y largo plazo de acciones que permitan asumir con autonomía el proyecto. La dinámica de la sostenibilidad es un factor determinante para la evaluación del proyecto en términos de la prospectiva que éste tiene y de la manera como se va construyendo su futuro en las diversas instituciones:

*En colegios:* en la medida en la que el área de matemáticas se apropie del proyecto.

*En universidades:* al vincular el recurso tecnológico en la formación inicial y permanente de los docentes.

*En las regiones:* con la inclusión del trabajo con nuevas tecnologías dentro de los planes de desarrollo educativos regionales, acuerdos entre secretarías de educación municipales y departamentales con las universidades para precisar planes de capacitación de docentes,

# **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

buscar estrategias para incorporar el proyecto a los municipios.

## **Desarrollo académico**

El desarrollo académico atiende a la reflexión sobre el mejoramiento de la Práctica Educativa en términos de la apropiación del Marco Teórico, la planificación de las actividades, la sistematización de observaciones, la comunicación de resultados, aspectos que dan cuenta del proceso de reconceptualización de las matemáticas que sabemos y que enseñamos. Se destacan cuatro componentes:

### **1) Desarrollo Curricular**

Se espera dar aportes para la elaboración del currículo y para su puesta en práctica en el aula, profundizando en aspectos como estrategias pedagógicas basadas en resolución de problemas, el diseño de actividades de aula y evaluación del desempeño del alumno incorporando los recursos tecnológicos.

El proyecto está llegando a diversos grupos culturales y etnias del país, por lo cual el diseño del currículo parte de la realidad y de esa heterogeneidad, permitiendo la flexibilidad. No se está imponiendo un modelo sino que se están teniendo en cuenta las posibilidades y características específicas de cada región o institución. Así, se tienen desarrollos curriculares diferentes que atienden a las particularidades de los contextos regionales y al replanteamiento de una nueva propuesta curricular

### **2) Formación de docentes**

Esta es la componente fundamental del proyecto, en donde hemos puesto el mayor énfasis porque reconocemos que es sobre esta componente que gira la posibilidad de hacer los cambios que esperamos. A través de esta formación, buscamos no sólo que el docente profundice en sus conocimientos sino que cuestione sus prácticas educativas para que evolucione en su visión sobre lo que son las matemáticas, sobre la actividad matemática en la escuela y sobre para qué se enseña matemáticas, entre otras.

Un aspecto central de esta formación es la estrategia de trabajo que vincula la universidad con los colegios, estrategia que rompe con el aislamiento universidad-colegio y que permite articulación y proyección de las actividades y programas de las Facultades de Educación hacia la Educación Básica y Media. Esta formación es permanente, intensiva y continuada, centrada en la reflexión sobre la propia práctica de los docentes en el salón de clase y las posibilidades del recurso tecnológico. Se busca la conformación de grupos de estudio regionales, de manera que se enriquezca permanentemente la reflexión teórica y la experiencia práctica. Por medio de seminarios intensivos y continuos se dinamiza el uso de

## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

la tecnología y la reflexión sobre sus potencialidades educativas, dejando a los equipos regionales la tarea de adaptar a sus condiciones locales las ideas trabajadas.

### **3) Producción de materiales de apoyo para el docente.**

La experiencia nos ha mostrado que para que una reforma curricular tenga éxito, se requiere además de un plan de formación, proporcionar a los docentes materiales de apoyo. En nuestro proyecto los docentes disponen de materiales de apoyo basados en el uso de la tecnología, específicamente en la integración de las calculadoras gráficas y algebraicas al currículo. Muchos de estos materiales son fruto de la construcción colectiva de docentes y coordinadores y del trabajo sistematizado y evaluado que han realizado en el aula.

### **4) Investigación Pedagógica**

La investigación pedagógica se vincula de dos maneras: en la evaluación del mismo proyecto como autorregulación del proceso seguido con enfoque sistémico y en la investigación en el aula.

### **Población beneficiada**

La población seleccionada para desarrollar el proyecto (Figura 2) pertenece a 24 departamentos, 120 colegios y 23 universidades. Son en total 500 docentes y 18000 estudiantes. En el cuadro 1 se discrimina la población beneficiada por fases, departamentos, universidades, docentes y alumnos.



## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

Figura 2. Las áreas sombreadas corresponden a los departamentos que participan en el proyecto.

	<b>Departamentos</b>	<b>Colegios</b>	<b>Universidades</b>	<b>Docentes</b>	<b>Alumnos</b>
<b>Fase Piloto</b>	17	60	16	120	6000
<b>Fase Expansión</b>	7	60	7	380	12000
<b>Total</b>	24	120	23	500	18000

Cuadro 1

### **Dotación**

En el cuadro 2 se enumeran las herramientas tecnológicas entregadas por el Ministerio a los colegios del proyecto.

	<b>Fase Piloto</b>	<b>Fase de Expansión</b>	<b>Total</b>
<b>Calculadoras TI 92</b>	1300	1540	2840
<b>CBR</b>	240	240	480
<b>CBL</b>	240		240
<b>View Screen</b>	60	62	122
<b>Graph Link</b>	60	85	145

Cuadro 2

### 3. Puesta en marcha o desarrollo del proyecto

Más que presentar una visión del proyecto como un proceso lineal en el que todo se tenía previsto de antemano, queremos presentar su evolución, la construcción del camino por el que deberíamos andar. Queremos así resaltar su carácter vivo y cambiante, presentando nuestra forma de ver y experimentar el proyecto, desde una mirada tanto retrospectiva como prospectiva.

Se destaca la dinámica de crecimiento tanto académica como de los recursos humanos y físicos y cómo a partir de unos supuestos iniciales y de una agenda construida colectivamente, se fueron estructurando acciones regionales y nacionales las cuales permitieron que el proyecto creciera más allá de nuestras mismas expectativas y se tuviera la confianza en su rotundo éxito.

El desarrollo del proyecto implicó necesariamente la articulación de sus ejes y



## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

componentes en diferentes acciones a todos los niveles, las cuales se pueden enmarcar en los siguientes frentes o ámbitos de trabajo, que fueron desarrollándose simultáneamente:

- § Sensibilización y generación de condiciones iniciales.
- § Construcción y consolidación de referentes teóricos y conceptuales.
- § Incorporación gradual del uso de las calculadoras en la clase de matemáticas.
- § Documentación de la actividad matemática de los estudiantes en presencia de la tecnología.

### **1) *Sensibilización y generación de condiciones iniciales.***

Las primeras acciones realizadas estuvieron encaminadas a la reflexión y estudio sobre el proyecto para interiorizar su envergadura, adquirir una visión global del mismo y a crear algunas condiciones individuales e institucionales para ganar confianza y seguridad antes de iniciar su desarrollo en el aula.

Se realizaron actividades como las siguientes:

- Un curso de formación inicial de los docentes que se centró en: conocer el manejo técnico de las herramientas computacionales, la fundamentación conceptual del uso de la tecnología y la resolución de problemas con tecnología, para los diferentes aspectos del currículo de matemáticas.
- La conformación de grupos de estudio regionales para lograr gradualmente un mayor dominio y destreza en el uso y manejo de la calculadora, para el estudio de los documentos sobre teoría didáctica. Estas reuniones continúan realizándose semanalmente y poco a poco se han ido incorporando otros docentes tanto de las universidades como de otros colegios.
- La interacción vía correo electrónico a través de una lista de discusión que la Hemeroteca Nacional del ICFES, se puso a disposición del proyecto para fomentar la reflexión y la comunicación entre los equipos de trabajo.
- La adecuación de condiciones físicas y administrativas para la instalación del proyecto en los colegios como la consecución de salones especiales, compra de un retroproyector, constitución de pólizas de seguridad para las herramientas, gestiones para lograr la disponibilidad de tiempo dentro de la carga académica del docente para desarrollar el proyecto.

El proyecto fue rápidamente acogido por las instituciones participantes y se generó una intensa dinámica de trabajo a su alrededor. En las universidades se realizaron gestiones de reconocimiento y apoyo efectivo encaminadas a su socialización y a la formulación de proyectos de investigación alrededor de la temática.

# Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas

---

## 2) *Construcción y consolidación de referentes teóricos y conceptuales*

El proceso de construcción del marco teórico para orientar el trabajo con la tecnología comenzó a partir de los primeros cursos de formación y se fue ampliando a través de los diferentes seminarios y encuentros presenciales y virtuales, de la reflexión en los grupos de discusión y en la medida en que los docentes intentaron diseñar actividades de aprendizaje y llevarlas al aula. Se adelantaron diversas discusiones, orientadas por el asesor del proyecto, con el propósito de desarrollar un marco conceptual compartido por todos los participantes.

Un primer elemento teórico fue **el principio de mediación instrumental**, que plantea que todo conocimiento está mediado por los instrumentos de que se dispone. En este sentido, la reflexión giró alrededor del cambio en los ambientes de aprendizaje al disponer de las herramientas computacionales con características de dinamismo, interactividad y posibilidades de manipulación diferentes a las usadas hasta el momento.

En el proceso de interacción con la calculadora y la exploración de las posibilidades de conexión entre los distintos campos de la matemáticas, vimos que otro aspecto importante a considerar era el papel de **los sistemas de representación** en el aprendizaje y comprensión del conocimiento matemático. Dado que la calculadora es una fuente de diversas representaciones y que éstas tienen la característica de ser **ejecutables**, tenemos un mejor instrumento para estructurar el conocimiento de nuestros estudiantes. El suministro de estos sistemas de representación ocurre a través de la *mediación instrumental*

Un tercer aspecto que nos dio luces para orientar el trabajo con la tecnología fue la reflexión sobre **las situaciones problemáticas**. Un análisis cuidadoso de las primeras actividades propuestas nos llevó a reconocer, en discusiones generadas durante diferentes seminarios, la necesidad de articular el ambiente de resolución de problemas para lograr un uso efectivo de la herramienta tecnológica. Este hecho nos llevó a profundizar sobre **la construcción de situaciones problema** como promotoras del aprendizaje, que permiten acceder a diversos conceptos y que dan sentido al aprendizaje de los estudiantes al dinamizar y enriquecer sus estructuras conceptuales.

Pensar en construir ambientes de situaciones problema nos condujo también a estudiar a fondo la dinámica entre la **exploración y la sistematización**, como estrategia didáctica para promover el aprendizaje. La calculadora es un instrumento maravilloso para explorar acerca de propiedades y conceptos matemáticos y a la vez para sistematizar dichas exploraciones accediendo así a la cultura matemática.

Explorar para organizar, organizar para tener mejores herramientas de exploración. Cada nivel de sistematización nos coloca en un nuevo nivel de exploración. Mayor exploración, mejor sistematización, mejor red conceptual para explorar.

## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

evaluación y el desempeño de los alumnos en presencia de herramientas tecnológicas computacionales. Destacamos, entre otros, los siguientes aspectos:

- el desarrollo de la fluidez algorítmica, entendida como la manera en que el estudiante aborda y trata los algoritmos y en la manera como enfrenta los problemas.
- la fluidez conceptual que tiene que ver con el desarrollo conceptual y la sociedad cognitiva que va alcanzando el alumno con la calculadora y cómo va progresando en el proceso de matematización. Se trata de ver cómo va evolucionando su red conceptual.

La precisión de los elementos teóricos que orientarían el trabajo en las aulas y la unificación de criterios para llevar a la práctica el trabajo con las situaciones problema, se han visto como una oportunidad para reconocernos como colectividad de aprendizaje, en la que todos aprendíamos de la interacción y en la que se hacía evidente un crecimiento del grupo a nivel académico y humano, especialmente en lo que tenía que ver con la comunicación, con la conceptualización común, con los acuerdos sobre la planeación de las actividades, con el trabajo en el aula y con la documentación del proyecto.

Estos referentes han sido determinantes para centrar nuestra atención en aspectos fundamentales de nuestra formación en didáctica de las Matemáticas y para re-dimensionar el proyecto como un espacio de reflexión acerca del avance de la Educación Matemática en nuestro país. Nos sirvieron para comprender que lo más importante no era en sí el uso de la calculadora sino la reorganización conceptual de nuestro currículo, teniendo en cuenta los Lineamientos Curriculares. El currículo tendría que cambiar para potenciar situaciones problemáticas novedosas en donde la calculadora actuaría como mediadora instrumental.

Este marco ha cumplido dos funciones centrales: determinar los hechos de la práctica que debemos observar y servir de control para la evaluación de tales hechos. En este sentido produce un efecto de convergencia entre la teoría y la práctica para que no se den cada una por separado.

### 3) Incorporación gradual del uso de las calculadoras en la clase de matemáticas

El proceso de llevar las calculadoras al aula fue lento (pero seguro), se hizo con ritmos diferentes y se fue cualificando en la medida en que el grupo fue avanzando en la comprensión de los elementos del marco teórico. Este proceso implicaba cambiar de un modelo pedagógico rígido centrado en los contenidos y en la enseñanza, a un modelo flexible centrado en la resolución de problemas y en el aprendizaje de los alumnos.

Se observaron los siguientes momentos en el proceso de incorporar la calculadora al aula:

1. Uso de la calculadora por los profesores para mejorar el desarrollo de su exposición, utilizándola para reemplazar el tablero. El profesor hacía el trabajo y se lo mostraba a los

## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

alumnos. En este momento no hubo modificación del modelo pedagógico y el protagonista seguía siendo el docente.

2. Uso de las calculadoras por los estudiantes en las clases regulares de matemáticas, sin variar en esencia el trabajo que se venía realizando sin ellas. Se intentó continuar con una clase lineal, controlada por el profesor, en la que todos debían poner atención. La calculadora era empleada por los estudiantes para ejecutar unas instrucciones y verificar aquello que el profesor había explicado.

3. Uso de las calculadoras por los estudiantes para realizar algunas exploraciones, siguiendo talleres diseñados instruccionalmente. La actividad de los alumnos se centraba en ejecutar acciones propuestas en la guía, siguiendo el orden establecido.

4. Uso de la tecnología por los estudiantes en grupos de trabajo a partir de una situación problema. Los alumnos formulaban conjeturas y las ponían a prueba, buscando diversas estrategias y argumentando las ventajas de cada una. Se comienza a ver cómo la calculadora incide en la transformación del modelo pedagógico.

Los acercamientos iniciales contribuyeron a impulsar la reflexión sobre la comprensión del proyecto y sus estrategias de desarrollo, seguimiento y evaluación. En particular, un punto importante que identificamos en ese momento del proceso fue que la implementación en la práctica, de las teorías que se comparten, es un proceso mucho más lento que los acuerdos sobre la teoría, porque hay una fuerte influencia de las concepciones con las que tradicionalmente se ha ejercido la práctica en el aula. Como el marco teórico del proyecto replantea las prácticas tradicionales, su proceso de asimilación efectiva es un proceso gradual. Por eso es en el cuarto momento en donde reconocemos un rediseño curricular.

### **4) Documentación de la actividad matemática de los estudiantes**

Otro ámbito de trabajo que nos ocupó desde el principio del proyecto fue el de la observación de los avances de los estudiantes colombianos en el aprendizaje de las matemáticas en presencia de la tecnología y la consolidación de los procesos de observación y sistematización de las experiencias en el aula que nos permitan dar cuenta de la articulación que pueden lograr los estudiantes entre sus comportamientos cognitivos y los instrumentos tecnológicos puestos a su alcance.

Esto nos ha llevado a la necesidad de fortalecer el componente investigativo del proyecto,

## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

profundizando en la evaluación del desempeño matemático de los alumnos en presencia de la calculadora.

#### 4. Avances en el proceso de evaluación del proyecto

Al considerar el proyecto como un sistema dinámico y complejo, su evaluación se entiende como un mecanismo de autorregulación. En ese sentido, es una evaluación de proceso, que no solamente pretende dar cuenta de los logros del proyecto, sino que va dando pautas para el mejoramiento de su marcha, al ir proporcionando estrategias de desarrollo constante que auto organizan y regulan 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 curricular** para la clase de matemáticas, cuya meta es la implementación de un modelo didáctico aplicable en el aula.

La información se recogió a través de encuestas, cuestionarios, informes periódicos de los coordinadores, informes de las visitas de asesoría y seguimiento, conclusiones de los seminarios de asesoría, informes trimestrales del MEN, actas de las reuniones de los equipos regionales y del equipo coordinador del MEN, videos de clases, actividades diseñadas por los docentes, talleres y ejercicios propuestos por los coordinadores, apreciaciones informales de algunos profesores y entrevistas abiertas a docentes y alumnos.

En este momento estamos haciendo la sistematización de los resultados de esta evaluación, que serán publicados próximamente por el Ministerio, pero ya puedo mencionar con satisfacción algunos logros en lo global y en lo local.

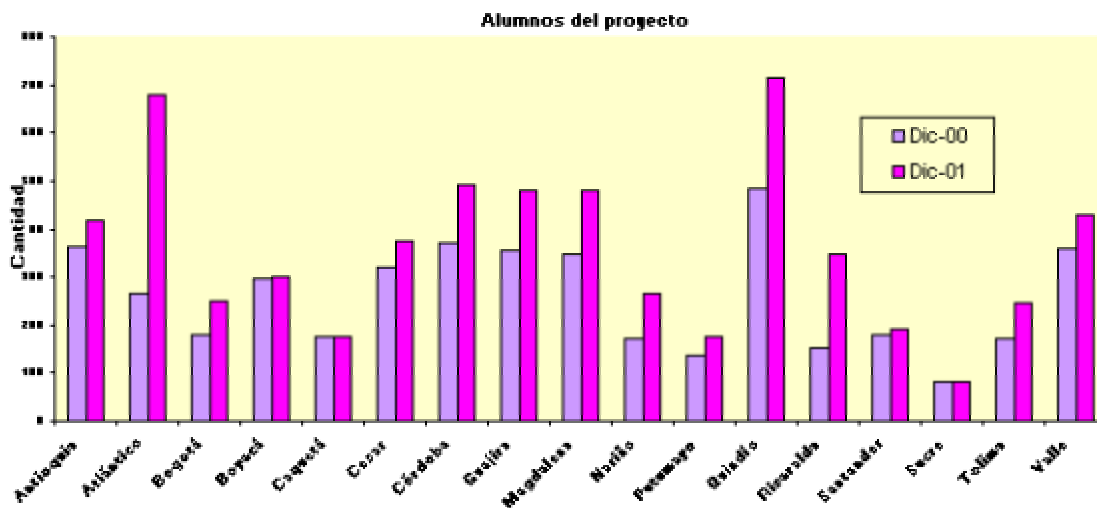
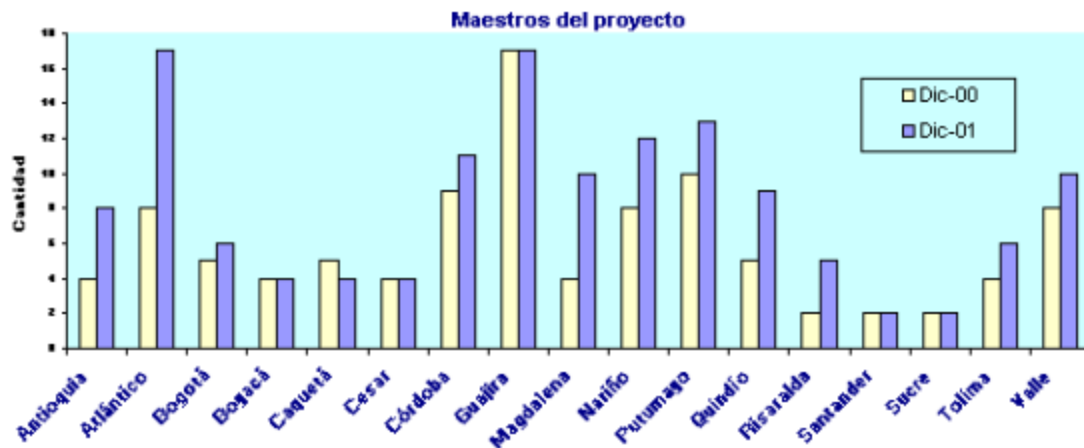
Dentro de los **logros a nivel global** tenemos los siguientes:

1. La población beneficiada se ha ampliado notablemente.

Aunque esa no era una meta de la fase piloto del proyecto, la motivación causada por la presencia de la tecnología en los colegios y el trabajo realizado por docentes y coordinadores regionales para socializar el proyecto en su comunidad, produjo un efecto de crecimiento importante que permite evidenciar el efecto multiplicador del uso de los recursos.

## Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas

---



2. Ha habido una dinámica de evolución de las concepciones sobre el proyecto

- Al principio la razón que motivó a los docentes a participar fue el alto grado de interés personal y académico que los comprometió a actualizarse y a continuar su proceso de formación.

- En una segunda etapa, cuando ya había transcurrido más o menos un año de su participación, las expectativas sobre el proyecto se concentraron alrededor de sus metas, es decir, la transformación del currículo, la modificación de las prácticas pedagógicas y el uso de la calculadora en la clase de matemáticas como instrumento mediador.

- En una tercera etapa, gracias al camino recorrido, se muestra cómo el proyecto es una oportunidad de desarrollo educativo para las regiones y se adelantan acciones para lograr mayor cobertura en las instituciones y para gestionar su expansión en las regiones.

3. El proyecto ha tenido gran ingerencia en los avances académicos de las instituciones educativas participantes y con ello ha llevado a cabo un importante papel de toma de conciencia en la comunidad educativa de la necesidad de incorporar la tecnología al currículo de matemáticas. Es así como las universidades participantes han generado

## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

diversos proyectos de investigación y programas académicos alrededor del trabajo en el aula con tecnología teniendo en cuenta el marco teórico del proyecto. Se han abierto diplomados, especializaciones y maestrías con énfasis en el trabajo del proyecto y se ha incorporado el uso con las tecnologías en el currículo de las licenciaturas de las facultades de educación.

4. Se ha estructurado un plan de formación de docentes que va más allá de un curso de capacitación inicial. Se ha acompañado a los profesores a través de:

- Tres seminarios nacionales intensivos de fundamentación conceptual, dominio de la herramienta tecnológica y resolución de problemas.
- Un curso nacional de profundización en el manejo de la calculadora.
- Cinco seminarios nacionales de asesoría, seguimiento y evaluación del proyecto.
- Diez cursos regionales de formación organizados por los coordinadores de las Universidades.
- Dos visitas de seguimiento y asesoría efectuadas por el equipo del Ministerio a cada Departamento.
- Conversatorio permanente sostenido a través de la lista de discusión.

Un resultado a destacar de este proceso de formación es el haber logrado producciones escritas de los profesores, dando un gran salto de la oralidad a la escritura. La participación en este Congreso de 9 profesores de diversos colegios y 13 profesores universitarios con comunicaciones ponencias y talleres es un reflejo de este avance.

Con el apoyo de las universidades se han consolidado grupos de estudio regionales conformados por profesores del departamento de matemáticas de las mismas, estudiantes de las licenciaturas y docentes de secundaria, creando un espacio para el análisis y la discusión de diferentes temas de la didáctica de las matemáticas, incluido el uso de nuevas tecnologías en el aula de matemáticas. De esta manera se ha conformado una infraestructura humana y académica en los 24 departamentos para lograr la instalación de una base de la cultura informática en la escuela y contribuir con el mejoramiento de la calidad de la educación matemática.

5. Se han producido materiales de apoyo para docentes, los cuales se han constituido en insumos valiosos para el estudio teórico-práctico del trabajo con la tecnología.

- Publicación y entrega de 5000 ejemplares del documento *Memorias del Seminario Nacional de Formación de Docentes en el Uso de Nuevas Tecnologías en el Aula de Matemáticas* el cual contiene los documentos, artículos, conferencias, talleres y cursos que fueron la base para la formación de los docentes en la primera fase.
- Elaboración de 3 CD´s y entrega de más de 500 copias de los mismos, con documentos de apoyo.
- Publicaciones regionales y artículos en revistas.
- Está próximo a publicar un manual sobre el desarrollo del proyecto que dará orientaciones a personas y entidades responsables de la educación a nivel regional sobre

# **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

cómo poner en marcha proyectos de esta naturaleza.

6. Se ha constituido una red de comunicaciones para fortalecer los procesos de formación y autoformación y la discusión e interacción entre los grupos de trabajo, aprovechando recursos tecnológicos como: correos electrónicos personales, correos electrónicos adscritos a la lista discusión asignada por la Hemeroteca Nacional del Icfes, foros de discusión, acceso a bibliografía y posibilidades de intercambio académico a través de la página web del proyecto.

Dentro de los **logros en el nivel local** puedo mencionar:

1. Se ha avanzado en la construcción de un modelo didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en presencia de las tecnologías computacionales, el cual incorpora la reflexión sobre la naturaleza de las matemáticas y los aspectos cognitivos que intervienen en el aprendizaje.
  
2. Se ha avanzado en la identificación de procesos y desempeños que tienen lugar en el aula cuando los alumnos trabajan con la calculadora para:
  - 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,
  - mejorar habilidades de comunicación, enriquecido la habilidad expresiva,
  - explorar nuevos temas de las matemáticas,
  - usar diversas representaciones en forma simultánea propiciando las conexiones matemáticas,
  - 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,
  - cambiar sus concepciones sobre la matemática. Ya no se ven como una ciencia compleja y acabada sino como un conocimiento en permanente construcción del cual ellos pueden ser partícipes,
  - superar el temor hacia las matemáticas, en especial aquellos estudiantes que han tenido dificultades.

## 5. Conclusión

En síntesis, desarrollar un proyecto de incorporación de una nueva tecnología es un proceso complejo y lento que exige una dinámica gradual. Para que la nueva tecnología



## **Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas**

---

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 y 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.
- un 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 consecución del equipamiento tecnológico a la adecuación de la infraestructura necesaria.

Cuando uno quiere hacer las cosas encuentra un camino.... cuando no quiere, encuentra una disculpa ....