

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE MATEMÁTICA**

**Proyecto de investigación**

*La teoría en la práctica educativa: una perspectiva desde la experiencia de docentes graduados/as de la carrera “Enseñanza de la matemática asistida por computadora”*

**INFORME FINAL**

**Dr. Luis Gerardo Meza Cascante  
M.Sc. Evelyn Agüero Calvo  
M.Sc. Martha Calderón Ferrey**

**2011**

## Tabla de contenido

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
1. Introducción	4
2. Metodología	5
2.1. Tipo de investigación	5
2.2. Selección de los casos	5
2.3. Acceso al campo.	5
2.4. Técnicas para la recolección de datos	7
2.5. Procedimiento para la recolección de datos	8
2.6. Estrategias para el análisis de los datos	8
2.7. Estrategias para dar validez a la investigación	10
3. Resultados	10
3.1. Caracterización del ambiente institucional.	10
3.1.1. Los colegios rurales: diferencias a la vista	12
3.1.2. El uso de la calculadora y la enseñanza de trucos: un mal que se expande	13
3.1.3. La sobrecarga de los programas y la pérdida de lecciones: la eterna paradoja	13
3.1.4. La burocracia: un elemento presente	14
3.1.5. La formación de los/as docentes: profesores titulados que no saben ni lo que deben enseñar	14
3.1.6. Acciones del MEP por mejorar la formación.	14
3.1.7. Percepción negativa del papel de los padres	14
3.1.8. Algunos elementos positivos	15
3.2. Factores que facilitan la enseñanza de la matemática asistida por computadora	15
3.2.1. La emac percibida como innovación educativa	16
3.2.2. La existencia de laboratorios en los colegios: un cuasi-espejismo de oportunidad	16
3.2.3. La presencia en el aula de computadora y del video beam	17
3.3. Factores que dificultan la enseñanza de la matemática asistida por computadora	17
3.3.1. La cultura organizacional: invisible pero presente	18
3.3.2. El equipo y los laboratorios: entre la inexistencia y el acceso dificultoso	19
3.3.3. Los/as estudiantes y los colegas	21
3.4. Graduados de EMAC que no tienen interés por usar computadoras	22
4. Discusión y conclusiones	22
4.1. Discusión de los hallazgos	22
4.2. Conclusiones	28
5. Recomendaciones	31
6. Referencias	32

## **Título**

La teoría en la práctica educativa: una perspectiva desde la experiencia de docentes graduados/as de la carrera “Enseñanza de la matemática asistida por computadora”

## **Autores y direcciones**

Dr. Luis Gerardo Meza Cascante. gемеza@itcr.ac.cr  
M.Sc. Evelyn Agüero Calvo. evaguero@itcr.ac.cr  
M.Sc. Martha Calderón Ferrey. micalderon@itcr.ac.cr

## **Nombre completo de los y las participantes del proyecto**

Dr. Luis Gerardo Meza Cascante. Investigador Coordinador.  
M.Sc. Evelyn Agüero Calvo  
M.Sc. Martha Calderón Ferrey.

## **Resumen**

La investigación asumió como objetivo general “Determinar factores institucionales y sociales de las instituciones educativas de educación media, que pueden incidir en la enseñanza de la matemática asistida por computadora, según la perspectiva de docentes graduados/as de la carrera “Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora” que se desempeñan como profesores de ese nivel educativo”.

Se trata de una investigación cualitativa realizada con la técnica de “relatos de vida” recabados mediante el correo electrónico y la red social Facebook, entre graduados/as de la carrera “Enseñanza de la Matemática asistida por computadora” que imparte el ITCR.

Los hallazgos indican que existen diferencias muy importantes entre las instituciones de educación media rurales y las del sector urbano, lo que dificulta en grado sumo el empleo de la emac en las primeras. Además, se devela que la concepción de innovación con que se sigue asumiendo la emac constituye un elemento potenciador de su desarrollo. No obstante, la investigación también devela que factores como la cultura organizacional constiuyen barreras importantes para el efectivo desarrollo de la emac, así como las dificultades concretas que encuentran los/as docentes para acceder a equipo computacional y software.

La investigación también permite constatar que el uso de la calculadora se ha venido imponiendo como recurso para hallar respuestas correctas sin comprensión y que los informantes tienen una opinión negativa de la participación de los padres de familia en el proceso educativo. Por otra parte, el uso cada vez más frecuente de una computadora en el aula aparece como una oportunidad concreta de emac, lo que plantea el reto a la Escuela de Matemática del TEC de continuar con

esfuerzos de investigación que permitan desarrollar estrategias metodológicas de corte constructivista en ese marco de recursos.

## **Palabras clave**

Enseñanza de la matemática asistida por computadora, práctica educativa.

## **1. Introducción**

Este documento corresponde al “Informe Final” del proyecto de investigación “La teoría en la práctica educativa: una perspectiva desde la experiencia de docentes graduados de la carrera “Enseñanza de la matemática asistida por computadora”, que bajo el código 5402-1440-2401 fue desarrollado en la Escuela de Matemática en el periodo comprendido entre enero y octubre del 2010. Se trata de una investigación educativa de tipo cualitativo, sustentada en “relatos de vida” de la experiencia docente de graduados/as de la carrera “Enseñanza de la matemática asistida por computadora” que se imparte en el ITCR.

Con este proyecto de investigación se pretendió generar conocimiento sobre los factores, tanto institucionales como sociales, que las/os docentes de matemática en ejercicio perciben como facilitadores o inhibidores del desarrollo de procesos de enseñanza y de aprendizaje de la matemática asistidos por computadora (emac<sup>1</sup>).

La investigación se circunscribió a docentes graduados/as de la carrera “Enseñanza de la matemática asistida por computadora” (EMAC), porque la investigación se ubica dentro de las acciones de integración de la docencia, la investigación y la extensión de esta opción académica del ITCR, y porque se trata de los/as únicos/as profesionales formados en el país con énfasis en la enseñanza de la matemática asistida por computadora.

Los resultados de la investigación constituyen, en consecuencia, insumos importantes para la oferta académica de la carrera que ofrece la Escuela de Matemática del ITCR.

La investigación se realizó con profesores/as de matemática graduados de la carrera indicada, dando prioridad a aquellos que contaban con cinco o más años de experiencia profesional. No obstante, también se incorporó el aporte de algunos/as que tienen una experiencia menor.

La recolección de los datos se realizó haciendo uso del correo electrónico y de la red social Facebook, a partir de una invitación a colaborar con la investigación que se envió a las/os egresadas/os de la carrera junto con una solicitud a compartir sus vivencias como docentes de matemática mediante la escritura de un “relato de vida”, enfocado en aspectos relacionados con la enseñanza de la matemática asistida por computadora.

Todos los relatos fueron obtenidos por los medios indicados y enriquecidos mediante consultas adicionales cuando se estimó necesario, por las mismas vías.

---

<sup>1</sup> En este documento utilizamos la palabra “emac” para abreviar cualquiera de las oraciones “enseñanza de la matemática asistida por computadora” o “enseñanza y aprendizaje de la matemática asistida por computadora”. Por su parte, utilizamos “EMAC” para abreviar el nombre de la carrera “Enseñanza de la matemática asistida por computadora” que imparte el ITCR.

## **2. Metodología**

### **2.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo cualitativo. De acuerdo con Taylor y Bodgan (1986), la metodología cualitativa se refiere a la investigación de datos descriptivos: las propias palabras de las personas habladas o escritas y la conducta observable.

En la investigación se asumió como elemento esencial la metodología del estudio de caso, porque pensamos como Blanco (1995) que los estudios de caso constituyen un importante recurso para proporcionar claves y datos que permitan conocer la realidad, así como para comprender los conflictos, contradicciones y divergencias entre lo que se propone y lo que se lleva a cabo, entre lo deseable y lo realizable. Por tanto, los estudios de casos pueden ayudar a conocer sobre las prácticas de las y los docentes.

### **2.2. Selección de los casos**

Para llevar a cabo la investigación seleccionamos inicialmente a diez docentes graduados/as de la carrera “Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora” que imparte el ITCR, de los cuales al menos cinco tenían una experiencia profesional de siete años o más en la educación media costarricense. Esta selección se realizó mediante un muestreo por conveniencia, tal como suele hacerse en investigaciones de tipo cualitativo. La selección la hicimos a partir de un listado de las/os graduadas/os de la carrera, proporcionada por el Departamento de Admisión y Registro del ITCR.

Dado que la respuesta obtenida de los primeros casos seleccionados no fue efectiva, por cuanto no se logró obtener respuesta a los correos electrónicos enviados en ocho de los mismos, decidimos reiterar la invitación a participar en la investigación y además, ampliamos en diez los casos de interés para el estudio. Lo anterior se hizo en consideración a que el criterio fundamental para la selección de los casos era la disposición del o la docente de participar en la investigación.

Dado que la cantidad de respuestas obtenidas seguían siendo insuficientes, según las expectativas que nos habíamos trazado, ampliamos el número de casos una vez más a un total de cincuenta y cinco docentes.

Finalmente, después de gestionar en varias ocasiones la participación de los informantes, recibimos respuesta de cuarenta y cinco docentes, número que superó ampliamente nuestras más ambiciosas expectativas. Es importante reseñar que cinco docentes más respondieron los correos, pero no brindaron la información solicitada. En dos de estos casos indicaron que no estaban dedicados a la docencia en matemática y que su experiencia profesional no la consideraban significativa, una más solicitó información adicional sobre los alcances de la investigación pero luego no se comunicó más y los dos restantes prometieron enviar la información en el futuro pero no fue posible darles más tiempo porque la investigación tenía plazos definidos para su conclusión.

### **2.3. Acceso al campo: aceptación de las y los docentes de participar en la investigación**

Tal como ya se indicó, seleccionamos todos los casos potenciales de un listado oficial de graduados/as de la carrera EMAC obtenido en el Departamento de Admisión y Registro del ITCR. Para lograr la participación de los/as docentes seleccionados se les envió, en un primer intento, un correo electrónico de parte del Dr. Meza invitándolos/as a participar en la investigación e informándoles de los objetivos del estudio.

Las primeras invitaciones a participar en la investigación, con pequeñas variantes en algunos casos, tenían el siguiente texto:

*Estoy trabajando en una investigación de la Escuela de Matemática con Evelyn y Martha (una profesora de otra Escuela). Quisiera que nos ayudes participando como informante. La recolección de los datos conlleva tres fases de las cuales las primeras dos son imprescindibles: la redacción de una "Historia de vida", una entrevista en profundidad y una visita al colegio donde labora el informante.*

*Te adjunto un documento con información sobre "Historias de vida". Te pedimos que redactes una "Historia de vida" de lo que ha sido tu experiencia como profesor de matemática con o sin computadora. Todo detalle que agregues será bienvenido. En las publicaciones que hagamos de los resultados no utilizaremos el nombre de ninguna de las personas que nos ayudaron, ni de las instituciones en las que trabajan.*

*Como puedes ver la historia de vida es muy personal, no hay formatos pre establecidos, ni tamaños, ni nada. El material adjunto te brinda algunos volados, pero tienes toda la libertad de hacerlo a tu gusto.*

*Si pudieras enviarla en unas dos semanas estaría super.*

*Saludos*

*Gerardo*

El uso de algunas expresiones de trato muy familiar, como "El material adjunto te brinda algunos volados", procuraba generar confianza en el informante, en un contexto de diálogo entre colegas que se conocían.

Ante la escasa respuesta obtenida de estos primeros correos, se enviaron recordatorios a los docentes con textos como los siguientes:

*Hola (nombre)*

*Muy respetuosamente, te solicito nuevamente tu colaboración con la redacción de la "Historia de vida". El documento adjunto te puede servir. Por favor envíanos tu "Historia de vida" dentro de una semana. Necesitamos de tu participación para que la investigación pueda alcanzar los objetivos. Saludos*

*Gerardo*

O como este otro:

*Hola (nombre)*

*Muy respetuosamente, te solicito tu "Historia de vida" como docente de matemática. Contar con tu aporte es muy importante para la investigación. Estamos cerca de cerrar la recepción de este tipo de documentos, pero todavía hay*

*chance. Mucho te agradeceré que hagas el super esfuerzo de redactar la historia de vida.*

*Si pudieras enviarla a más tardar el próximo lunes 25 de octubre estaría super. Saludos*

*Gerardo*

Finalmente, ante la dificultad manifiesta de obtener suficientes “Historias de vida” para la investigación decidimos utilizar un medio en el cual no habíamos pensado: Facebook. En realidad ninguno de los tres investigadores contaba con una gran experiencia en Facebook, pero al menos dos habíamos iniciado el uso de esta red social y casi sin darnos cuenta de pronto detectamos el potencial que tenía para acceder a egresados de la carrera EMAC a quienes no había sido posible contactar por correo electrónico.

A partir de esta decisión, el Dr. Meza envió una invitación mediante Facebook a tantos egresados de la carrera EMAC como fue posible encontrar en esa red social, con el siguiente texto:

*Hola. Estamos desarrollando una investigación sobre la experiencia que han vivido los graduados/as de la carrera EMAC en su experiencia profesional. Te pido que me ayudes enviándome algunos datos de esa experiencia: cómo iniciaste como profe, que cosas han salido bien, que cosas piensas que no han salido bien, que chance has tenido de enseñar con computadoras, que obstáculos dificultan enseñar con computadoras, que cosas te han facilitado enseñar con computadoras. Puedes hacerlo por esta misma vía. No tiene que ser un documento muy grande. Tu ayuda sería estupenda. Me interesa conocer especialmente que cosas de tu colegio facilitan que puedas enseñar con computadoras y cuales no (equipo, actitud de colegas, director/a, actitud de las/os estudiantes, padres de familia, falta de programas, falta de tiempo,...)*

De esta manera fue que se gestionó la participación de los informantes en la investigación. Como experiencia adicional generada en la investigación, realmente inesperada, y que consideramos muy valiosa, con un potencial que nos parece muy grande, encontramos que Facebook y redes sociales similares, aparecen como alternativas importantes para la investigación educativa, lo que viene a ser un valor agregado a la vivencia que tuvimos como investigadores en este proyecto.

#### **2.4. Técnicas para la recolección de datos**

Para recolectar la información se utilizó, fundamentalmente, la técnica de las “historias de vida” en la modalidad de “relatos de vida” y en algunos casos, una variación a conveniencia de las “entrevistas en profundidad”, consistente en plantear al informante por medios electrónicos que profundizara en su relato, o aclarara algunos de sus aportes.

Para Moreno (2009), “cuando la biografía está narrada por el mismo biografiado, sea por propia iniciativa sea a petición de otro –lo más frecuente en investigación social–, y no se utilizan en ella materiales externos a la narración –materiales secundarios– sino solamente los que el sujeto narrador aporta al narrar –materiales primarios–, tenemos lo que propiamente se conoce como “**historia de vida**” en la investigación social”. De acuerdo con este autor cuando la “historia de vida” trata solo de una parte de la vida de la persona se le debe llamar “relatos de vida”.

Por otra parte, las entrevistas en profundidad son, de acuerdo con Taylor y Bogdan (1986), encuentros dirigidos hacia la comprensión de las perspectivas que tienen los informantes respecto de sus ideas y experiencias, tal y como lo expresan con sus propias palabras.

La variante en las “entrevistas en profundidad” que decidimos adoptar como medio para triangular la información, se ajustó de manera muy adecuada a las necesidades de la investigación porque, en primer lugar, nos permitió aclarar o complementar los datos, y en segundo, nos dio acceso a una cantidad muy importante de informantes cuya distribución geográfica en el país hacía muy difícil (para fines prácticos diríamos que imposible en cuanto a presupuesto y tiempo) realizar las entrevistas en profundidad de manera ordinaria.

Aquí queremos resaltar que, desde una perspectiva puramente metodológica, nos queda la inquietud de continuar con esta variante en otras investigaciones, para corroborar el potencial de adaptar las “entrevistas en profundidad” del formato presencial a una variante mediada por tecnología como pueden ser las video conferencias, los chats, el correo electrónico o las redes sociales.

## **2.5. Procedimiento para la recolección de datos**

La recolección de los datos, tal como se indicó anteriormente, se realizó mediante la técnica de las “Historias de vida” en la modalidad de “relatos de vida”, recibidas por medio de correos electrónicos o de mensajes en la red social Facebook. Consecuentemente, todos los “relatos de vida” recibidos estuvieron en formato digital desde el inicio.

De igual manera las “entrevistas en profundidad”, en la variante explicada en el punto anterior, también fueron recibidas en formato digital.

Por tanto, los datos fueron recabados en formato digital mediante textos directamente escritos por los informantes.

## **2.6. Estrategias para el análisis de los datos**

El análisis de los datos, por tratarse de una investigación cualitativa, se asumió como un proceso continuo, que inició desde la misma fase de recolección de los datos. Por ello los “relatos de vida” fueron analizados tan pronto fueron obtenidos y las “entrevistas en profundidad” fueron generadas, en la variante aplicada, tan pronto fue posible a partir de lo que planteaba el informante en su “relato de vida”.

No obstante, al darse por agotada la fase de recolección de datos se realizó un proceso intensivo de análisis de los mismos, para lo cual se recurrió a la categorización y a la codificación.

Diversos autores (Rodríguez, Gil y García, 1996, Taylor y Bogdan, 1986, Del Rincón y otros, 1995) consideran que en una investigación cualitativa la recolección de los datos constituye una forma primitiva de análisis de los datos. Lo anterior, dicen estos autores, se comprueba porque en la investigación cualitativa las/os investigadoras/es suelen agregar a las notas de campo sus comentarios, observaciones, juicios, sospechas, dudas, reflexiones e interpretaciones.

El análisis de los datos se realizó siguiendo el modelo de Miles y Huberman (1994), citado por Rodríguez, Gil y García (1996), cuyo esquema general se muestra en la siguiente figura:

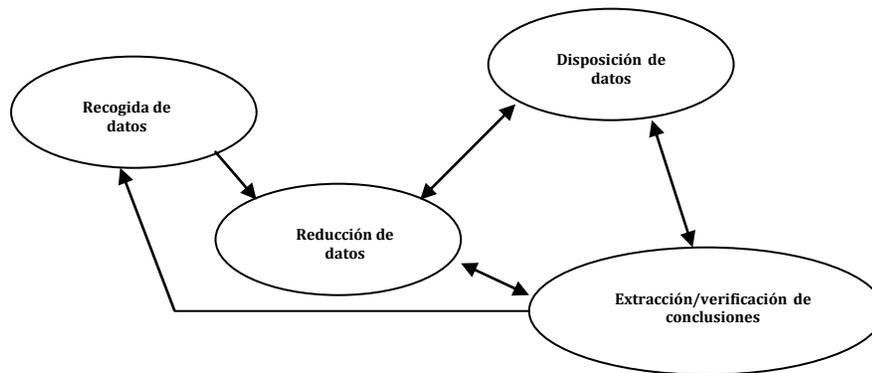


Figura No. 1: Tareas implicadas en el análisis de datos (Miles y Huberman, 1994)

La parte de reducción de datos consistió en resumirlos, procurando lograr que la información fuera abarcable y manejable. Para lograrlo se procedió a categorizar y a codificar la información. La parte de categorización se realizó siguiendo criterios temáticos, según la clasificación de Rodríguez, Gil y García (1996), por cuanto este tipo de criterio es, según estos autores, el más extendido y el que resulta más valioso en el análisis de los datos cualitativos. Consecuentemente, se establecieron tres categorías de análisis, dos de las cuales tenían sub categorías, como se indica a continuación:

- Categoría 1. Ambiente institucional de las instituciones de educación secundaria.
- Categoría 2. Factores que facilitan la enseñanza de la matemática asistida por computadora.
  - Sub-categoría 2.1. Institucionales
  - Sub-categoría 2.2. Sociales
  - Sub-categoría 2.3. Relacionados con estudiantes
  - Sub-categoría 2.4. Relacionados con los colegas
- Categoría 3. Factores que dificultan la enseñanza de la matemática asistida por computadora.
  - Sub-categoría 3.1. Institucionales
  - Sub-categoría 3.2. Sociales
  - Sub-categoría 3.3. Relacionados con estudiantes
  - Sub-categoría 3.4. Relacionados con los colegas

La parte de codificación, de acuerdo con Rodríguez, Gil y García (1996, p. 208), “no es más que la operación concreta por la cual se asigna a cada unidad un indicativo (código) propio de la categoría en la que la consideramos incluida. Es el proceso físico, manipulativo mediante el cual dejamos constancia de la categorización realizada”. En esta investigación la codificación se realizó asignando un color a cada una de las categorías, y sub categorías, de la siguiente manera:

<b>Categoría</b>	<b>Color asignado</b>
Categoría 1	Amarillo
Categoría 2	
Sub categoría 2.1.	Café
Sub categoría 2.2.	Café claro
Sub categoría 2.3.	Azul
Sub categoría 2.4.	Celeste

Categoría 3	
Sub categoría 3.1.	Rojo
Sub categoría 3.2.	Rojo claro
Sub categoría 3.3.	Verde
Sub categoría 3.4.	Verde claro

El empleo de los colores permitió ir identificando al analizar cada uno de los textos, la información correspondiente a cada una de las categorías o subcategorías. De esta manera relacionamos la información recabada con los objetivos que orientaron la investigación. Operativamente, leímos cada texto varias veces, examinando línea a línea, párrafo a párrafo, preguntándonos acerca de cuál es el tema sobre el que trataba cada fragmento, qué datos contenían, para asignarle el color de la categoría que le correspondía.

Terminado el proceso anterior, procedimos a recortar los diferentes segmentos y agruparlos por color, siempre en formato digital, de manera que pudieran ser valorados de manera integral. En esta fase agregamos, como código adicional, el nombre del informante de donde provenía el texto a cada párrafo. Con esta segunda codificación estuvimos en capacidad de identificar al informante de donde provenían esos datos.

Finalmente se realizó una nueva lectura de la información con el fin de lograr una interpretación que nos permitiera acercarnos a construir significados.

## **2.7. Estrategias para dar validez a la investigación**

La validez se refiere a la credibilidad de las descripciones, de las conclusiones, de las explicaciones y de las interpretaciones de un fenómeno.

Según Castillo y Vázquez (2003), se debe recordar que la investigación cualitativa se caracteriza por ver las cosas desde el punto de vista de las personas que están siendo estudiadas. De esta manera, el papel de los investigadores es entender e interpretar qué está sucediendo y ello se convierte en una tarea difícil, de un lado porque los investigadores no pueden abstraerse totalmente de su propia historia, de sus creencias y de su personalidad y de otro, por la complejidad de los fenómenos humanos.

Para lograr la validez en esta investigación los investigadores participamos directamente en la recolección de los datos y en su análisis. Para ello, el contacto con los informantes fue directo mediante el envío y recepción de correos electrónicos o mediante la red social Facebook por parte del Dr. Meza, y además, todas las fases de análisis fueron realizadas directamente por los investigadores.

Finalmente, se recurrió a la triangulación de datos como estrategia para dar validez a la investigación combinando los datos obtenidos de los “relatos de vida” con los datos aportados en las “entrevistas en profundidad” (con la variante indicada).

## **3. Resultados**

### **3.1. Caracterización del ambiente institucional de las instituciones de educación secundaria**

*Hay cosas que tienen que ver con la dinámica de las instituciones educativas que se quedan en la teoría y a la hora de llevarlas a la*

*práctica se complican por ejemplo las adecuaciones curriculares, el reglamento de evaluación, cómo reaccionar ante un apelación, cómo utilizo la computadora cuando no hay suficientes recursos para que cada estudiante tenga la suya.*

*Lucas*

*Qué difícil ser profesor en una sociedad, donde los profesores ya no valen nada, donde los padres y estudiantes nos gritan y amenazan como si fuéramos cualquier cosa, donde un estudiante asesina a su directora a sangre fría porque no le caía bien.*

*Claudio*

Tal como se plantea en Meza (2000), la enseñanza de la matemática se justifica por al menos tres razones fundamentales: un fin práctico, un fin instrumental y un fin formativo. Estas razones o fines de la enseñanza de la matemática concuerdan, en lo sustantivo, con los que propone el Ministerio de Educación Pública en los programas oficiales de estudio de esta disciplina.

Ahora bien, si estas razones sustentan el “para qué” de la enseñanza de la matemática en la educación media, es claro que el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la disciplina se realiza en lugares específicos, y con personas concretas, que ofrecen elementos que facilitan o que dificultan el mismo.

El presente estudio abarcó a profesores/as graduados/as de la carrera EMAC que han enseñado, tanto en instituciones públicas como privadas. Por ello es importante considerar que los elementos descritos no son, necesariamente, iguales entre las entidades públicas y las entidades privadas.

En esta investigación identificamos algunos elementos que nos pueden ayudar a caracterizar, en forma general, a las instituciones de educación media costarricense y el ambiente en que se desarrolla la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en nuestro país. En primer lugar, los resultados de la investigación nos recuerdan que existen diferencias importantes entre las instituciones educativas de secundaria, no solo entre las oficiales y las privadas, sino entre las primeras. Si bien este no es un hallazgo nuevo, pues tales diferencias han existido desde hace muchos años, es necesario reseñar que las mismas continúan existiendo y que son, al menos potencialmente, factores relevantes que afectan la enseñanza de la matemática en los colegios, en general, y la enseñanza de la matemática asistida por computadora, en particular, porque configuran escenarios de oportunidades distintas.

La investigación nos muestra, a partir de la vivencia de los/as graduados/as de la carrera EMAC, que el ambiente en que se desarrollan los procesos de enseñanza de la matemática sigue saturado de una carga afectiva de tipo negativo hacia la disciplina, una burocratización de los procedimientos, una eterna paradoja entre la escasez de tiempo que perciben los/as profesores/as y el escaso aprovechamiento y disgusto con el plan de los doscientos días, y un ambiente mediatizado fuertemente por las adecuaciones curriculares que demandan de los/as docentes un trabajo adicional para lo que cuentan con una preparación y un apoyo concreto que parecen insuficientes.

Como elementos sustantivos que caracterizan el ambiente institucional en que se enseña y aprende matemática en la Costa Rica de nuestros días, encontramos, a partir de las vivencias de los graduados/as de la carrera EMAC, los siguientes: las diferencias entre las instituciones rurales y las urbanas, el uso (¿abuso?) de la calculadora mediante “trucos” para resolver pruebas escritas, la sobrecarga de los programas y la percepción de falta de tiempo, la creciente burocracia, y la débil formación de una parte de los/as docentes.

### 3.1.1. Los colegios rurales: diferencias a la vista

Un elemento que surge de los testimonios de los informantes, es la existencia de diferencias entre las instituciones del sector urbano y del sector rural. Estas diferencias se presentan en variados tópicos, y encontramos a partir de los relatos analizados, que las más relevantes son las dificultades de acceso a la tecnología por parte de las/os docentes, las escasas oportunidades que tienen las/os estudiantes para acceder a la tecnología y la formación de algunos docentes que enseñan matemática.

Enrique, al referirse a su llegada a una institución rural, en la cual había logrado un nombramiento en propiedad, nos confirma la existencia de estas diferencias, al decir, *“el colegio en el cual debía trabajar era completamente diferente al que en el curso lectivo anterior laboraba, describo un colegio nocturno en una zona cuya población es de recursos sumamente bajos y donde la deserción y el consumo de drogas muy altos”*.

Flora, refiriéndose a su experiencia como docente en colegios rurales, indica que *“... unos ni siquiera habían visto una computadora en su vida”*.

Por eso, Flora piensa que *“es una utopía el hecho de combinar la enseñanza de la matemática con la computación en instituciones rurales como en las que he tenido la oportunidad de laborar...”*.

Para Raúl *“mi experiencia en colegios de la zona rural fue muy dura... no solo no contaba con acceso a laboratorio de computadoras sino que la mayoría de mis compañeros profesores no la usaban para nada... ni para llevar notas siquiera, es que no teníamos acceso a nada de eso en el colegio y la mayoría tampoco tenían en su casa...”*.

Para Betty *“No contar con un laboratorio para las lecciones académicas hace imposible el enseñar matemática con computadora, más en regiones rurales donde no hay acceso a la tecnología”*.

Para Beto *“... ese mismo año inicié en el Colegio Técnico Profesional... en donde la posibilidad del uso de la computadora es nula, pues es un colegio de zona rural y el equipo es limitado”*.

En cuanto a la formación de los docentes que laboran en algunos colegios rurales Raúl nos dice que *“... además en estos colegios laboran profesores que no son titulados porque a veces no aparece un graduado que quiera laborar ahí... en años pasados hasta estudiantes del mismo cole recién graduados estuvieron haciendo permisos... imagínese en esas condiciones pensar en utilizar computadoras para enseñar matemática...”*.

De acuerdo con la experiencia de Camila *“...trabajé luego en un colegio nocturno en..., sólo cuentan con 2 computadoras en la dirección y no se encuentran en buen estado. Los estudiantes conocen muy poco del uso de un computador, las lecciones son más cortas y la mayoría llegan cansados de trabajar durante el día. No les entusiasma la idea de implementar la computadora en la enseñanza de la matemática”*.

Con base en estos testimonios, encontramos que en los colegios rurales se presentan condiciones que, en algunos aspectos, pueden ser más difíciles para desarrollar los procesos de enseñanza de la matemática, como la falta de profesores con formación adecuada o las dificultades de acceso a la tecnología de los/as docentes y de las/os estudiantes.

No es en realidad un hallazgo nuevo el detectar la existencia de diferencias entre los colegios del sector urbano y los de la zona rural. No obstante, mediante la investigación se constata que las mismas persisten y que en elementos como el uso de tecnología para apoyar los procesos educativos, éstas pueden ser un factor que actúe negativamente en contra de los colegios rurales.

### **3.1.2. El uso de la calculadora y la enseñanza de trucos: un mal que se expande**

Una de las cuestiones que se han venido poniendo de manifiesto en los últimos años, tanto por las diversas expresiones de los docentes, como por la evidencia que se encuentra en la misma publicidad, es que la enseñanza de la matemática en la educación media está fuertemente mediatizada por la enseñanza de trucos que utilizan la calculadora para hallar respuestas correctas aunque el/la estudiante no comprenda los procedimientos o los conceptos.

Muestra de este tipo de publicidad se encuentra en volantes promocionales de textos de matemática para la educación media o en mantas de academias. El uso de la calculadora mediante procedimientos automatizados para encontrar “respuestas correctas” en exámenes de selección única, parece estar mediatizando, de manera muy significativa, los procesos de enseñanza de la matemática en la educación media costarricense. Así lo manifiestan varios de los informantes, quienes sostienen una opinión de preocupación ante este fenómeno.

Por ejemplo, Sonia indica: *“claro que ha sido difícil con tanto profesor que enseña trucos con calculadora y mañas raras y cuando uno trata de exigir un poco te apelan y se traen abajo tu trabajo....además de que los padres de familia solo quieren recetas para que sus hijos "pasen" .*

### **3.1.3. La sobrecarga de los programas y la pérdida de lecciones: la eterna paradoja**

Un factor que recurrentemente se ha planteado como característica de la educación media es que los programas de estudio están saturados de contenidos. A partir de esta situación se justifica la dificultad de cubrir los diversos temas o de aplicar estrategias didácticas distintas a las tradicionales bajo el argumento de que requieren de un tiempo con el que no se cuenta.

A partir del momento en que el curso lectivo se incrementó a doscientos días lectivos debería haberse eliminado, o al menos atenuado, la supuesta carencia de tiempo. No obstante, lo que ha surgido es una situación paradójica: se sigue argumentando que los programas están sobrecargados a la vez que se manifiesta reiteradamente que en los últimos días del curso lectivo no se aprovechan de manera significativa los doscientos días.

Para Federico *“La principal crítica al menos en décimo año es lo sobrecargado que está el programa que en muchas ocasiones cuesta terminar y si se termina no se puede dedicar lo suficiente a que se logre profundizar bien los contenidos”.*

Situación que confirma Maruja al afirmar que *“Los programas de estudio son grandes y además se pierden muchas lecciones por la gran cantidad de actividades extracurriculares que se llevan a cabo en esta institución”.*

La efectividad del tiempo lectivo, esto es, la eficacia con que se aprovecha el tiempo en las instituciones de educación media, también es un elemento importante. Para Ileana *“El tiempo si fue muy importante, ... se nos obliga a asistir al festival de matemática regional que eran cuatro sesiones de un día una vez al mes (marzo abril mayo junio), luego se nos llama a capacitación por 40 horas, ocho jueves de setiembre a diciembre, más los días de consejo... Son bastantes horas que deberían ser efectivas se pierden... Claro las capacitaciones son muy importantes pero si es un*

*factor importante para no poder realizar otras actividades, el plan se debe cumplir. Corrí contra corriente todo el año”.*

#### **3.1.4. La burocracia: un elemento presente**

La burocracia, entendida en este caso como el exceso de trámites que debe atender el/la docente, parece ser percibida por los profesores como un elemento limitante de su labor profesional. Para Betty *“El sistema burocrático en el que trabajamos no nos permite trabajar con amor y dedicación, sino que nos obliga a documentar demasiado, no nos deja enfocarnos en nuestra labor”.*

Situación que Miriam expresa de la siguiente manera *“Yo se que si uno quiere hacer las cosas de alguna forma lo logra sin embargo a veces es muy difícil, mas que cada día a uno le piden mas y mas papeles que al fin y al cabo no sirven para nada solo para quitar tiempo”.*

#### **3.1.5. La formación de los/as docentes: profesores titulados que no saben ni lo que deben enseñar**

En el año 2010 el Ministerio de Educación Pública aplicó una prueba de conocimientos básicos a una cantidad importante de los/as profesores/as de matemática que laboran en ese ministerio, con resultados que podemos catalogar de alarmantes. Efectivamente, una cantidad importante de los profesores evaluados no lograron superar la nota de 70, lo que se ha interpretado como que no dominan los contenidos básicos que deben enseñar directamente en las aulas de educación media.

#### **3.1.6. Acciones del MEP por mejorar la formación: acciones paliativas en concurso con las universidades públicas**

Con base en los resultados de las pruebas aplicadas, según lo indicado en el punto anterior, el MEP ha formalizado convenios con cuatro universidades estatales en el marco del CONARE para capacitar a los/as profesores/as que obtuvieron calificaciones inferiores a 70.

#### **3.1.7. Percepción negativa del papel de los padres**

Un elemento recurrente en los “relatos de vida” de los informantes fue la percepción negativa acerca del papel que juegan los padres y madres de familia en el aprendizaje de la matemática de sus hijas/os.

Para Claudio, por ejemplo, *“Qué difícil ser profesor en un tiempo en el cual: los papás, la sala cuarta, los abogados, los psicólogos, los psicopedagogos, etc., están en nuestra contra. Cuando nuestro proceder profesional es totalmente vigilado para ser cuestionado en el momento en que a un estudiante no le va bien en nuestra materia (aunque este no haga nada para merecer un buen resultado) y además deba pasar a como dé lugar, porque al padre de familia de hoy, en su mayoría, no le interesa que sus hijos sean formados, ni que aprendan, solo les interesa que aprueben. Esto lo digo porque lo vengo viendo y oyendo desde hace varios años. Los valores ya a nadie le importan: la disciplina, la responsabilidad, la honradez, la tolerancia, el respeto, la puntualidad, el trabajo en equipo, el trabajo duro, la educación, etc. .... Pero claro hay que recompensar a los hijos por los días de soledad que pasan en sus casas acompañados por una empleada, en el mejor de los casos”.*

Federico, por su parte, indica que *“... yo percibía que había mucha pasividad de los estudiantes y si no se obtenían los resultados que ellos deseaban entonces había una revolución de padres de familia tras la cabeza del docente”.*

Para Flora, en una manifestación relacionada con el uso de computadoras en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, *“Por parte de los padres y madres de familia, éstos no tienen ninguna relevancia en este tipo de situaciones, muchos ni siquiera comprenden el propio sistema de enseñanza y si hubiera logrado utilizar computadoras para enriquecer la enseñanza proporcionada en el aula y el estudiante obtiene malos resultados, serían capaces de achacar esos malos resultados al uso de la computadora. Lo anterior porque recalco, se trata de zonas rurales muy alejadas de la ciudad y si acaso contaban con servicios básicos (de hecho, muchos estudiantes ni siquiera contaban con esos servicios básicos)”*.

Sobre esta temática Berta manifiesta que *“Con los años que he tenido de experiencia he notado como la materia es poco querida, no solo por padres y estudiantes sino también por los mismos jefes”*.

### **3.1.8. Algunos elementos positivos**

Dentro de un panorama de “relatos de vida” muy cargado de elementos pesimistas, encontramos algunos de corte más optimista. Para Federico sus esfuerzos le han generado resultados positivos y la situación difícil que enfrentó en el primer año de labores con sus estudiantes fue mejorando paulatinamente. Por eso afirma que *“Ya en las siguientes generaciones el trabajo ha sido un poco más fácil debido a que en los estudiantes se va creando una nueva "cultura" de que en mate hay que ponerle ganas o sino se quedan. Eso ha sido algo satisfactorio para mí pues pude ganar la credibilidad y confianza en el colegio y de la comunidad de que mi trabajo es una labor seria y que busca el crecimiento de los jóvenes”*.

Para Claudio, *“De las pocas satisfacciones que me ha dejado mi trabajo hasta el día de hoy, es ver que de las generaciones que han pasado por mis manos, desde que empecé con mis primeras tutorías hace 14 años, he logrado formar personas de bien, que son miembros positivos de nuestra sociedad y que triunfan en sus respectivas universidades. Que no solo son personas con buenas bases matemáticas (porque así me lo han manifestado), sino que son personas, en toda la extensión de la palabra”*.

Para Berta *“Algo positivo, es que ellos valoran mucho el esfuerzo que hago haciendo resúmenes, prácticas de examen y en clase (dicen que por la paciencia), además que son en general comprometidos”*.

## **3.2. Factores que facilitan la enseñanza de la matemática asistida por computadora**

*La experiencia ha sido muy buena, yo estoy convencido de que la computadora es fundamental en un aula, pero no es ni la única ni la mejor metodología de enseñanza; es una más, que bien utilizada, puede ayudar mucho.*

Tony

Con base en el planteamiento de Scott (1990), tenemos que la enseñanza de la matemática asistida por computadora tiene orígenes ubicables más allá de los cincuenta años de antigüedad. Paulatinamente, y muy relacionado con los desarrollos tecnológicos, se han dado cambios que parecen favorecer el uso de computadoras y de software en la enseñanza de la matemática,

permitiendo no solo una mayor cobertura de temas sino la implantación de estrategias didácticas y de abordajes pedagógicos innovadores.

Pero, y ese era un punto central de partida de la investigación, la emac es mucho más que programas y computadoras. Por ello en esta investigación nos interesa, sin menospreciar la importancia de los insumos, otros elementos de carácter más cualitativo que afectan o pueden afectar, de una u otra manera, el desarrollo de la emac en las instituciones de educación media.

Y sobre estos factores, específicamente los que parecen facilitar la emac en la educación media, damos voz a los protagonistas para acercarnos a la realidad educativa nacional. El testimonio de los/as informantes, obtenido de los “relatos de vida” que han compartido con nosotros, nos permite acercarnos a la realidad de las instituciones de educación media para identificar factores institucionales que, al menos potencialmente, favorezcan la emac.

La investigación nos acerca a la identificación de tres factores que parecen actuar, al menos potencialmente o cuando menos en algunas ocasiones, como facilitadores de la emac. En efecto, el halo de innovación educativa que aun caracteriza a la emac, la creciente presencia de computadoras con video beam en el aula y la existencia de laboratorios en algunas instituciones, aparecen como elementos que configuran ese potencial.

### **3.2.1. La emac percibida como innovación educativa**

La enseñanza de la matemática asistida por computadora puede ser considerada aun como una innovación educativa. En la experiencia de Lucas, un elemento que puede ayudar en la promoción, y aceptación de la emac es que *“El componente de la computadora es muy llamativo para los estudiantes y tiende a ser aceptado dado su carácter innovador”*, situación que también puede alcanzar a los Directores y a los propios colegas. En sus propias palabras *“Muchas veces se considera innovador así que algunos estudiantes se motivan bastaste”*.

De acuerdo con esto, la percepción de innovación educativa que se asocia a la emac puede constituir, eventualmente, un factor que facilite la emac, tanto por parte de los estudiantes como de los Directores.

### **3.2.2. La existencia de laboratorios en los colegios: un cuasi-espejismo de oportunidad**

La existencia de laboratorios en algunos colegios aparecerá siempre como una oportunidad, aunque, contrastada con lo que se indica sobre los elementos que dificultan la emac, aparece como una oportunidad relativa.

No obstante, la existencia de estos laboratorios no puede subestimarse y por ello se le resalta como un factor que tiene potencial para facilitar la emac.

Ese panorama ambivalente de la existencia de los laboratorios, vista como una oportunidad, mas con limitantes para su uso efectivo, lo ilustra Tony al decir que *“... contamos con un laboratorio de computadoras, pero últimamente se ha complicado el utilizarlo en clases de matemática porque se utiliza para que los estudiantes se certifiquen en paquetes de Microsoft, pero si se pide con tiempo, se puede utilizar”*.

### 3.2.3. La presencia en el aula de computadora y del video beam

Los adelantos tecnológicos van introduciendo opciones nuevas para la emac. De las experiencias reseñadas por los informantes, se desprende que la presencia de la computadora en el aula y el uso del video beam van ganando terreno, aunque lentamente y sin estar libre de dificultades.

Según plantea Tony “*a partir del año pasado se empezó a dotar algunas aulas con una computadora, principalmente la de los coordinadores de departamento. Con estas máquinas uno puede hacer ciertas presentaciones o poner a los estudiantes a interactuar un poco con algún tipo de recurso multimedia de internet, etc.*”.

Para Esther “*La experiencia ha sido interesante dado que la institución cuenta con equipo (portátiles, video beam, pantallas, cámaras fotográficas y de video)...*”.

Para Nancy “*este año pasado traté de promover un poco este recurso en el tema funciones pero por medio de mi portátil y un video beam, sin embargo también fue difícil pues solo hay un video beam y la mayoría del tiempo estaba ocupado*”.

Federico, por su parte, indica que “*Si se ha realizado lecciones con video beam y una computadora en algunas ocasiones, pero lo ideal sería que sean los estudiantes que interactúen con la computadora, pero no es posible en este momento. Pero poco a poco siento que existe mayor espíritu de colaboración en los padres, estudiantes y compañeros lo cual puede ser aprovechable en este año para fomentar el uso de la nueva metodología*”.

Con base en estos testimonios, develamos que la presencia de una computadora en el aula, más el uso del video beam, parece constituir una opción promisoría de hacer emac en las aulas de la educación secundaria, aunque no se trata todavía de una práctica ampliamente generalizada.

Lo anterior, unido al hecho de que cada vez es más accesible que el propio docente pueda adquirir una computadora portable, sugiere que potencialmente la computadora estará en el aula de las instituciones de educación media con mayor frecuencia en una modalidad como la indicada.

No obstante, acogiendo el planteamiento de Federico, el uso de la computadora con video beam podría limitarse a las presentaciones, dificultando con ello una mayor interacción de las/os estudiantes en los procesos de aprendizaje.

### 3.3. Factores que dificultan la enseñanza de la matemática asistida por computadora

*La experiencia en el ámbito tecnológico ha sido un tanto decepcionante, no he podido aplicar (casi nada) lo aprendido en la carrera; las razones son diversas, pero entre las principales están: falta de apoyo de las autoridades del colegio (en un cole privado no quisieron hacer una pequeña inversión \$1700), falta de equipo y tiempo (en los colegios públicos), etc.*

Héctor

*En cuanto a la compu ha sido siempre la gran falacia, nunca he podido usar la computadora ni en clases ni en otra cosa...el apoyo es casi nulo.....el tiempo y los programas son tan acongojantes que no puede uno dar mayor cosa,, y con tanto profesorcito de clases particulares los chicos casi ni ponen atención en clase porque saben que van a clases aparte y les enseñan unas cosas tan catastróficas.....es un tanto difícil y de veras uno trata de hacer lo mejor pero es difícil....el sistema educativo está cada vez peor, el docente ya no es respetado....de hecho he pensado en buscar otro nivel como un colegio universitario o universidad porque si me gusta la enseñanza pero secundaria es muy cansado con tanta traba.....*

*Sonia*

La investigación nos permite develar la presencia de dos factores que parecen ser relevantes para dificultar la emac. En efecto, por una parte se manifiesta la llamada “cultura organizacional” que caracteriza a cada una de las instituciones educativas y por otra, las dificultades de contar con un acceso efectivo de parte del docente a equipo y a laboratorios para hacer emac.

### **3.3.1. La cultura organizacional: invisible pero presente**

De acuerdo con Robbins (1996), se entiende por cultura organizacional el sistema de significados común entre las y los integrantes que distingue a una organización de otras.

La cultura organizacional viene a estar constituida por una serie de fenómenos invisibles que afectan el comportamiento de una organización. Para Philgren, Clarke y Thärnström (1989) la cultura organizacional incluye aspectos como maneras de vestirse, de hablar, criterios de los “héroes” de la organización, normas, valores y reglas no escritas, así como la vida social interna.

La importancia de considerar y de estudiar los elementos que constituyen la cultura organizacional, radica en el hecho de que afectan, negativa o positivamente, la eficiencia de la organización y el bienestar de las personas que la integran.

La cultura organizacional puede representar un punto importante para las y los integrantes de la organización porque les ayuda a reducir la ambigüedad: les indica cómo se hacen las cosas y lo que es importante. Pero la cultura organizacional también tiene aspectos potencialmente negativos. Por ejemplo, puede ser un elemento negativo cuando los valores compartidos de las y los integrantes no coinciden con los que favorecen el progreso de la organización.

Por ello es importante indagar sobre los aspectos que los informantes manifiestan que les dificulta la emac y que puedan pertenecer a la cultura organizacional.

En primer lugar se encuentra la percepción con que pueda ser recibida un/a profesor/a graduado/a de EMAC. Ileana, por ejemplo, tuvo la experiencia de que “*El director junto con varios compañeros dijeron que yo no era una profesora de matemática de Verdad pues era del ITCR y que mi tope era el Bachillerato. Que no era necesario una computadora para enseñar matemática (cabe aclarar que la mayoría son de U privadas y que al final con hechos ellos pudieron ver que se equivocaban).*”

A Edgar “Otra de las experiencias en el año 2004 (Colegio ...) fue recibir la visita del director en al menos 4 veces muy continuas y que después hablar con él de esto (lo percibí como una persecución en ese entonces) me explicó que lo único que quería conocer era el cómo trabajábamos nosotros los del ITCR ya que un colega le había mencionado sobre nosotros y simplemente quería corroborar el buen trabajo y la manera del como explicamos (Nunca más me visitó)”.

En segundo lugar, las directrices, normas, procedimientos o las propias costumbres de las instituciones favorecen o afectan negativamente las ideas de utilizar emac. Tal como evidencia Enrique “A finales del 2005, la administración del colegio decidió implementar un sistema de intranet para comunicación con algunas instancias de importancia del colegio, como lo era la dirección, las coordinaciones y la biblioteca. Sistema que me pareció bastante importante, logré con ayuda de algunos de mis estudiantes de electrotecnia que habían ayudado a la instalación del mismo, colocar un puerto de más, con este pude tener mi aula dentro de la red, y acceso a internet.

Esta conexión la logré utilizando mi computadora de escritorio, que la llevaba de mi casa al colegio, hasta que por razones administrativas me negaron el usar mi equipo en mi aula hasta que hiciera un trámite como donarla o aprovecharla por el tiempo lectivo sin tener que ingresarla y sacarla diariamente o constantemente, a dicho trámite no accedí, esto fue un poco desmotivador pues era toda una aventura y razón de discordia tener acceso desde mi aula a la red, no obstante, al negociar con el entonces director, permitió que utilizara eventualmente una computadora de la administración y un proyector del área técnica”.

En este caso encontramos que las normas de la institución, relacionadas con el ingreso y egreso de equipo computacional al colegio, confabularon contra la iniciativa del docente de usar emac.

El apoyo de la Dirección, muy ligado al estilo con que se ejerce la dirección, también es un elemento presente en la cultura organizacional que puede afectar a la emac. Para Jerson “... en mi caso inicié como profesor en el Colegio ... (2009), con niveles de séptimo a noveno año, fue una experiencia muy buena, pero no había estabilidad laboral, no se tenía la libertad ni el apoyo de la directora para la aplicación de las tecnologías en el aula”.

Para Flora “A mi parecer, lo que desfavorece que uno pueda hacer uso efectivo de las computadoras es la actitud de compañeros empezando por el director que no concibe la idea de mezclar matemática con computadoras, piensan que es solamente buscar en Internet y ya...”

Para Pepe “Los directores que he tenido no se han involucrado en promover nuevas ideas,...”.

Ileana, refiriéndose a la experiencia en un colegio donde laboró, “En el aspecto de las Computadoras es difícil, las políticas de uso es que los profesores sólo pueden utilizarlas cuando se imparte la clase”.

Las políticas institucionales, lo que incluye el establecimiento de prioridades, también es un factor que puede afectar las oportunidades del/la docente de desarrollar emac.

### **3.3.2. El equipo y los laboratorios: entre la inexistencia y el acceso dificultoso**

Uno de los factores que dificultan, señalados de manera recurrente por los informantes, la enseñanza de la matemática asistida por computadora es la falta de equipo y de laboratorios. Esta carencia, de acuerdo con los testimonios recabados, presenta diversas formas de manifestación. Por

una parte, la ausencia puede ser total, es decir, algunas instituciones no cuentan ni con laboratorios ni con equipo adicional que pueda dedicarse a la enseñanza de la matemática. Pero por otra, también sucede que existiendo laboratorios en el colegio el acceso efectivo por parte del docente de matemática resulta muy difícil o del todo imposible.

Tal como plantea Enrique “*En el 2005 la fundación Omar Dengo instaló en el colegio un nuevo laboratorio que para ese momento era una novedad, con una gran cantidad de herramientas en multimedia, creí que podía utilizarlo hasta que leí las condiciones de trabajo y me enteré que prácticamente era intocable, condición que me confirmó el director*”.

Para Flora “*... las instituciones no cuentan con equipo suficiente es decir, solamente un laboratorio de computadoras y de uso exclusivo para el profe de informática. Uno mismo es quien se va haciendo de sus cosas porque la institución difícilmente contará con ellos y cuando se busca organizar actividades para tratar de equiparla surgen otras “prioridades”*”.

Para Pedro en algunas de las instituciones donde ha laborado, la emac se dificulta por la “*Mala organización del espacio y del tiempo en los laboratorios*” y por la mala comunicación entre los administradores del laboratorio y los profesores (cambios de claves u horarios)”.

Para Miriam “*Enseñar con la ayuda de la compu se me ha dificultado mucho por que en los colegios donde he trabajado el laboratorio no da a basto ni siquiera con la materia de computación entonces lógicamente no pueden prestar. En otros casos el laboratorio es donado y no dejan prestarlo. Y uno por lo general trabaja con muchos grupos (7 u 8 grupos) así que habría que solicitar el laboratorio muchas veces lo cual hace muy difícil la tarea.*”

Para Esther “*Con respecto a las limitaciones que se presentan se tienen que hay poco equipo, no hay internet, o por tanto uso de las computadoras presentan dificultades cuando se están utilizando*”.

Para Heriberto “*pero a lo que se refiere a uso de la computadora si hay problema, primero que la institución no cuenta con medios tecnológicos para el departamento, existen dos laboratorios de computo pero son para las lecciones de computación y no es fácil que se los puedan prestar al departamento*”.

Para Federico “*El trabajo con computadoras ha sido un tanto limitado, se cuenta con laboratorio desde hace 3 años, pero el acceso a él es un tanto restringido por cuestiones de horarios y políticas de la fundación Omar Dengo*”.

Para Ileana “*Aparte que para matemática no era prioridad el equipo, pues son primero informática y los talleres, además que la encargada es la analista de sistema y si ella faltaba no había equipo ese día. Por lo que muchas veces no lo prestaban*”.

Para Nancy “*en los colegios que he trabajado no he podido aplicar mi conocimiento en esta área pues no cuentan con los recursos necesarios, los laboratorios existentes son exclusivos para Informática*”.

Para Rosa “*Realmente no he tenido mucha suerte con el uso de las computadoras en la enseñanza, ¿las razones? muchas. Primero no hay suficiente equipo y el que hay siempre es muy acaparado por los colegas, ya que tienen prioridad los docentes que imparten talleres, ya que el colegio es PROMECE; además la directora es poco accesible para el préstamo del equipo y su forma de respuesta es desmotivante. También otra de las razones es que dicha directora exige mucho*

*papeleo además del ya exigido por el MEP, y no he tenido suficiente tiempo porque acaba de terminar una Maestría en Gestión Educativa con énfasis en Liderazgo en la UNA, y con todo el tiempo que exige dar TODOS los niveles en un Colegio pequeño y es estudio; realmente no me he desarrollado en la enseñanza con computadoras”.*

Para Maruja *“Con respecto a la posibilidad de trabajar usando computadoras, sí he tenido oportunidades, en el colegio hay un laboratorio PROMECE, sin embargo, es en muy pocas ocasiones cuando he podido aprovechar este recurso, por falta de tiempo y de comodidad.*

*Respecto a la incomodidad que mencioné, es porque en el laboratorio hay pocas computadoras para grupos tan grandes, con los que debo trabajar, además de que es muy poco dos lecciones para pretender trasladar el grupo a un laboratorio y desarrollar una actividad realmente productiva y mi aula no tiene las condiciones necesarias para poder instalar equipo en ella”.*

### **3.3.3. Los/as estudiantes y los colegas**

El papel de las/os estudiantes y de los colegas es reseñado por los informantes de manera que aparece con una cierta dualidad: a veces positivo a veces negativo.

Para Pedro uno de los factores que dificultan la enseñanza de la matemática asistida por computadora es la *“Mala actitud del estudiante hacia las computadoras”*, e Ileana agrega que *“Los chiquillos son muy poco investigadores y detestan pensar, no hacen tareas, de ninguna materia”.*

Para Esther *“... la población estudiantil en los niveles inferiores es un poco difícil al inicio, ya que es una zona rural y muchos chicos (as) no recibieron informática en la escuela ni cuentan con acceso a computadoras, por lo que es un poco lento el proceso, sin embargo se trabaja muy bien y les motiva mucho trabajar con computadora”.*

Para Claudio *“Qué difícil dar clases de computación y de matemática asistida por computadora a una generación que ve a la computadora como una caja de entretenimiento ilimitado, la cual se vuelve aburrida y para nada atractiva cuando hay un docente utilizándola como una herramienta de trabajo, esto por más dinámicas que sean planeadas las lecciones”.*

Lucas lo plantea de manera contundente: *“A algunos estudiantes no les gusta las clases con computadoras”.*

Para Pepe *“... la mayor preocupación en los cursos para los estudiantes era pasar la materia, sobre la posibilidad de aprender algo, entonces uno se ve inmerso en el mismo ambiente en que ya están los demás compañeros, por lo que no importa si eres egresado del Tec o de otra parte, mientras hagas tu trabajo como los demás estás bien, y puede que te vean feo, si propones nuevas ideas...”*

Según Federico, *“Cuando se ha tenido ocasión de hacerlo a los estudiantes les agrada y sienten que se sale de la rutina”.*

Para Pedro, uno de los problemas es la actitud de los colegas, pues hay falta de colaboración e cuanto al préstamo del equipo, desinterés por el mantenimiento o el uso del mismo. También hay desinterés del director por lo que se imparte o por velar por un buen mantenimiento y actualización del equipo.

Según Flora, *“La verdad las ideas y los deseos sobran pero muchas veces los mismos compañeros se encargan de quitarle la voluntad a uno”*.

Heriberto menciona que *“la actitud de los colegas no es tan positiva, algunos hasta han dicho que no saben usar mucho una computadora, en el caso mío hasta he hablado con el director y el le gustaría que hiciera esa diferencia en las lecciones, algunos estudiantes me han dicho que haga la diferencia y la prueba para que las lecciones no sean iguales a otros profes. Sobre los programas tendría que iniciar desde cero porque el colegio no maneja ningún paquete de programas”*.

### **3.4. Graduados de EMAC que no tienen interés por usar computadoras**

Uno de los hallazgos más relevantes de la investigación consiste en haber detectado, de manera concreta, que algunos graduados/as de la carrera EMAC, no obstante la formación recibida, no están realmente interesados en hacer emac.

En efecto, para Pepe *“La verdad dar clases asistidas por computadora, para mi resulta un poco tedioso y merecedor de más tiempo del que le puedo asignar y en dado caso hasta me he hecho el "mae" para no tener que aplicarla... y siendo sincero, la compu la uso para llevar un registro digital de las notas de los chiquillos y para que los exámenes me queden limpios y sin errores, con gráficos y dibujos de buena calidad. Siento que el mayor problema es no poder sacar ese tiempo para desarrollar y aplicar una clase asistida”*.

De igual manera, para Manuel *“En cuanto al uso de computadoras, pues en el colegio se tienen muchas facilidades 3 laboratorios y pizarra electrónica. El problema mayor soy yo, soy sincero, casi no me gusta enseñar mediante computadoras, no es algo que me apasione y solo lo hago si no me queda de otra. Además creo que los objetivos del programa del ministerio se quedan cortos en ese sentido.*

*Prefiero mil veces, el contacto de aula profesor – alumno con la debida distancia y el proceso de clase magistral (sé que esto probablemente los decepcione a ustedes) pero la verdad es que en mi clase he intentado otros acercamientos y este ha sido el que más me a funcionado y en el que mejor me siento y por tanto con el que mejor doy mi clase (no sé si será la mejor clase pero por lo menos es la que mejor doy)”*.

## **4. Discusión y conclusiones**

### **4.1. Discusión de los hallazgos**

El propósito fundamental de la investigación lo podemos expresar de manera metafórica como “ver la emac en los colegios costarricenses” a través de los ojos de los/as graduados/as/as de la carrera EMAC que imparte el ITCR.

Consecuentemente, la investigación no se enfocó en lograr un compendio estadístico de la frecuencia con que ocurrió un determinado evento o qué tan a menudo se presentaba cierto factor. La intención es, no obstante, de alguna manera, más profunda. Tiene el propósito de conocer a través de “pedazos de la vida” que como docentes han enfrentado algunos/as de los graduados/as de la carrera EMAC, para aprender por medio de ellos sobre la naturaleza de la práctica docente relacionada con la emac. Por eso en esta investigación no interesan solo las cosas que se presentan muchas veces, también pueden ser de incumbencia algunas aunque hayan sido experiencias únicas.

El propósito de la investigación estaba, por tanto, en encontrar indicios de fenómenos de tipo curricular o social que podrían develarse, al menos de manera preliminar, a partir de las vivencias en la docencia en matemática asistida por computadora en las instituciones de educación media costarricense de las/os graduados de la carrera EMAC. En ese hacer y rehacer de la enseñanza de la matemática en los colegios, en esa vida cotidiana en la que suceden tantas cosas, habrán algunas que por cotidianas son invisibles a la mirada ordinaria, pero que la investigación dedicada puede revelar, o que por novedosos aun no se perciben de una manera clara.

La enseñanza de la matemática ocurre en instituciones concretas, con personas específicas, y en circunstancias que determinan, de una u otra manera, cómo se desarrollan los procesos educativos y cuáles son los efectos de los mismos.

La investigación nos muestra retazos de la realidad educativa en la educación media costarricense, como pinceladas en un lienzo que forma imágenes que, dependiendo del mirar del observador, genera imágenes de una realidad que es tan cercana y a la vez tan lejana.

Esta realidad se nos muestra como un espacio en el cual los docentes se percatan de que su imagen como profesional no goza de fuerza social, que las y los estudiantes requieren de una lucha permanente porque no parecen tener motivación o claridad de la importancia de la educación para su futuro, con quejas frecuentes por aspectos que se denominan burocracia consistente en la presentación de documentación que parece consumir mucho tiempo y que los/as docentes no parecen percibir como necesarios, y dentro de una constante situación paradójica, inexplicable, de una sensación de programas de estudio muy cargados que no pueden desarrollarse en el tiempo lectivo a la vez que se tienen datos de un aprovechamiento poco eficiente de los días lectivos porque se pierden muchas lecciones o el mismo plan de los doscientos días lectivos sigue llegando al final del curso sin lecciones concretas.

La investigación nos ha permitido acercarnos a la realidad de las instituciones de educación media y constatar que las/os egresados de la carrera EMAC han vivenciado que la enseñanza de la matemática se desarrolla en un ambiente cargado negativamente hacia la disciplina, y en tiempos caracterizados por fenómenos que al parecer han ido gradualmente mediatizando los procesos educativos. La formación deficiente de una cantidad importante de docentes, es un hecho que ha quedado evidenciado por el propio MEP al haber aplicado una prueba de diagnóstico. Aquí vemos un problema serio: el país cuenta con una cantidad creciente de profesores titulados en la enseñanza de la matemática, mas se encuentra que existe una cantidad relevante de los mismos que no cuentan con la formación necesaria.

Por otra parte, la investigación también nos devela lo que se ha venido conociendo paulatinamente desde hace varios años, sin que se le haya prestado la atención debida: la existencia de una cultura ligada al uso de la calculadora como instrumento mediante el cual, gracias a la identificación de “trucos”, el/la estudiante puede encontrar la respuesta correcta en las pruebas de selección única, específicamente en las prueba de bachillerato, sin conocer necesariamente ni los procedimientos correctos y sin dominar los conceptos involucrados. Este fenómeno es muy serio y debe llevarnos a la acción con el fin de atenderlo con la celeridad que la situación requiere.

La investigación revela que la cultura organizacional de los colegios aparece como un elemento que puede afectar de manera negativa la emac, por cuanto las costumbres, las directrices, las normas, la tradición, las creencias y otras manifestaciones de este tipo, construyen muros difíciles de superar para los/as docentes que desean innovar, en general, y utilizar emac, en particular.

Este hallazgo confirma resultados de otras investigaciones (Meza, 2003, Sánchez, 2001) en las que se ha detectado que la cultura organizacional puede afectar el desarrollo de las innovaciones educativas. No obstante, esas mismas investigaciones han mostrado que las innovaciones educativas, en general, y las relacionadas con emac en particular, aun cuando se generen en ambientes con limitantes, tienen potencial para transformar la cultura organizacional.

Lo anterior parece validar la concepción de Gómez Chacón (2000) de que la institucionalización del currículo, que establece contenidos, criterios metodológicos y de evaluación, y los efectos que provoca su socialización en los ámbitos nacionales, incide en las prácticas de enseñanza.

Por tanto, de este hallazgo se deriva la importancia de estudiar el concepto de cultura organizacional de manera explícita en la formación de los educadores, especialmente de aquellos que se visualizan como agentes de cambio, como es el caso de los graduados/as/as de emac, para que estén preparados para enfrentar las limitantes que la cultura organizacional de la institución donde laboren les puedan presentar, convencidos además de que la lucha que deban dar para gestionar innovación rendirá frutos modificando a la larga esa cultura a una más favorable a los procesos innovadores.

El acceso efectivo a equipo y laboratorios sigue siendo, según se constata a partir de los testimonios recabados, un elemento relevante que dificulta la enseñanza de la matemática asistida por computadora. La dificultad de acceso al equipo y a los laboratorios se da en dos modalidades distintas, aunque en ambas formas constituye un impedimento que entorpece la emac. En efecto, este factor se ve incrementado en su importancia al constatar que aun en los colegios que cuentan con laboratorios, el docente de matemática no tiene necesariamente acceso, por cuanto debe competir con profesores de otras disciplinas que tienen prioridad, como los profesores de computación o porque existen disposiciones normativas de las instituciones que aportaron el equipo que impiden o dificultan el acceso. La investigación nos permite constatar que la carencia de equipo sigue siendo un factor limitante, altamente relevante, no obstante que el precio de los equipos ha venido relativamente bajando.

Esta situación ha comenzado a ser atendida paliativamente en algunos colegios mediante el uso de una computadora en el aula combinada con el video beam, con las limitaciones de tipo didáctico asociadas. No obstante, se percibe en esta una oportunidad que puede y debe ser magnificada. Por tanto, parece relevante el desarrollo de investigaciones que favorezcan el uso de computadoras en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, con una o pocas computadoras en el aula, mediadas con estrategias didácticas que promuevan el trabajo cooperativo, heurístico, etc., con el fin de que el docente que disponga de una computadora en el aula pueda hacer uso de esos recursos más allá de las presentaciones.

Sacamos en claro que la opción de usar un laboratorio de computadoras de manera permanente para la enseñanza de la matemática en la educación media es prácticamente irreal, con excepciones muy escasas en algunos colegios privados. Por ello la tendencia estriba en el uso de una, o de pocas, computadoras en el aula. Aquí, por tanto, surge el desafío de desarrollar estrategias que favorezcan la creación de ambientes de aprendizaje constructivistas dentro de las limitaciones indicadas; propuestas insuficientes en la literatura especializada.

El acceso intermitente al laboratorio, es decir, que el/la profesor/a tiene acceso solo algunas veces, con dificultades para desarrollar un trabajo continuo, tiene como inconveniente que resalta como negativa la falta de familiaridad de los estudiantes con los programas de computadora. Para aliviar la situación parece razonable que el/la docente se enfoque en dos o tres programas computacionales de manera que las y los estudiantes conozcan la herramienta, con el propósito de evitar que se les

junte la dificultad de aprender matemática con la de aprender a usar la computadora, a la vez que se gana eficiencia en el laboratorio al no tener que dedicar tiempo en el aprendizaje de la herramienta.

La existencia de programas computacionales gratuitos de utilidad para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, como el caso de Geogebra o de wxMaxima, entre muchos otros, constituye parte de las nuevas oportunidades con que cuenta el/la docente. Aquí lo relevante es el desarrollo de estrategias de divulgación de la existencia de este tipo de programas, fortaleciendo la capacitación en el uso didáctico de este tipo de programas, para lo cual entidades como la Escuela de Matemática del ITCR deben, y pueden, tomar el liderazgo tal como se hizo en años recientes con otros recursos.

La enseñanza de la matemática asistida por computadora requiere de una serie de elementos para poder ser implantada, siendo el factor económico uno de los que puede limitar el empleo de las computadoras en la educación. Sobre este aspecto surgen interrogantes que no tienen, al menos todavía, una respuesta definitiva. ¿Debe un país pobre y subdesarrollado como Costa Rica invertir importantes cantidades de dinero en computadoras cuando no hemos podido resolver otros problemas del sistema educativo, como la falta de aulas y de pupitres? ¿Podrá el país dotar de una cantidad adecuada de equipo a cada escuela y colegio? ¿Tendremos capacidad financiera para mantener actualizado el equipo y los programas?

Los colegas parecen ser un factor de importancia en los procesos de innovación educativa ligados a emac. Por una parte, el apoyo que puedan manifestar, tanto incorporándose activamente en el desarrollo de actividades didácticas ligadas a la enseñanza asistida por computadora, como haciendo un ambiente adecuado, pueden ser elementos importantes. Mas también pueden resultar un elemento negativo, porque al no apoyar los procesos de innovación pueden dificultar las pretensiones de innovación.

Un/a docente que deba realizar procesos de innovación educativa en ambientes laborales donde la colaboración de los colegas no le sea favorable, tendrá que hacerlo en el marco de las reglas que éstos determinen, como aplicar las mismas pruebas y con los mismos contenidos, utilizar textos que tal vez no sean los más adecuados desde la perspectiva de la innovación e incluso quedar expuesto/a a los reclamos de las y los estudiantes, y de sus padres, porque en las pruebas se evalúan automatismos que los grupos que no participan en la innovación tuvieron tiempo de enfatizar mientras que ellos no lo hicieron por estar atendiendo modalidades educativas distintas, aunque las mismas puedan catalogarse de innovadoras.

En escenarios como el descrito en el punto anterior, es posible que el/la docente decida utilizar en menor medida el laboratorio de computadoras por tener que cubrir contenidos en el aula y darle un tratamiento limitado de los temas en el laboratorio con el fin de no alejarse del todo del enfoque con que serán evaluados los contenidos.

Tal como sugiere Alfaro (1999), los sistemas de evaluación utilizados influyen directamente en el uso que se haga de los materiales con que se cuenta, y por consiguiente, en el tipo de aprendizajes que se promueva.

Tal como han develado otras investigaciones (Sánchez, 2001, Mehlinger, 1997) los docentes innovadores pueden encontrarse con un proceso que les desemboque en un conflicto que, si no atiende adecuadamente o no encuentra como superar, podría incluso hacerlo desistir de sus pretensiones de innovar. Y esas mismas investigaciones han mostrado que el trabajo cooperativo entre los colegas puede ser una de las estrategias para superar ese tipo de conflictos. Por tanto, el papel de los colegas del docente emac no debe ser subestimado.

La presencia del Departamento de Matemática al definir políticas y normas, marca el escenario para las innovaciones educativas de una manera bastante significativa, que incluso puede poner en peligro la posibilidad de introducir innovaciones educativas como las que supone la emac.

La disposición hacia la innovación educativa que muestran en algunas ocasiones los Directores, y el propio docente, resultan filtrados de alguna manera por las disposiciones asumidas por el Departamento de Matemática, así como por otros elementos de la cultura organizacional como la fuerte preocupación, y el concepto particular que manejan las y los docentes acerca de la disciplina en el aula.

En este sentido, por ejemplo, el trabajo coordinado a nivel departamental puede ofrecer oportunidades valiosas para que las y los docentes realimenten su labor. No obstante, la fijación de reglas, especialmente si éstas son inflexibles, puede restar posibilidades al o la docente para actuar en su propia aula y limitarle en sus posibilidades de innovar. Además, estas reglas pueden representar, en determinados momentos, obstáculos para un desarrollo coherente del proceso educativo. Por ejemplo, un docente que, en principio, tiene libertad para definir aspectos metodológicos se ve obligado a ajustarse a un determinado libro de texto. O una docente puede tener libertad para innovar en algunos aspectos, pero tener que someter a sus estudiantes a los mismos procesos de evaluación que aplican sus colegas, aun cuando estos podrían estar en franca disonancia con su propuesta de innovación.

En cuanto a factores positivos asociados a los estudiantes que favorecen la emac resalta la disposición positiva que se manifiesta algunas veces, pero es de resaltar que tal disposición no siempre se da. Además, el carácter innovador que también se asocia con la emac aparece en ocasiones como elemento motivante para las/os estudiantes.

Por otra parte, cierta familiaridad con la tecnología que cada vez parece mayor entre los jóvenes, al menos de algunos colegios, involucrados con celulares, redes sociales y demás aparatos parece crear un ambiente en el cual el uso de computadoras luce natural, con las limitaciones evidenciadas en la investigación en los colegios rurales.

Por lo indicado anteriormente, la investigación devela que en ocasiones las y los estudiantes parecen haber valorado como positivo el proceso de innovación educativa del cual participan cuando aprenden matemática con emac, mas también devela que no siempre es así. Es de resaltar que no siempre las y los estudiantes reciben positivamente las propuestas de innovación educativa, pues tal como plantea Gómez Chacón (2000), las y los estudiantes pueden tener creencias muy fuertemente arraigadas del o la docente como transmisor de conocimientos. En este punto es importante recordar que investigaciones como las de Badilla (1998) o Meza (2003) han develado que no siempre las y los estudiantes reciben la emac con agrado.

En otro orden de ideas, la investigación parece confirmar el sentimiento expresado por los/as participantes en el CIEMAC 2008 que indicaban que *“A pesar de existir un discurso político intenso respecto al uso de las tecnologías de Información en educación la situación real refleja situaciones relacionadas con equipamiento y acceso que es prioritario resolver”*, porque la investigación devela que persisten dificultades importantes para que las/os docentes tengan acceso efectivo a la tecnología con el fin de hacer emac.

Estos mismos educadores expresaban en esa ocasión que *“Existen deficiencias importantes en el uso de la tecnología así como percepciones incompletas o incorrectas sobre la misma y su potencial”* situación que la investigación también parece confirmar por cuanto se han detectado

diversas posiciones sobre la emac, pudiéndose detectar a graduados/as de la carrera EMAC que manifiestan directamente su poco interés en la emac.

De acuerdo con Trujillo (2002), innovar en educación significa realizar un esfuerzo deliberado por mejorar una práctica con relación a nuevos objetivos que han sido redefinidos.

Para Moreno (2002) la innovación educativa debe introducir mejoras significativas y no simplemente novedades. Por tanto, de acuerdo con esta autora, la innovación educativa debe introducir cambios en aspectos sustantivos del proceso educativo.

Resumiendo la posición de Moreno (2002) y Trujillo (2002), tenemos que la innovación en educación implica reconceptualizar todo el proceso educativo, por lo que supone una re-orientación de los objetivos previstos, y no es suficiente con añadir o suprimir algo sino que debemos tratar de cambiar, requiere la firme convicción de que algo puede y debe ser mejorado y el compromiso de todas y cada una de las personas involucradas en el proceso educativo: docentes, autoridades, estudiantes, etc.

Algunos de los posibles obstáculos que puede enfrentar un o una docente que desea innovar son la resistencia directa al cambio, la resistencia disimulada al cambio o el aparato burocrático.

La resistencia directa al cambio proviene de quienes explícitamente se oponen a que algo sea modificado, no siempre por razones claramente expuestas. La resistencia disimulada proviene de personas que si bien dicen apoyar el proceso de innovación no concretan ese apoyo en la práctica. Finalmente, el aparato burocrático puede constituir una limitación por el lento avance de las autorizaciones necesarias para el desarrollo de la innovación o por la cantidad abrumadora de trámite que implica.

De acuerdo con Trujillo (2002) para generar procesos de innovación educativa es necesario dar participación a todas las personas involucradas para que ayuden a configurar el escenario, aceptar el hecho de que innovar significa cambiar, superar el enfoque de innovación educativa que se reduce a la repetición de “slogans” y procurar que la innovación se integre a la cultura cotidiana institucional.

Como elemento importante está que el prestigio del ITCR ha jugado un papel positivo en la recepción de los graduados/as, lo que puede transferirse en la generación de oportunidades para la emac. No obstante, también se ha develado, aspecto que no hemos encontrado que se haya tratado en la literatura, la percepción que pueden tener los directores o los colegas de que un graduado en la “enseñanza de la matemática asistida por computadora” no es un verdadero profesor de matemática, porque la enseñanza de la matemática no está ligada solo a la tecnología. En este sentido la carrera EMAC se formuló desde el principio, y se ha impartido desde esa perspectiva, como un programa formador de educadores que puedan ser agentes de cambio en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática que puedan desarrollar procesos educativos con la incorporación de la tecnología, pero nunca como recurso único. No obstante, la percepción de terceros puede ser otra, de características poco favorables para los/as graduados/as al ser percibidos/as como profesionales con menor formación que los/as provenientes de otras universidades lo que puede afectarles, no solo en su contratación, sino en la valoración del trabajo profesional que desarrollen.

Por otra parte, la investigación también devela que no todos/as los/as graduados/as están dispuestos/as a utilizar computadoras en la enseñanza de la matemática, aun cuando tengan las condiciones tecnológicas necesarias. Este elemento resulta de la mayor importancia porque no había

sido explícitamente detectado y consecuentemente, no ha sido abordado de manera específica en los procesos de formación desarrollados en la Escuela de Matemática del ITCR en la carrera EMAC.

La investigación devela que la percepción de innovación educativa con que es mirada la emac ofrece, en ocasiones, un elemento que puede ayudar en su implantación. Además, no debemos desconocer que hay un discurso oficial del uso de tecnología como elemento para mejorar la educación que, con sus altibajos, puede también generar algunas opciones favorables.

Las opciones de contar con una computadora en el aula, aunque sea la personal del profesor, ha ido paulatinamente aumentando la opción de utilizar el recurso emac. No obstante, este elemento tiene ciertas debilidades. Por una parte, porque depende mucho de las posibilidades económicas de las instituciones, quedando en mejor condición las privadas, o del docente, y porque sesgan los elementos metodológicos con que pueden utilizarse la emac. Desde este punto de vista surge un desafío para los educadores y para los formadores de educadores.

Debemos avanzar en la identificación de estrategias didácticas que con una o pocas computadoras en el aula permitan desarrollar procesos de enseñanza y de aprendizaje de la matemática constructivistas, de manera que la presentación, por más dinámicas que estas sean, no acaparen el protagonismo.

## **4.2. Conclusiones**

### **4.2.1. Caracterización del ambiente institucional de las instituciones de educación media**

#### **4.2.1.1. Los colegios rurales: diferencias a la vista**

Un elemento que muestra la investigación es la existencia de diferencias entre las instituciones del sector urbano y del sector rural. Estas diferencias se presentan en variados tópicos, pero entre las más relevantes son las dificultades de acceso a la tecnología por parte de las/os docentes, las escasas oportunidades que tienen las/os estudiantes para acceder a la tecnología y la formación de algunos docentes que enseñan matemática.

La investigación permite conocer que en los colegios rurales se presentan condiciones que, en algunos aspectos, pueden ser más difíciles para desarrollar los procesos de enseñanza de la matemática, como la falta de profesores con formación adecuada o las dificultades de acceso a la tecnología de los/as docentes y de las/os estudiantes.

No es en realidad un hallazgo nuevo el detectar la existencia de diferencias entre los colegios del sector urbano y los de la zona rural. No obstante, mediante la investigación se constata que las mismas persisten y que en elementos como el uso de tecnología para apoyar los procesos educativos, éstas pueden ser un factor que actúe negativamente en contra de los colegios rurales.

#### **4.2.1.2. El uso de la calculadora y la enseñanza de trucos: un mal que se expande**

Una de las cuestiones que se han venido poniendo de manifiesto en los últimos años, tanto por las diversas expresiones de los docentes, como por la evidencia que se encuentra en la misma publicidad, es que la enseñanza de la matemática en la educación media está fuertemente mediatizada por la enseñanza de trucos que utilizan la calculadora para hallar respuestas correctas aunque el/la estudiante no comprenda los procedimientos o los conceptos.

#### **4.2.1.3. La sobrecarga de los programas y la pérdida de lecciones: la eterna paradoja**

Un factor que recurrentemente se ha planteado como característica de la educación media es que los programas de estudio están saturados de contenidos. A partir de esta situación se justifica la dificultad de cubrir los diversos temas o de aplicar estrategias didácticas distintas a las tradicionales bajo el argumento de que requieren de un tiempo con el que no se cuenta.

A partir del momento en que el curso lectivo se incrementó a doscientos días lectivos debería haberse eliminado, o al menos atenuado, la supuesta carencia de tiempo. No obstante, lo que ha surgido es una situación paradójica: se sigue argumentando que los programas están sobrecargados a la vez que se manifiesta reiteradamente que en los últimos días del curso lectivo no se aprovechan de manera significativa los doscientos días.

#### **4.2.1.4. La burocracia: un elemento presente**

La burocracia, entendida en este caso como el exceso de trámites que debe atender el/la docente, parece ser percibida por los/as profesores/as como un elemento limitante de su labor profesional.

#### **4.2.1.5. La formación de los/as docentes: profesores titulados que no saben ni lo que deben enseñar**

Los resultados de la prueba aplicada por el MEP ha revelado que una parte importante de los/as educadores/as no parecen poseer la formación necesaria para enseñar matemática en el nivel medio.

#### **4.2.1.6. Percepción negativa del papel de los padres**

Un elemento recurrente en los “relatos de vida” de los informantes fue la percepción negativa acerca del papel que juegan los padres y madres de familia en el aprendizaje de la matemática de sus hijas/os. Subsiste la percepción de que a la mayoría de los padres y madres de familia les interesa más que el/la estudiante apruebe a que realmente aprendan.

#### **4.2.1.7. Algunos elementos positivos**

La investigación ha permitido constatar que los/as docentes tienen una percepción de que sus esfuerzos pueden generar resultados positivos en las y los estudiantes. Esta situación es un elemento positivo porque puede constituir un elemento sustentador de los esfuerzos necesarios que el/la docente debe realizar para efectuar una labor de calidad.

### **4.2.2. Factores que facilitan la enseñanza de la matemática asistida por computadora**

#### **4.2.2.1. La emac percibida como innovación educativa**

La enseñanza de la matemática asistida por computadora puede ser considerada aun como una innovación educativa. Consecuentemente, la percepción de innovación educativa que se asocia a la emac puede constituir, eventualmente, un factor que facilite la emac, tanto por parte de los estudiantes como de los Directores y los colegas.

#### **4.2.2.2. La existencia de laboratorios en los colegios: un cuasi-espejismo de oportunidad**

La existencia de laboratorios en algunos colegios aparecerá siempre como una oportunidad, aunque, contrastada con lo que se indica sobre los elementos que dificultan la emac, aparece como una oportunidad relativa.

No obstante, la existencia de estos laboratorios no puede subestimarse y por ello se le resalta como un factor que tiene potencial para facilitar la emac.

#### **4.2.2.3. La presencia en el aula de computadora y del video beam**

Los adelantos tecnológicos van introduciendo opciones nuevas para la emac. De las experiencias reseñadas por los informantes, se desprende que la presencia de la computadora en el aula y el uso del video beam van ganando terreno, aunque lentamente y sin estar libre de dificultades.

Lo anterior, unido al hecho de que cada vez es más accesible que el propio docente pueda adquirir una computadora portable, sugiere que potencialmente la computadora estará en el aula de las instituciones de educación media con mayor frecuencia en una modalidad como la indicada.

No obstante, el uso de la computadora con video beam podría limitarse a las presentaciones, dificultando con ello una mayor interacción de las/os estudiantes en los procesos de aprendizaje.

#### **4.2.3. Factores que dificultan la enseñanza de la matemática asistida por computadora**

##### **4.2.3.1. La cultura organizacional: invisible pero presente**

La cultura organizacional puede representar un punto importante para las y los integrantes de la organización porque les ayuda a reducir la ambigüedad: les indica cómo se hacen las cosas y lo que es importante. Pero la cultura organizacional también tiene aspectos potencialmente negativos. Por ejemplo, puede ser un elemento negativo cuando los valores compartidos de las y los integrantes no coinciden con los que favorecen el progreso de la organización.

Por ello es importante indagar sobre los aspectos que los informantes manifiestan que les dificulta la emac y que puedan pertenecer a la cultura organizacional.

Las políticas institucionales, lo que incluye el establecimiento de prioridades, también es un factor que puede afectar las oportunidades del/la docente de desarrollar emac.

##### **4.2.3.2. El equipo y los laboratorios: entre la inexistencia y el acceso dificultoso**

Uno de los factores que dificultan, señalados de manera recurrente por los informantes, la enseñanza de la matemática asistida por computadora es la falta de equipo y de laboratorios. Esta carencia, de acuerdo con los testimonios recabados, presenta diversas formas de manifestación. Por una parte, la ausencia puede ser total, es decir, algunas instituciones no cuentan ni con laboratorios ni con equipo adicional que pueda dedicarse a la enseñanza de la matemática. Pero por otra, también sucede que existiendo laboratorios en el colegio el acceso efectivo por parte del docente de matemática resulta muy difícil o del todo imposible.

##### **4.2.3.3. Los/as estudiantes y los colegas**

El papel de las/os estudiantes y de los colegas es reseñado por los informantes de manera que aparece con una cierta dualidad: a veces positivo a veces negativo.

#### **4.2.4. Graduados de EMAC que no tienen interés por usar computadoras**

Uno de los hallazgos más relevantes de la investigación consiste en haber detectado, de manera concreta, que algunos graduados/as de la carrera EMAC, no obstante la formación recibida, no están realmente interesados en hacer emac.

## **5. Recomendaciones**

Con base en los resultados obtenidos se plantean las siguientes recomendaciones:

- 5.1. Sobre la percepción de algunos Directores o colegas de que los/as graduados/os de EMAC no son verdaderos/as profesores/as de matemática, hecho sobre el cual la investigación no permite establecer si se presenta con frecuencia, conviene fortalecer en el proceso formativo de los/as graduados/as de la EMAC una autoimagen fuerte de profesional completo en el campo de la enseñanza de la matemática, consciente de sus fortalezas que le permita eventualmente afrontar ambientes laborales hostiles. Con o sin facilidades, los graduados/as de EMAC deben estar formados para innovar y esto debe ser estimulado en el proceso formativo.
- 5.2. El equipo sigue siendo un factor barrera para la emac. Y no se vislumbra una solución factible en el corto plazo por cuanto las inversiones que se requieren son cuantiosas, y además compiten con otras necesidades que son, de alguna manera, más apremiantes. Por ello es necesario estimular opciones de emac que requieran de menos equipo. En este sentido, recomendamos: a) fortalecer en la formación de los/as graduados/as de EMAC el uso de calculadoras (de variadas configuraciones) como recurso didáctico que permita la innovación b) desarrollar investigaciones sobre el uso de una o pocas computadoras en el aula mediante metodologías que promuevan ambientes de aprendizaje de tipo heurístico c) fortalecer la divulgación y la capacitación de profesores/as activos/as en programas gratuitos como Geogebra o wxmaxima.
- 5.3. Especialmente en las zonas rurales las/os graduadas/os de EMAC se encontrarán con estudiantes que no conocen nada sobre computadoras y esto dificulta la emac, aunque se cuente con equipo. Por ello es conveniente que los/as docentes graduados/as de EMAC se enfaticen en el uso de pocos programas de alto potencial para la emac. En este tema la Escuela de Matemática tiene la responsabilidad de asumir procesos de investigación que identifiquen programas de ese potencial, enfatizando en aquellos que sean gratuitos, de manera que ese conjunto de herramientas esté identificado, actualizado y con ayudas adicionales para el/la docente. De esta manera se podría lograr que los esfuerzos que el/la docente tenga que hacer para “enseñar a usar el programa” rindan fruto a lo largo del proceso educativo y que no tenga que estar haciendo ese tipo de esfuerzos a cada rato, o comprometiendo el logro de los objetivos educativos porque los estudiantes no saben usar el programa mediante el cual planificó las lecciones (la estrategia en general consiste en “bajar la curva de aprendizaje” de los programas computacionales que se utilicen en emac).
- 5.4. El sentido de innovación que tiene la emac sigue vigente y puede ser utilizado como elemento para facilitar la emac. No obstante, las investigaciones nos indican cuestiones que deben tomarse en cuenta en los procesos de innovación educativa como la resistencia al cambio, el bloqueo de los/as colegas, la actitud de los/as estudiantes y las cuestiones normativas, entre

otras, deberían ser incorporadas explícitamente en la formación de los/as graduados/as de la carrera EMAC.

## 6. Referencias

1. Alfaro, G. (1999). Constructivismo y enseñanza de ciencias. En: Revista Umbral. No. 10.
2. Alsina y otros. (2000). Enseñar matemática. Barcelona: ediciones graó.
3. Badilla, C. (1998). Reflexiones sobre la utilización de la informática educativa asociada a una corriente pedagógica: resultados de una experiencia. En: Libro de Memorias del I Congreso Internacional de Informática Educativa para Secundaria.
4. Blanco, N. (1995). Contexto institucional y práctica docente. Estudio de un caso. En: Revista de Educación. Internet.
5. Castillo, E. y Vásquez, M. (2006) El rigor metodológico en la investigación cualitativa. [Http://colombiamedica.univalle.edu.co/Vol34No3/cm34n3a10.htm](http://colombiamedica.univalle.edu.co/Vol34No3/cm34n3a10.htm)
6. Carr, W. (2002). Una teoría para la educación. Hacia una investigación educativa crítica. Ediciones Morata.
7. Carr, W.(1997) ¿Teoría, tecnología o praxis?: el futuro de la formación docente. Conferencia en Argentina.Tomada de INTERNET. [Http://www.cf.rffdc.edu.ar/documentos\\_fd/docfd.html](http://www.cf.rffdc.edu.ar/documentos_fd/docfd.html)
8. Carr, W. (1997). La investigación y el docente. Conferencia en Argentina.Tomada de INTERNET. [Http://www.cf.rffdc.edu.ar/documentos\\_fd/docfd.html](http://www.cf.rffdc.edu.ar/documentos_fd/docfd.html)
9. Carr, W. (1997). La concreción de una filosofía educativa. Conferencia en Argentina.Tomada de INTERNET. [Http://www.cf.rffdc.edu.ar/documentos\\_fd/docfd.html](http://www.cf.rffdc.edu.ar/documentos_fd/docfd.html)
10. CIEMAC. Libro de memorias del V CIEMAC. 2008.
11. Del Rincón, D., Arnal, J., Latorre, A. y Sans, A. (1995). Técnicas de investigación en Ciencias Sociales. Madrid: DIKINSON.
12. Gómez, I. (2000). Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático. Madrid: Narcea S.A.
13. Mehlinger, H. (1997). El próximo paso. En: Revista "Electronic Schools". INTERNET.
14. Meza, G. (2000). ¿Para qué enseñamos matemática en el colegio? En: Revista Umbral. I Semestre del 2000.
15. Meza, G. (2002). La teoría en la práctica educativa. En: Revista "Comunicación". Vol. 12. Año 23. No. 2.
16. Meza, G. (2003). Hacia perfiles de cambio en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática: un caso de estudio en séptimo año de un colegio oficial urbano". En: Revista Virtual de Posgrado de la UNED.
17. Miles, H. y Huberman, D. (1994). Qualitative data analysis: An expande source book. Newbury Park: Sage.
18. Moreno, A. (2008). Historias de vida e investigación. INTERNET.
19. Moreno, G. (2002). Investigación para la innovación educativa. INTERNET.
20. Robbins, S. (1986). Comportamiento organizacional. México, D. F.: Prentice Hall.
21. Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. Málaga: Ediciones ALJIBE.
22. Sánchez, M. (2000). Una nueva mirada a los procesos de lectura y escritura. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Educación. Universidad Estatal a Distancia.
23. Scott, P. (1990). La computadora y la enseñanza de la matemática. En: Revista Educación Matemática. Vol. 2. No. 1.
24. Taylor, S. y Bogdan, R. (1986). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Paidós. Buenos Aires.
25. Trujillo, B. (2002). Innovación-Educación. INTERNET.