Instituto de Investigación en Educación INIE
Facultad de Educación, Universidad de Costa Rica
Proyecto: *"Sin Fronteras: Programa de Formación Profesional para Docentes de Matemática de Educación Secundaria"*

Informe Final del Período 2004-2008



Investigadores y colaboradores:

Dra. Sonia Rodríguez Soto
(Investigadora Responsable)

Lic. Mynor Chacón Díaz
(Investigador Asociado)

Lic.Edgardo Arita Dubón
(Investigador Asociado)

Lic. Julieta Rodríguez Arias
(Investigadora Asociada)

Lic. Carolina Piedra Segura
(Investigadora Asociada)

Dra. Alicia Gurdián Fernández
(Colaboradora, etapa de formulación)

CRUSA
X ANIVERSARIO

INDICE GENERAL

1 Información Administrativa **1**

2 Antecedentes del proyecto **7**

3 Cumplimiento de objetivos **13**

3.1 Objetivos específicos 14
3.2 Cumplimiento de los objetivos específicos 15
3.3 Otros intercambios y colaboraciones 18
3.4 Objetivos relacionados con la capacitación de docentes de secundaria 23
3.5 Objetivos relacionados con la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación 30

4 Listas de Graduados **33**

5 Bibliografía consultada **61**

6 Anexo: Informe económico **65**

7 Anexo 2: Artículo **67**

LISTA DE FIGURAS

2.1 Ventana de Proyectos 2003 8

2.2 Supervisores y directores de los colegios de la Región Educativa de Santa Cruz durante el Taller de Uso de Internet 11

2.3 Docente de Santa Cruz preparando material didáctico 12

2.4 Taller Exploratorio (escritura de páginas web) impartido por la Dra. Sonia Rodríguez a un grupo de investigadoras del Proyecto Actualización de la CIEA en Educación Virtual (Proyecto financiado por CR-USA) 12

3.1 Juan Pablo Serrano (MEP) y Sonia Rodríguez (Sin Fronteras) en el curso *Lenses on Learning*; Julieta Rodríguez (Sin Fronteras) en el Curso *Developing Mathematical Ideas* 21

3.2 Juan Pablo Serrano (MEP) y Sonia Rodríguez (Sin Fronteras) durante la presentación final en el curso *Lenses on Learning* . . . 22

3.3 Taller en Aprendizaje por Proyectos, implementado por Intel y la FOD, impartido por el Dr. David Moursund 22

3.4 Docentes aprendiendo el uso del teodolito, durante una sesión práctica del curso de Trigonometría 25

3.5 Participantes en el Curso de Vocabulario Básico de Lengua Inglesa para Matemática. 26

3.6 Términos nuevos para los participantes en el curso de Vocabulario Básico de Lengua Inglesa para Matemática 26
3.7 Docentes de Guápiles durante una sesión del curso de Geometría 27
3.8 La Dra. Alejandrina Mata y colegas de CONARE durante el Taller Exploratorio, aprendiendo a elaborar páginas Web en el laboratorio del INIE. 27
3.9 El Master Moisés Rocha (Director Regional), la Lic. Ana Virginia Berríos (asesora de Matemática de Santa Cruz) y los licenciados Mynor Chacón y Edgardo Arita del Proyecto Sin Fronteras durante la inauguración del trabajo de colaboración con la Dirección Regional de Santa Cruz. 28
3.10 Docentes de Santa Cruz trabajando en la solución de problemas de geometría. 29

SECCIÓN 1

Información Administrativa

1. Proyecto **Sin Fronteras, Programa de Capacitación de Profesores de Matemática en la Enseñanza Secundaria**	Número **724-A4-505**
2. Institución **Instituto de Investigación en Educación, Universidad de Costa Rica**	

Información Básica del proyecto	
3. Coordinador del Proyecto	Dra. Sonia Rodríguez email: sonia.rodriguez@gmail.com Teléfono: 8392-1612 (cel), 2511-4349 (oficina), 2511-4349 (fax) Dirección postal: Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica
4. Vigencia	Período inicial: 2 enero 2004 al 1 enero 2007 Prórroga: enero a diciembre 2007 Prórroga para ejecución de presupuesto: 1 enero a 28 febrero 2008
5. Monto aprobado	**40.540.800,00 colones** Desembolsos: 18.450.764, 20 5.014.638, 00 7.597.058, 80 4.121.558, 80 5.356.780, 20 Intereses acumulados: 174.638, 49
6. Objetivo general	**Contribuir al mejoramiento de la enseñanza de la Matemática en la educación secundaria costarricense mediante la capacitación integral –matemática, tecnológica y didáctica– de los docentes.**

Resumen Ejecutivo

El mayor problema de la educación media costarricense es la enseñanza de la Matemática. Así lo demuestran los resultados de las pruebas del examen de Bachillerato: la materia que consistentemente ha obtenido las promociones más bajas es Matemática, hasta el punto de haber sido llamada "Una piedra en el zapato...". Esta realidad se ha convertido en motivo de frustración no solo para estudiantes y padres de familia, sino para los mismos docentes y el gobierno.

El proyecto Sin Fronteras surge como una alternativa para mejorar la enseñanza de las matemáticas en secundaria mediante la capacitación profesional de sus docentes. Entre las causas del bajo rendimiento en esta materia podemos citar: insuficiente formación teórica y didáctica de los profesores, malos hábitos de estudio entre los colegiales, miedo y aversión a la matemática, ausencia de innovación en las clases. Esta variedad de problemas requiere soluciones novedosas e integrales. Sin Fronteras tiene como objetivo la capacitación del docente tanto en temas propios de la matemática, como en la aplicación novedosa de técnicas didácticas y en el uso de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información tanto para su formación como para el enriquecimiento de la práctica docente.

Descriptores: Formación Profesional, Enseñanza de la Matemática, Educación Secundaria, Tecnología Educativa, E-learning

SECCIÓN 2

Antecedentes del proyecto

El Proyecto *"Sin Fronteras: Programa de Formación Profesional para Docentes de Matemática de Educación Secundaria"* se presentó ante la Fundación CR-USA en junio de 2003, pero sus raíces se encuentran en un proyecto que la coordinadora presentó en el 2000 a la Escuela de Matemática para conmemorar el Año Mundial de la Matemática. Entre las propuestas se contemplaba el uso de la tecnología en la enseñanza y el empleo de la enseñanza virtual.



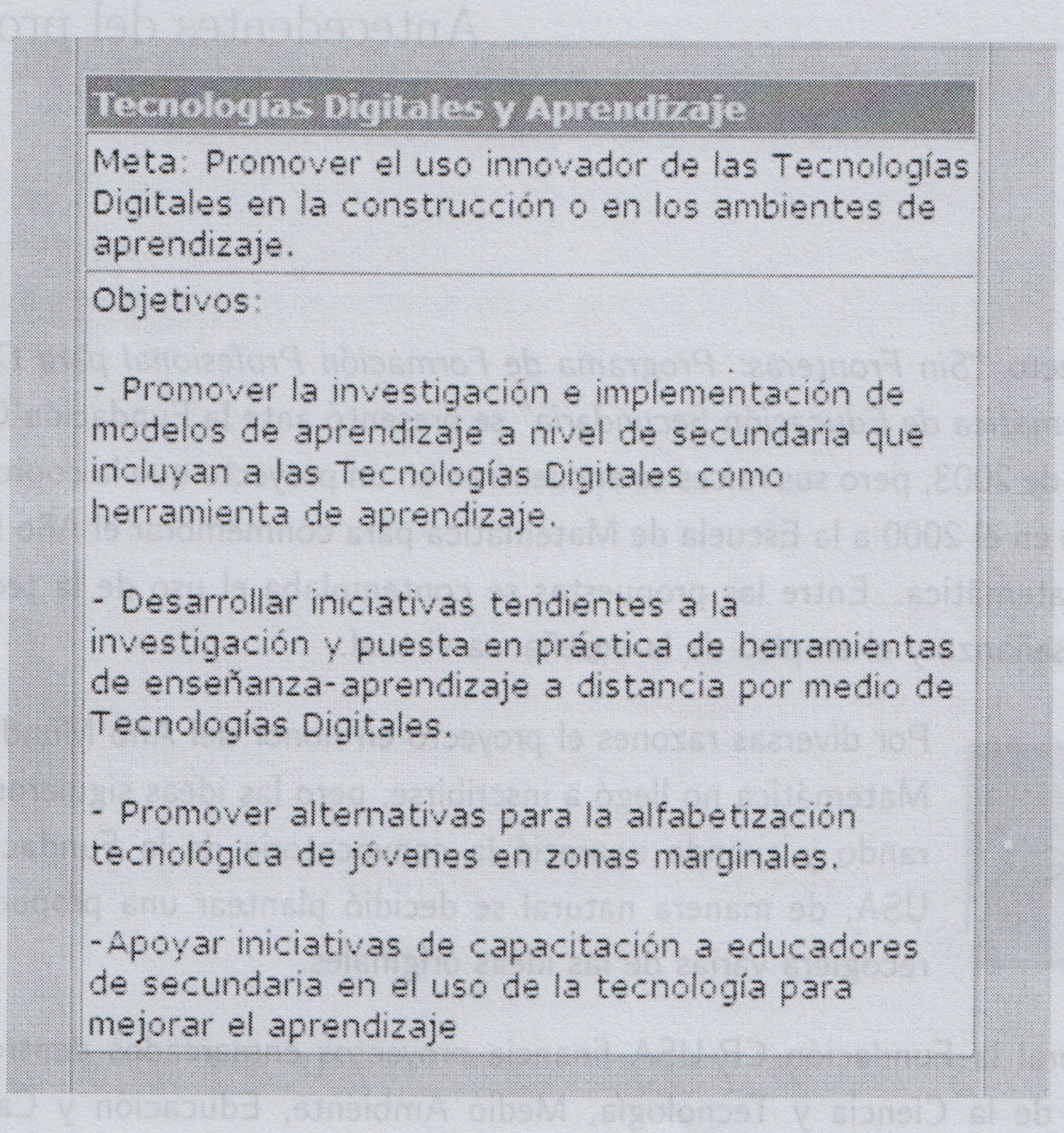
Por diversas razones el proyecto en honor del Año Mundial de la Matemática no llegó a inscribirse, pero las ideas siguieron madurando y cuando apareció la convocatoria de la Fundación CR-USA, de manera natural se decidió plantear una propuesta que recogiera varias de las ideas originales.

En general la Fundación CR-USA financia proyectos enmarcados dentro de los campos de la Ciencia y Tecnología, Medio Ambiente, Educación y Capacidad Estratégica. Las convocatorias a concurso se publican bajo el nombre de Ventanas de Proyectos y cada año se indica en ellas cuáles de las áreas serán consideradas para financiamiento.

La Ventana de Proyectos que presentó la Fundación CR-USA en el año 2003, era exclusiva para el área de educación y se dividía en dos grandes temas: *"Tecnologías Digitales y Aprendizaje"* y *"Creatividad, Pensamiento Crítico y Em-*

prendimiento". Es de reconocer a la Fundación CR-USA el impulso que ha proporcionado a la educación cada vez que las Ventanas restringieron las propuestas a esta área, ya que así se garantizó que muchos proyectos pudieran beneficiarse de los fondos disponibles sin tener que competir con proyectos mayores pertenecientes a otras áreas.

En la Fig. 2.1. se muestra el primer tema, el cual permitía plasmar a la perfección las ideas desarrolladas desde el año 2000.



Tecnologías Digitales y Aprendizaje
Meta: Promover el uso innovador de las Tecnologías Digitales en la construcción o en los ambientes de aprendizaje.
Objetivos: - Promover la investigación e implementación de modelos de aprendizaje a nivel de secundaria que incluyan a las Tecnologías Digitales como herramienta de aprendizaje. - Desarrollar iniciativas tendientes a la investigación y puesta en práctica de herramientas de enseñanza-aprendizaje a distancia por medio de Tecnologías Digitales. - Promover alternativas para la alfabetización tecnológica de jóvenes en zonas marginales. -Apoyar iniciativas de capacitación a educadores de secundaria en el uso de la tecnología para mejorar el aprendizaje

Fig. 2.1: Ventana de Proyectos 2003

En el año 2003, se consideraba que el mayor problema de la educación media costarricense era la enseñanza de la Matemática. Así lo demostraban los resultados de las pruebas del examen de Bachillerato: la materia que consistentemente

obtuvo las promociones más bajas era Matemática. Esta realidad se convirtió en motivo de frustración no solo para estudiantes y padres de familia, sino para los mismos docentes y el gobierno. Diversas políticas e iniciativas daban fe de esta preocupación nacional. Por ejemplo, el Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006 mencionaba específicamente esta materia al proponer para la educación secundaria lo siguiente:

- Promover el desarrollo del pensamiento lógico y razonamiento matemático en la población estudiantil, en todos los niveles educativos.
- Fortalecimiento de la enseñanza de la matemática incrementando en un 10 por ciento el porcentaje de estudiantes con notas mayor al mínimo en las pruebas nacionales en el período.
- Promover la formación permanente de los docentes de matemática en los contenidos y técnicas didácticas para la enseñanza.

El mismo Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica en las Políticas prioritarias para el año 2004 estableció:

> *(Art. 4.5) La Universidad apoyará toda acción innovadora que coadyuve a la enseñanza-aprendizaje de la matemática en todos los niveles del sistema educativo costarricense.*

Ante esta situación, el Proyecto Sin Fronteras propuso una alternativa para mejorar la enseñanza de la matemática en secundaria, basada en la capacitación de los docentes, no solo en temas propios de la matemática, sino también en la aplicación novedosa de técnicas didácticas y en el uso de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, tanto para su formación como para el enriquecimiento de la práctica docente.

Es sabido que entre las causas del bajo rendimiento en esta materia se encuentran la deficiente formación teórica y didáctica de algunos profesores y los malos hábitos de estudio, miedo y aversión a la matemática de parte de los colegiales. Por ese motivo, la propuesta de Sin Fronteras incluyó el ofrecimiento de cursos en los temas con porcentaje más bajo de aprobación en los exámenes de bachillerato (Funciones, Trigonometría y Geometría), en herramientas tecnológicas (Uso de Internet, Vocabulario Básico Inglés para Matemática y Escritura de Textos en LaTeX y HTML) y herramientas metodológicas (Matemáticas Recreativas, Metodología de la Enseñanza de la Matemática y Psicopedagogía).

El proyecto fue aprobado mediante un Acuerdo de Financiamiento No Reembolsable, firmado el 13 de abril del 2004 con una vigencia de 36 meses, del 2 de enero del 2004 al 1 de enero del 2007. Posteriormente se aprobó una extensión hasta diciembre del 2007.

Hasta el momento se han impartido los siguientes cursos:

- Geometría para el Ciclo Diversificado, se desarrolló en las provincias de Guanacaste, Cartago y Alajuela.
- Funciones para el Ciclo Diversificado, que se llevó a cabo en la Sede Rodrigo Facio y en Santa Cruz, Guanacaste.
- Trigonometría para el Ciclo Diversificado, que se impartió en la Sede Rodrigo Facio, de la Universidad de Costa Rica.
- Metodologías Novedosas de la Enseñanza de la Matemática, en el Colegio Mario Quirós Sasso de Tres Ríos, Cartago. Este curso fue solicitado por un grupo de docentes. Es una variante del curso de Metodología.
- Profundizando en las Herramientas Básicas de Office, en el Colegio Técnico Profesional Mario Quirós Sasso, Tres Ríos.
- Estrategias Lúdicas y Creativas para Enlazar II y III ciclo, se desarrolló en Tejar de El Guarco. Es una variante del curso de Matemática Recreativa.
- Vocabulario Básico Matemático en Lengua Inglesa, se impartió en la Sede Rodrigo Facio, de la Universidad de Costa Rica.

- Psicopedagogía, se impartió en Tres Ríos de Cartago.
- Uso de Internet como Herramienta de Comunicación y de Aprendizaje, desarrollado en Tres Ríos de Cartago.
- LaTeX (se está impartiendo en línea).



Fig. 2.2: Supervisores y directores de los colegios de la Región Educativa de Santa Cruz durante el Taller de Uso de Internet

Además se impartieron varios talleres y charlas, entre ellos "Uso de la Plataforma Moodle para Cursos en Línea" (en San Carlos, San Ramón, Guápiles, Santa Cruz y San José), "Liderazgo para el Mejoramiento de la Enseñanza" (en San José, Santa Cruz, Cartago y Guápiles), "Elaboración de Páginas Web" (en San José), "Uso de la Calculadora TI83" (en San José y San Ramón) y "Taller de Origami" (en San José).

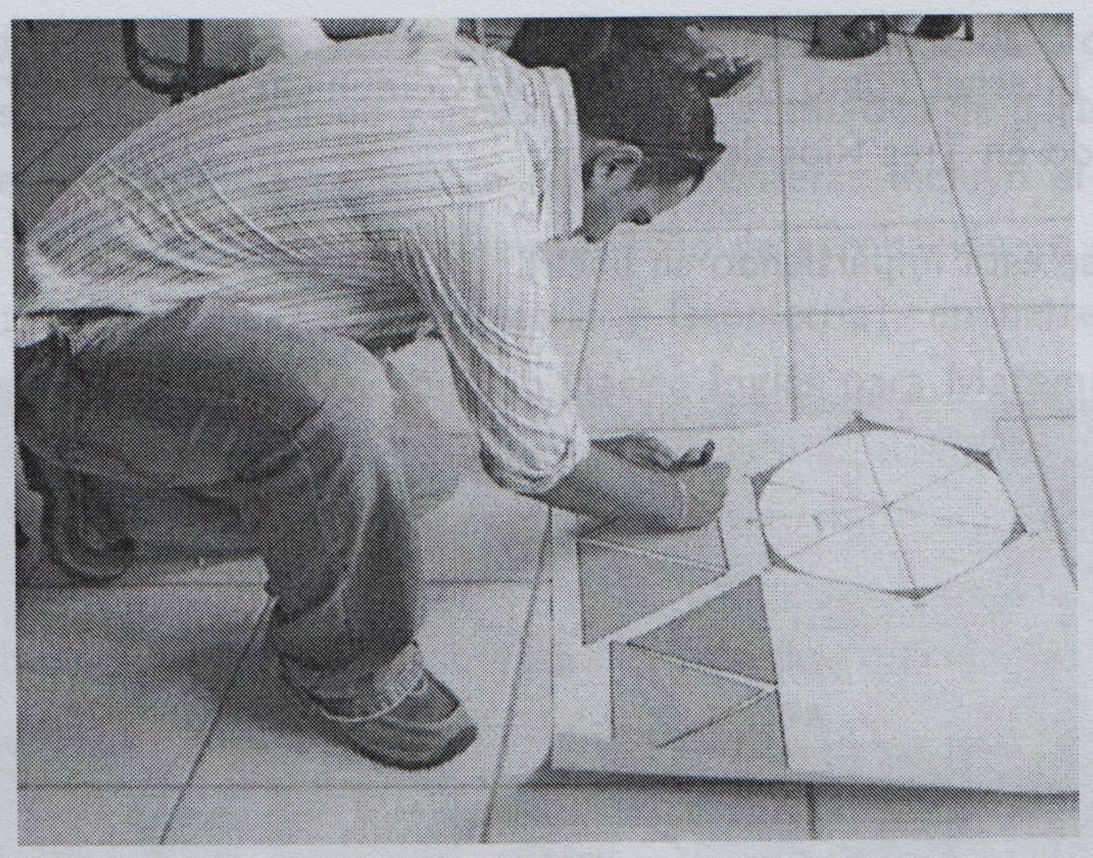


Fig. 2.3: Docente de Santa Cruz preparando material didáctico



Fig. 2.4: Taller Exploratorio (escritura de páginas web) impartido por la Dra. Sonia Rodríguez a un grupo de investigadoras del Proyecto Actualización de la CIEA en Educación Virtual (Proyecto financiado por CR-USA)

SECCIÓN 3

Cumplimiento de objetivos

Todo proyecto se plantea mediante una serie de objetivos definidos a partir de un conocimiento previo del problema que se quiere resolver. Sin embargo, después de que se pone en marcha el proyecto, surgen dificultades inesperadas o se amplía el conocimiento del problema mediante la investigación y necesariamente hay que ajustar o modificar algunos objetivos. El Proyecto Sin Fronteras no es una excepción, hubo que hacer cambios y adaptarse a las condiciones que se fueron presentando. Sin embargo, en esencia, el Proyecto logró mantener su filosofía de innovación y su propuesta de formación holística de los docentes.

A continuación procederemos a analizar los objetivos planteados inicialmente, así como las modificaciones y la justificación de los cambios.

Objetivo general:

Contribuir al mejoramiento de la enseñanza de la Matemática en la educación secundaria costarricense mediante la capacitación integral - matemática, tecnológica y didáctica - de los docentes.

Informe Final Proyecto Sin Fronteras (2004-2007)

Creemos que el proyecto Sin Fronteras ha cumplido a cabalidad con el objetivo general, poniendo un granito de arena en la solución de un problema que es muy complejo y que por desgracia se encuentra presente en todo el país. Este esfuerzo debe mantenerse y en lo posible extenderse a mayor número de regiones, pero esto solo se logrará con el apoyo del Ministerio de Educación Pública, pues la tarea es gigantesca. Sin embargo, ha sido un buen comienzo.

A partir del año 2008, el Proyecto Sin Fronteras amplió el objetivo general, para que incluya tanto la enseñanza primaria como la secundaria.

3.1 Objetivos específicos

Los siete objetivos específicos planteados en la propuesta original se pueden agrupar en tres clases:

1. **Intercambio y colaboración**

   - Implementar un programa de intercambio y colaboración con la Facultad de Educación de Pennsylvania State University.

2. **Oferta de cursos de capacitación**

   - Elaborar tres módulos de capacitación de 40 horas cada uno, en temas matemáticos: Geometría, Funciones y Trigonometría.
   - Elaborar tres módulos de capacitación en herramientas tecnológicas (de 40 horas cada uno): Vocabulario Básico Matemático de Lengua Inglesa, Uso de Internet como Herramienta de comunicación y Aprendizaje, Escritura de documentos en LaTeX y HTML.
   - Elaborar tres módulos de capacitación en herramientas metodológicas (de 40 horas cada uno): Matemáticas Recreativas, Metodología de la Enseñanza de la Matemática y Psicopedagogía.

3. **Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs)**

- Crear una Comunidad de Aprendizaje entre todos los participantes (docentes de secundaria, profesores de la Universidad de Costa Rica y de Penn State) donde se sigan compartiendo experiencias que enriquezcan la práctica docente de todos sus miembros.
- Crear un sitio Web que sirva de soporte a la Comunidad de Aprendizaje.

3.2 Cumplimiento de los objetivos específicos

En el desarrollo de cualquier proyecto, los objetivos específicos son los que tienen mayor probabilidad de ser modificados e incluso cambiados, debido a la marcha del proyecto y a las dificultades o nuevas oportunidades que se van presentando. El Proyecto Sin Fronteras, tuvo que modificar o adaptar algunos de los objetivos específicos, debido a las condiciones que se iban presentando. Sin embargo, en términos generales, se cumplió con los objetivos específicos propuestos, aunque con las modificaciones que se detallarán a continuación.

Objetivos de Intercambio y colaboración

1. Intercambio y colaboración:
Implementar un programa de intercambio y colaboración c on la Facultad de Educación de Pennsylvania State University.

El intercambio con instituciones, grupos o empresas estadounidenses es un requisito indispensable contemplado en el Acuerdo. Se planteó iniciar la colaboración con Pennsylvania State University por la calidad de sus programas. Se logró

firmar una Carta de Intenciones y se efectuó un viaje de capacitación para los integrantes del proyecto. Esta visita a Penn State tuvo lugar en enero del 2004 e inició con una estadía de dos días en New York City para comprar tiquetes de bus hacia State College (ciudad donde está localizada Penn State) y adquirir ropa adecuada para el invierno.

En Penn State fuimos atendidos por la oficina de Outreach, International Programs and Technology, dirigida por la Dra. Patricia Nelson, quien asignó a la Sra. Helga Stockes, estudiante avanzada del doctorado (hoy doctora), para que se encargara de acompañar a nuestro grupo en todas las actividades y de apoyar con la traducción al español en caso necesario. La Dra. Stockes cumplió de manera impresionante sus funciones y logró acomodar una cantidad de reuniones, talleres y actividades mayor de lo esperado.

El objetivo principal del viaje era entrevistarse con la mayor cantidad posible de personas involucradas en educación en el área de Matemáticas, con encargados de programas de capacitación profesional a docentes de enseñanza secundaria, expertos en educación a distancia, uso de tecnología en el aula y educación en línea. Esta fue una decisión acertada que se tomó durante la etapa previa de preparación del viaje – setiembre a diciembre del 2003. La idea original (plasmada en la propuesta) de asistir únicamente a un taller sobre uso de tecnología se consideró muy limitada y hasta cierto punto un desperdicio de recursos, dado el calibre de muchos de los docentes de la Facultad de Educación (College of Education). El ampliar los objetivos de la visita a Penn State nos permitió adquirir un panorama más amplio sobre lo que puede y debe ser un proyecto de formación profesional como el propuesto por Sin Fronteras.

Entre las personas del área de Educación Matemática que nos recibieron, nos contaron sus experiencias y nos donaron material de apoyo se encuentran la Dra. M. Kathleen Heid, Dra. Rose M. Zbiek, Dr. Glen Blume y Dr. Tad W atanabe, todos de reconocido prestigio a nivel internacional. Con las Dras. Heid y Zbiek, discutimos el uso e impacto de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas, que es su campo de investigación. En particular ellas han investigado extensamente el uso de calculadoras por parte de los estudiantes.

El Dr. Glen Blume es el encargado de un programa de capacitación de profesores de matemática en enseñanza media que Penn State dirige en el área de Pittsburg. Con él pudimos conversar sobre qué tipo de instrucción es el más efectivo en este tipo de programas, cuáles actividades permiten a los participantes integrar a su práctica docente los conocimientos y las nuevas destrezas aprendidas. Para nosotros fue muy alentador que él considerara nuestro proyecto como innovador y apropiado.

Finalmente, el Dr. Watanabe nos dió una descripción detallada de cómo funciona la educación continua de los docentes en Japón mediante lo que se conoce como *Lesson Study*. Esta práctica, totalmente arraigada dentro del quehacer diario del profesor japonés, ha empezado a calar en ciertos grupos de los Estados Unidos. Consiste en la discusión y preparación en grupo de cada lección, previendo hasta el mínimo detalle del uso de la pizarra y los posibles errores de los estudiantes. Después de este *"crash course"* en Lesson Study decidimos aplicar aquí el método adaptado a nuestra realidad, pero no es sencillo: los educadores en Japón permanecen en el colegio al menos dos horas después de que los estudiantes han salido y aprovechan ese tiempo – reconocido dentro de su carga académica – para las labores de planeamiento y preparación.

También participamos en una serie de talleres diseñados especialmente para nosotros en los siguientes temas: Uso de WebQuest, Uso de pizarras electrónicas, Uso de Rúbricas con RubiStar (http://rubistar.4teachers.org/index.php), Teacher's line (http://www.pbs.org/teacherline), Edición de video (con i-movie) y Grabación de video.

Algunas de las visitas llevadas a cabo en Penn State incluyeron conocer el recién estrenado IST Building con el Cybertorium (auditorio para unas 300 personas dotado de computadoras en cada puesto), World Campus (campus virtual de Penn State), visita a una Charter School, observación de una clase de enseñanza de la matemática impartida por la Dra. Susan Feeley según las teorías del constructivismo y finalmente una entrevista con el Dr. Michael G. Moore, editor de la prestigiosa revista *The American Journal of Distance Education*. El Dr. Moore colaboró además en la implementación de un programa de formación profesional

a distancia para miles de docentes brasileños y es una autoridad en su campo. Sus recomendaciones y advertencias fueron muy valiosas.

Como se ve, el viaje a Penn State fue muy amplio y productivo. En términos económicos, sin embargo, fue más oneroso de lo esperado, ya que hubo que pagar 2,300 dólares por los servicios de la oficina de Outreach. Al final, el costo de este viaje pesó en la difícil decisión de no efectuar el resto de los viajes planeados inicialmente a Penn State.

Cabe destacar que además, no se logró la implementación de un programa de intercambio y colaboración con Penn State, a pesar de que impulsamos esta idea en una reunión con la señora rectora, Dra. Yamileth González, antes de una visita suya a Penn State. Por alguna razón Penn State solo promovió en dicha oportunidad un convenio con la Facultad de Agronomía. Esta situación, obviamente, escapó a nuestro control pues obedece a las políticas institucionales de ambas universidades.

3.3 Otros intercambios y colaboraciones

Desde el inicio de la ejecución del Proyecto Sin Fronteras logramos establecer alianzas con otras instituciones como Intel y la Fundación Omar Dengo (FOD), que con el tiempo vinieron a complementar la colaboración inicial de Penn State.

Estas alianzas no estaban programadas en la propuesta inicial y se desarrollaron después de que la Fundación CR-USA nos pidiera como requisito para la aprobación del Proyecto, que se coordinara las actividades de capacitación con Intel. Aunque lo desconocíamos en ese momento, la FOD tenía un programa de capacitación llamado Comunidad de Colaboración, también dirigido a docentes de matemática y financiado por Intel.

Para cumplir con este requisito, nos reunimos en las instalaciones de Intel con la Sra. Mary Hellen Bialas a finales del 2003. Ese mismo día, la Sra. Bialas nos invitó a la reunión que sostendría con docentes del Instituto Tecnológico de Costa

Rica que participaban en la Comunidad de Colaboración. En esta segunda reunión conocimos los detalles de un viaje de capacitación a California, Estados Unidos, que realizarían en enero del 2004 varios docentes del proyecto de la FOD. Los integrantes del equipo de trabajo de Sin Fronteras también teníamos preparado el viaje de capacitación a Penn State para enero del 2004. Se acordó entonces compartir las experiencias obtenidas por ambos grupos y de esa manera optimizar el uso de los recursos. Durante una reunión celebrada en marzo del 2004 en las instalaciones de la FOD, ambos grupos expusieron las experiencias obtenidas en el respectivo viaje. Como dato curioso, para fomentar la capacidad de comunicación en el idioma inglés de todos los integrantes, se nos pidió hacer la presentación en dicho idioma.

Después de estas primeras reuniones, siguió una serie de encuentros y sesiones de capacitación tanto en Costa Rica como en Estados Unidos. Intel trajo al país a la Sra. Julie Dunkle, con quien tuvimos varias sesiones de trabajo. Ella es funcionaria de Intel en California y además fue docente de matemática de secundaria, así que su experiencia e ideas fueron de gran ayuda en la conceptualización de algunos aspectos que luego se implementaron en los cursos, tales como el uso de preguntas abiertas para orientar la discusión y la incorporación de temas de la vida cotidiana en el aula. Con la Sra. Dunkle también nos reunimos en California, durante un viaje de capacitación a Freemont, California, en el otoño del 2004.

Intel asumió los gastos de tres viajes de capacitación para miembros del equipo de Sin Fronteras y de la FOD. La Dra. Sonia Rodríguez viajó en el 2004 junto con la Master Patricia Escalante (FOD) y la Asesora Nacional de Matemática del MEP, Lic. Roxana Martínez, a un curso de capacitación en Freemont, California. En este curso se tocaron temas relacionados exclusivamente con la enseñanza de la matemática y se hizo una visita a una escuela de curriculo integrado en San José, California. En esta visita todos los participantes del curso tuvimos oportunidad de observar una lección, utilizando el método de "preconference, observation, postconference".

En el 2005 la Dra. Sonia Rodríguez y el asesor de Matemática del MEP de la Región Educativa de San José, Lic. Juan Pablo Serrano, participaron en el curso

Lenses on Learning, dirigido especialmente a administradores de la educación y con una componente de liderazgo. Dicho curso lo ofreció el EDC (Education Development Center) en Lexington, Massachusetts. *Lenses on Learning* ofrece un enfoque interesante pues pretende "capacitar a los entrenadores" y procura la sensibilización de los administradores hacia la problemática que enfrentan los docentes de matemática en el aula. Esta capacitación ha sido fundamental para entender las dificultades y presiones que experimentan los administradores y ha permitido implementar talleres a directores, asesores y supervisores en las regiones educativas de San José, Guápiles y Santa Cruz. Se ha planteado la necesidad de ofrecer una versión adaptada de este curso para administradores, pero aún no se ha podido implementar. Con el objetivo de trabajar en el desarrollo de dicho curso y de darle una orientación hacia el análisis de datos relacionados con el aprendizaje y el mejoramiento institucional, se compraron algunos libros en febrero del 2008[1]. Se espera que el curso se empezará a ofrecer en el 2009, como parte de los Proyectos *"Sin Fronteras"* y *"Educación Permanente Norte-Sur"*, al cual nos referiremos después.

Por otra parte las licenciadas Julieta Rodríguez y Carolina Piedra del Proyecto Sin Fronteras, participaron en el 2005 en compañía de la Master Patricia Escalante (FOD) en el curso *Developing Mathematical Ideas*, en Boston. Este último curso también es implementado por el EDC (Education Development Center). Como resultado de esta experiencia, las Lic. Rodríguez y Piedra han elaborado una adaptación del curso al curriculum costarricense y lo han impartido dentro del Proyecto Sin Fronteras.

Como se ha mostrado, la relación con Intel y la FOD ha sido fructífera, hasta el punto que el proyecto Sin Fronteras se hará cargo de ahora en adelante de los cursos de capacitación que ofrecía la Fundación Omar Dengo en el campo de la matemática, en caso de que sean solicitados y en la medida de las posibilidades económicas. Esto es beneficioso tanto para Sin Fronteras como para la FOD, ya que se evita la duplicidad de esfuerzos.

---

[1]Data Wise: A Step-by-Step Guide to Using Assessment Results to Improve Teaching And Learning, Data Analysis for Continous School Improvement

06.06.02
1284
002766

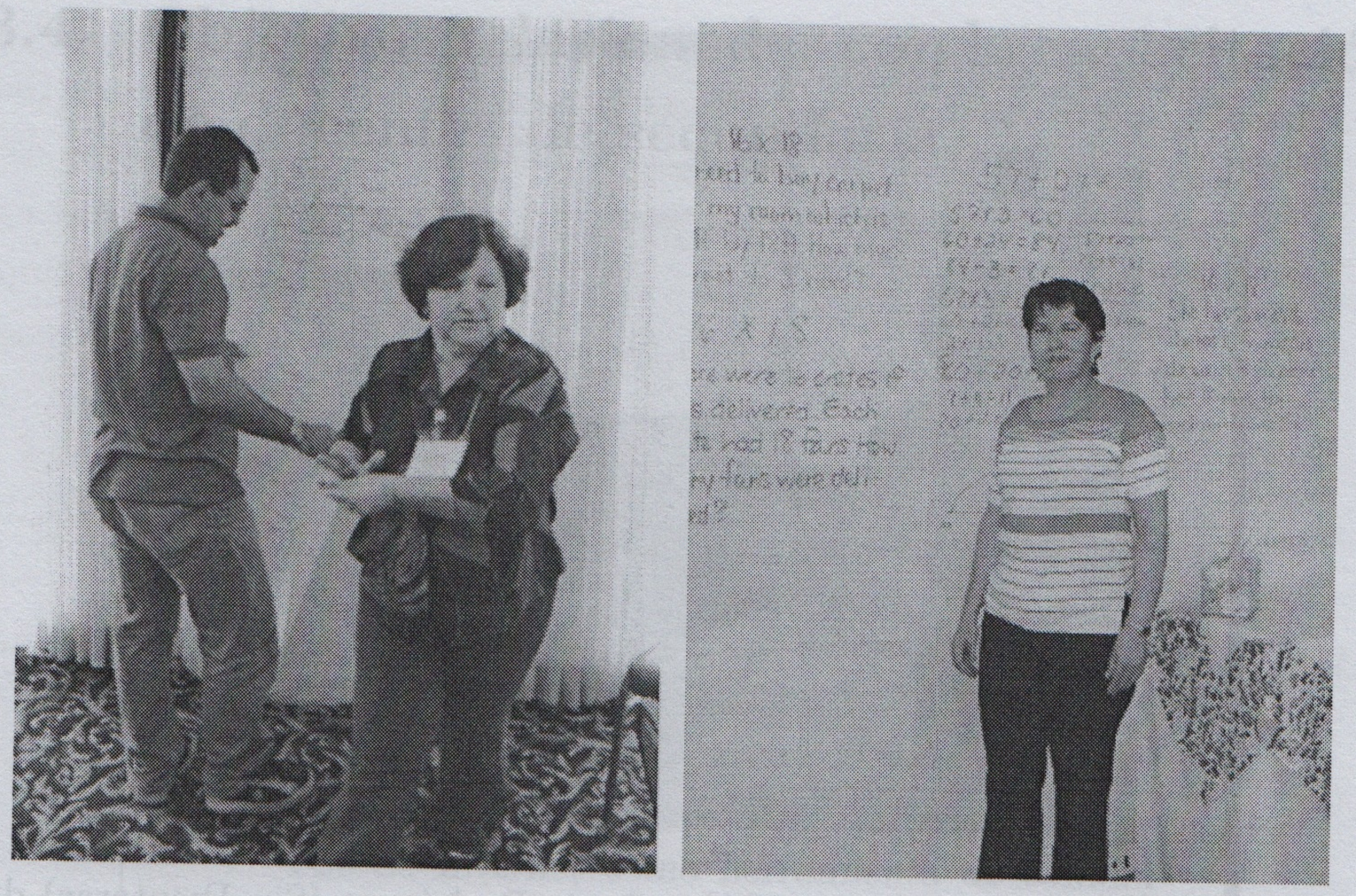


Fig. 3.1: Juan Pablo Serrano (MEP) y Sonia Rodríguez (Sin Fronteras) en el curso *Lenses on Learning*; Julieta Rodríguez (Sin Fronteras) en el Curso *Developing Mathematical Ideas*

En resumen, Penn State nos proporcionó una visión amplia de los problemas que más aquejan la educación, así como de posibles soluciones y nos permitió un acercamiento de primera a la tecnología. Por su parte, las capacitaciones patrocinadas por Intel iban más enfocadas a temas muy concretos y prácticos. La combinación resultó perfecta: una nos amplió definitivamente el panorama aumentándonos el campo de visión y después la otra nos enfocó de nuevo en lo puntual, lo concreto. Con esto creemos se cumplieron los objetivos de intercambio y colaboración, aunque los objetivos iniciales variaron, ya que hubo que desistir de un acuerdo permanente y formal con Penn State y por otro lado se contó con la alianza con Intel que no se previó en la propuesta.

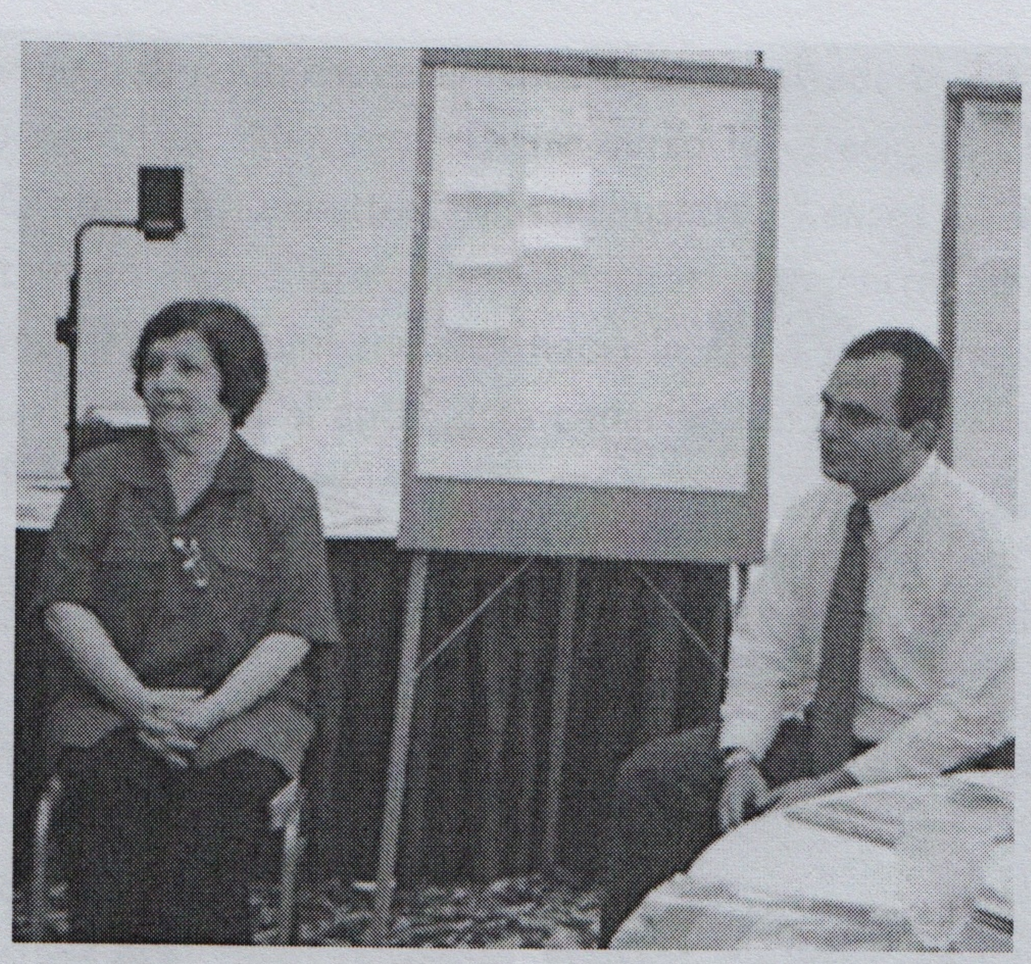


Fig. 3.2: Juan Pablo Serrano (MEP) y Sonia Rodríguez (Sin Fronteras) durante la presentación final en el curso *Lenses on Learning*

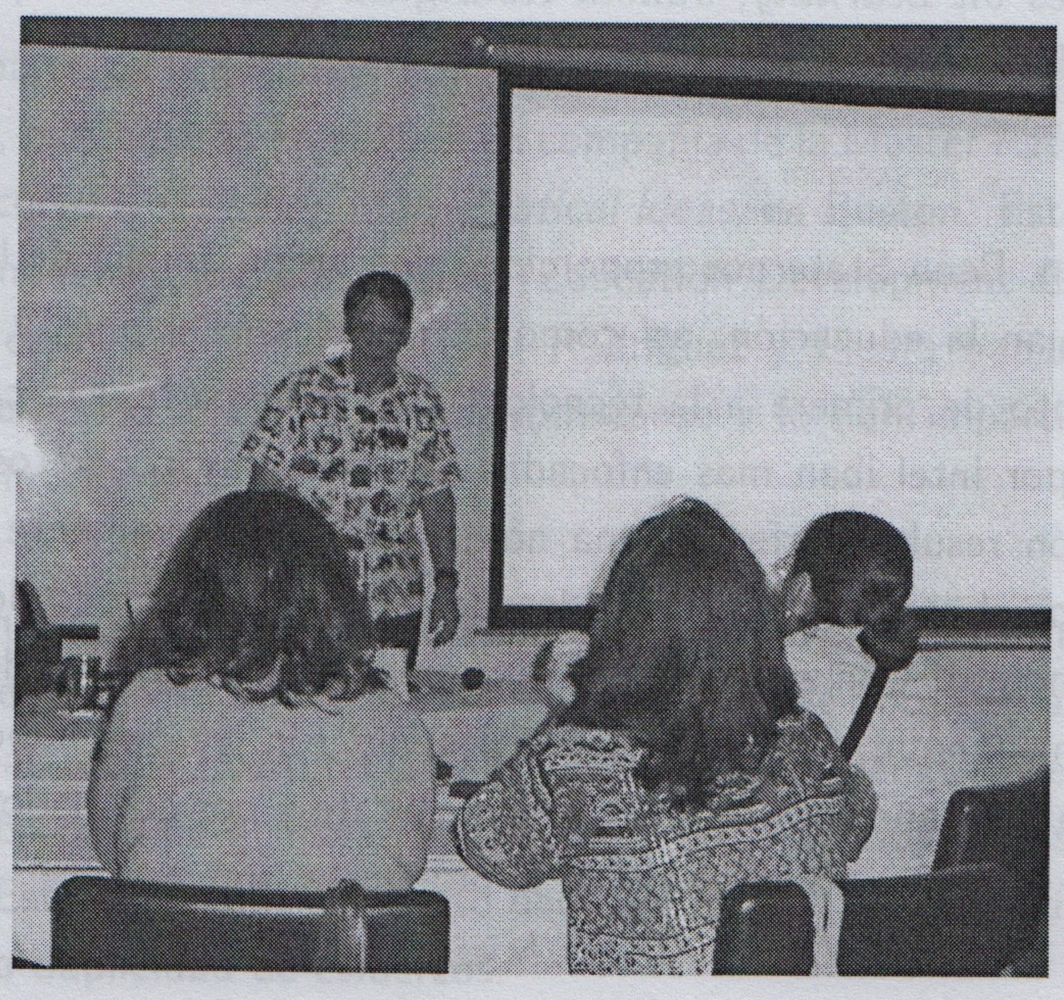


Fig. 3.3: Taller en Aprendizaje por Proyectos, implementado por Intel y la FOD, impartido por el Dr. David Moursund

3.4 Objetivos relacionados con la capacitación de docentes de secundaria

2. Oferta de cursos de capacitación:

   - *Elaborar tres módulos de capacitación de 40 horas cada uno, en temas matemáticos: Geometría, Funciones y Trigonometría.*
   - *Elaborar tres módulos de capacitación en herramientas tecnológicas (40 horas cada uno): Vocabulario básico matemático de lengua inglesa, Uso de Internet como herramienta de comunicación y aprendizaje, Escritura de documentos en LaTeX y HTML.*
   - *Elaborar tres módulos de capacitación en herramientas metodológicas (40 horas cada uno): Matemáticas recreativas, Metodología de la Enseñanza de la Matemática y Psicopedagogía.*

Definitivamente, la escogencia y elaboración de materiales para ofrecer los módulos de capacitación y sobre todo la implementación de los mismos en varias regiones del país, ha sido la actividad que más tiempo y esfuerzo ha demandado del equipo de colaboradores del proyecto, ya que es la razón de ser del mismo. De los nueve cursos propuestos, algunos se han ofrecido varias veces mientras que otros se dieron una sola vez. Esto muestra que a pesar de las dificultades encontradas, se ha cumplido con lo propuesto en los objetivos específicos de capacitación.

A continuación veremos de manera rápida cómo se ha desarrollado la implementación de cada uno de ellos.

Geometría Se ofreció en la Universidad de Costa Rica (2005), Cartago (2006), San Ramón (2006), Santa Cruz (2006), por segunda vez en Cartago (Dic. 2006) y en Alajuela (Dic. 2006). Las dos implementaciones de diciembre 2006 se ofrecieron como colaboración al esfuerzo del MEP por ofrecer capacitaciones dentro de las últimas dos semanas del curso lectivo. Este curso también se ofreció en Guápiles en horarios diurno y nocturno, pero después de tres sesiones se suspendió por dificultades con la asistencia.

Funciones Se ofreció en la Universidad de Costa Rica (2005) y en Santa Cruz (2006)

Trigonometría Se ofreció una sola vez en la Universidad de Costa Rica (2005) a docentes de San José.

Vocabulario básico en inglés Se ofreció una sola vez en la Universidad de Costa Rica a docentes de Tres Ríos (2006).

Uso de Internet Se impartió en Tres Ríos (2006). Además se ofrecieron talleres de 4 horas en Guápiles (a directores), Guápiles (a docentes), San Carlos, San Ramón, Santa Cruz (directores) y Santa Cruz (docentes).

Escritura de documentos en LaTeX Se ofrecerá una versión en línea cuando la demanda lo amerite. El curso se inició con sesiones presenciales en el 2006 en Tres Ríos pero se suspendió después de tres sesiones por dificultades en la asistencia.

Matemática Recreativa Se ofreció una versión llamada "Matemática Lúdica y Creativa: Transición entre II y III ciclo" en el 2007 en Tejar del Guarco, Cartago. Se está elaborando otra versión que incorpora Origami. También se impartió un taller de 4 horas de Origami a maestras de primaria.

Metodología Matemática Se impartió en Tres Ríos, Cartago (2006) en una versión llamada "Metodologías Novedosas en la Enseñanza de la Matemática" y en Santa Cruz (2006). También se ofreció la versión llamada "Encontrando el Gusto por la Matemática" en el 2007 en Tejar del Guarco, Cartago.



Fig. 3.4: Docentes aprendiendo el uso del teodolito, durante una sesión práctica del curso de Trigonometría

Psicopedagogía Se impartió el módulo de 40 horas elaborado por la Master Inés Alfaro en Tres Ríos (2006). También se ofreció un taller de Psicopedagogía en Santa Cruz durante el año 2007. Este taller se adaptó a los temas que solicitaron los docentes.

Cabe mencionar que el curso que inicialmente se planteó con el nombre "Escritura de documentos en LaTeX y HTML", se decidió que era conveniente separarlo en dos módulos de 40 horas cada uno. La parte correspondiente a escritura de páginas Web en HTML no se ha ofrecido todavía como curso completo, aunque sí se ofreció en el 2005 un Taller de 8 horas a las integrantes del Proyecto Actualización de la CIEA en Educación Virtual (Fig. 1.4). En la actualidad, sigue siendo válido ofrecer un taller de conocimientos básicos en escritura de HTML, sin embargo, las tecnologías han cambiado muy rápido y en lugar de enfocarse exclusivamente en la escritura de simples páginas web sin soporte, es más útil que los docentes aprendan a escribir páginas dentro de Blogs o inclusive dentro de plataformas como Moodle. Por esta razón el curso deberá ser rediseñado.

Además de los cursos contenidos en la propuesta, se implementó en el 2007 un curso llamado "Profundizando las Herramientas de Office". Este se impartió



Fig. 3.5: Participantes en el Curso de Vocabulario Básico de Lengua Inglesa para Matemática.

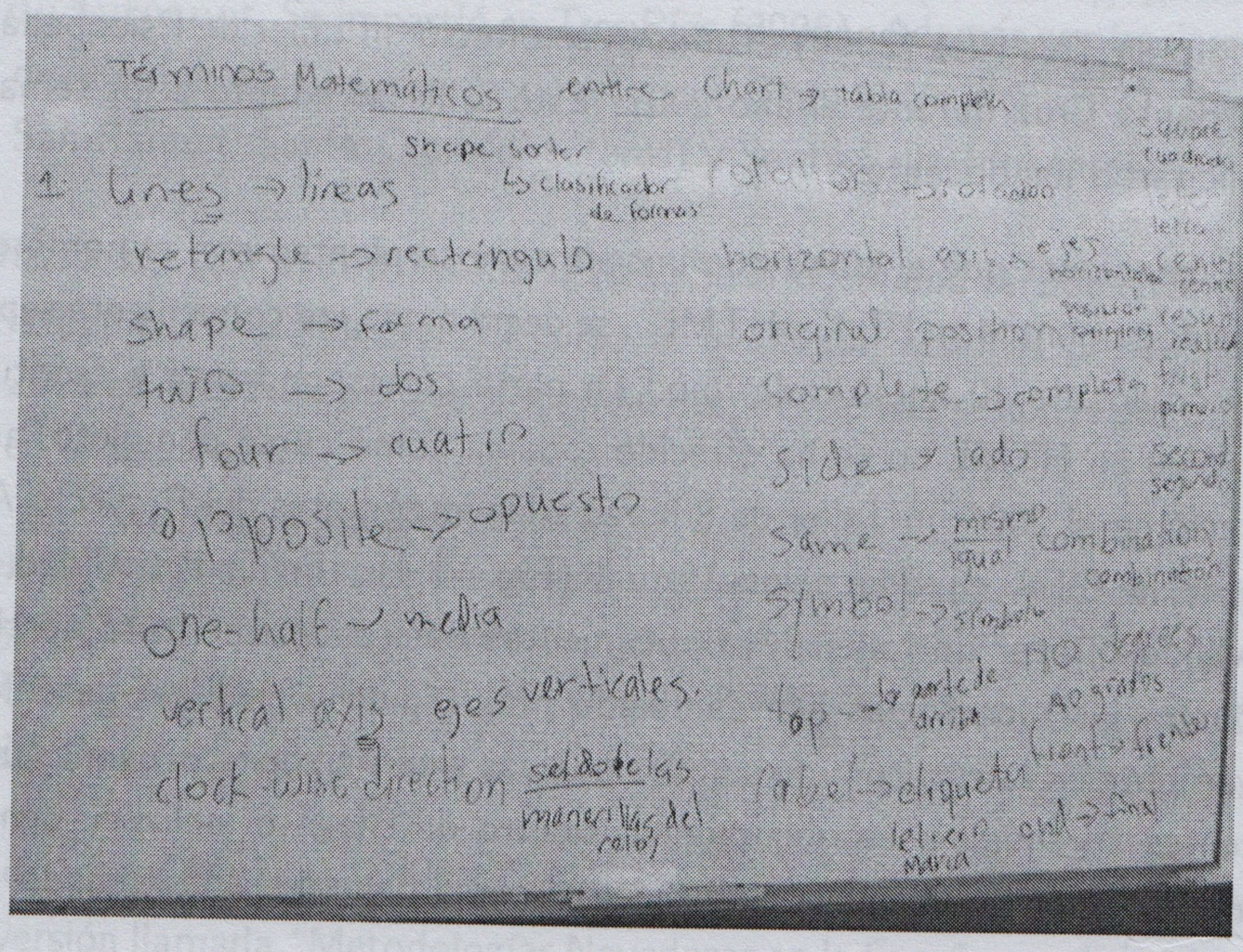


Fig. 3.6: Términos nuevos para los participantes en el curso de Vocabulario Básico de Lengua Inglesa para Matemática

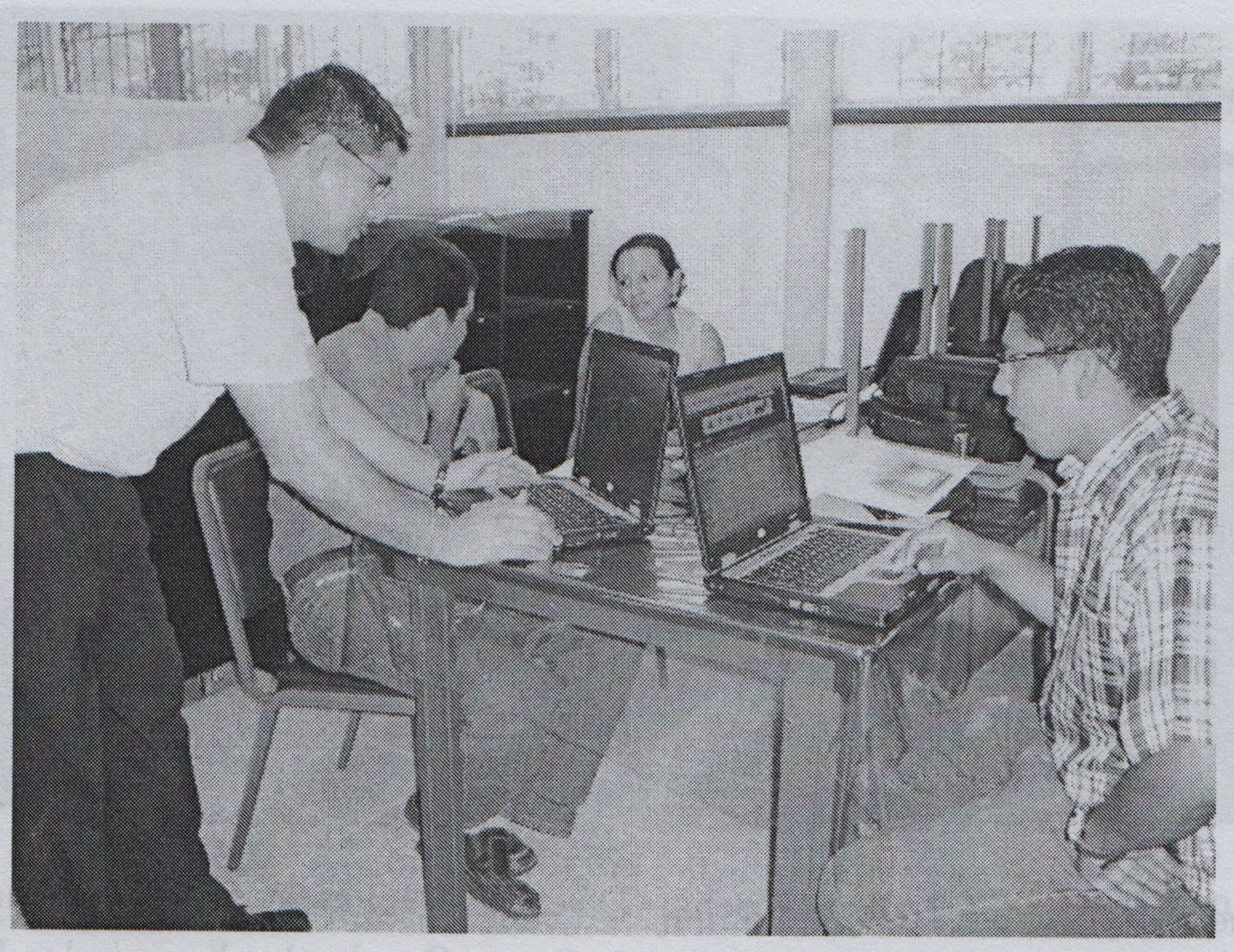


Fig. 3.7: Docentes de Guápiles durante una sesión del curso de Geometría



Fig. 3.8: La Dra. Alejandrina Mata y colegas de CONARE durante el Taller Exploratorio, aprendiendo a elaborar páginas Web en el laboratorio del INIE.

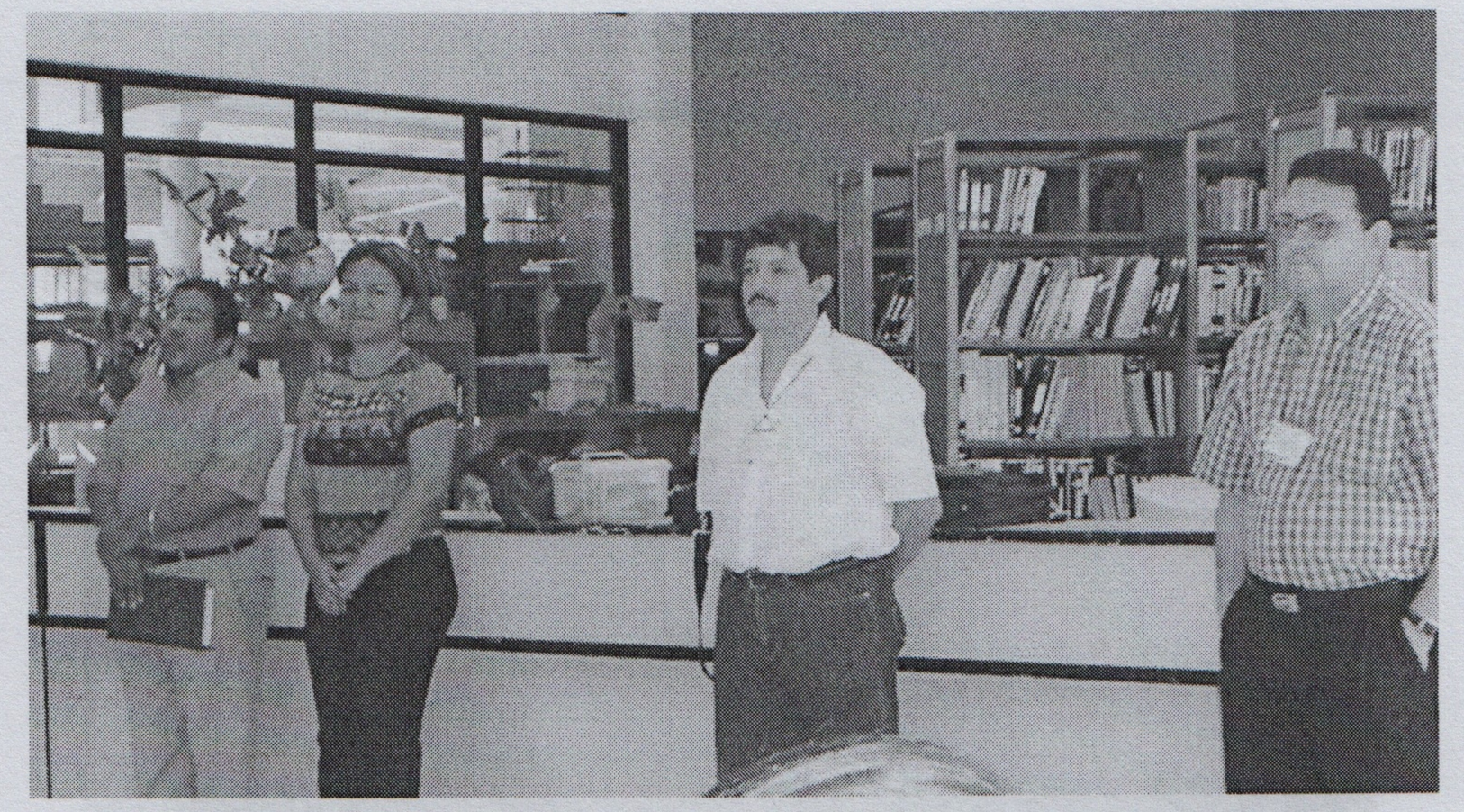


Fig. 3.9: El Master Moisés Rocha (Director Regional), la Lic. Ana Virginia Berríos (asesora de Matemática de Santa Cruz) y los licenciados Mynor Chacón y Edgardo Arita del Proyecto Sin Fronteras durante la inauguración del trabajo de colaboración con la Dirección Regional de Santa Cruz.

a estudiantes del Colegio Técnico Profesional Mario Quirós Sasso de Tres Ríos, a solicitud de los interesados, ya que consideraban que les faltaba adquirir destrezas computacionales y se encontraban prontos a graduarse. A raíz de la experiencia con este curso se decidió ofrecer cursos similares a docentes pero utilizando Open Office, ya que es software libre. También se elaboró un curso de Robótica de 20 horas de duración.

Por otra parte, en el 2007 se realizó una labor de capacitación de 80 horas en Santa Cruz, siguiendo la metodología de Investigación-Acción. En este curso se tocaron los temas que iban solicitando los mismos docentes, así que se incorporaron partes de los cursos de Funciones, Geometría, Trigonometría y Metodología Matemática, complementados por charlas de Psicopedagogía. Esta metodología se implementó para responder a las inquietudes del Master Moisés Rocha, Director Regional del MEP en Santa Cruz.

El Sr. Rocha nos había expresado a finales del 2006 su preocupación, pues



Fig. 3.10: Docentes de Santa Cruz trabajando en la solución de problemas de geometría.

algunos directores consideraban que los docentes no lograban mejores resultados en cuanto a promoción después de asistir a cursos de capacitación. Aún cuando se sabe que los resultados en educación nunca son instantáneos, sino que se requiere de procesos sostenidos por períodos de algunos años, se decidió que la mejor opción para ver resultados la ofrecía la metodología de Investigación-Acción. Esta permite trabajar con mayor participación de los docentes y se implementó con un grupo de 12 de ellos, seleccionados por pertenecer a los colegios con índices más altos de repitencia y deserción. Aunque no hay forma de medir en este momento el impacto directo en los estudiantes, sí estamos seguros que se llenaron algunas deficiencias matemáticas de parte de los docentes, evidenciadas en una prueba de diagnóstico que se les hizo al inicio del curso.

El trabajo con los docentes de Santa Cruz continuó durante el 2008 cuando se impartieron dos cursos nuevos: Evaluación en Geometría e Introducción a la Hoja de Cálculo OpenOffice Calc. Para diciembre del 2009 se planea de nuevo ofrecer dos cursos en la región.

3.5 Objetivos relacionados con la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación

3. Utilización de las TICs:

   - *Crear una Comunidad de Aprendizaje entre todos los participantes.*
   - *Crear un sitio Web que sirva de soporte a la Comunidad de Aprendizaje.*

En la utilización de las TICs es donde mayores dificultades hemos encontrado y los resultados son mixtos. Desde el año 2005 cuando se ofrecieron los primeros cursos de capacitación, hemos utilizado una metodología bimodal, es decir, se imparten sesiones presenciales y también se envían materiales por correo electrónico o se utiliza un sitio Web. El sitio Web se implementó desde el inicio utilizando la plataforma de gestión de cursos Moodle y en algunos momentos ha estado hospedado en el servidor del INIE, otras en el servidor de Sin Fronteras y en otras ocasiones hemos utilizado un servidor de la Escuela de Matemática.

La experiencia de trabajo de estos años nos ha mostrado que el correo electrónico es la herramienta que adoptan con más facilidad los docentes. Sin embargo, nos ha tocado en numerosas ocasiones, empezar los cursos explicando cómo abrir una cuenta de correo pues los docentes nunca lo habían utilizado. Para muchos docentes este simple paso es difícil de dar y requiere de una gran paciencia y tacto de parte del facilitador, pero una vez que aprenden a utilizarlo se muestran muy entusiasmados. Sin embargo, otra cosa muy distinta es la utilización de herramientas más especializadas, como foros, sesiones de chat o tareas que requieran la subida de archivos a la plataforma de cursos: hay docentes que no las utilizan

nunca.

Otra experiencia de resultados mixtos es el curso "Uso de Internet como Herramienta de Comunicación y Aprendizaje", ofrecido en Tres Ríos. Se contó con una asistencia continua de parte de los 11 participantes, quienes en numerosas ocasiones manifestaron su entusiasmo. Algunos participantes empezaron desde cero en el uso de Internet y aprendieron a crear una cuenta de correo y a utilizarla, a hacer búsquedas de información y de imágenes en Google y se les mostró cómo ver diversos puntos del globo con ayuda de Google Earth.

Además tuvieron ocasión de visitar una variedad de sitios de interés práctico (Amazon y sitio Web del MEP, por ejemplo) y otros de interés cultural (museos en línea, webcams en Italia, las pirámides de Giza, el Muro de los Lamentos). Finalmente, se les mostró cómo hacer blogs y cómo incorporar imágenes y videos en el mismo. Sin embargo, cuando se pidió la creación de un blog como trabajo final, requisito para la obtención del certificado de aprovechamiento, ninguno de los participantes logró realizar con éxito dicha tarea. La impresión es que si no se practican las nuevas destrezas de manera individual – fuera de la clase presencial – no se adquieren de manera permanente y se olvidan con gran facilidad.

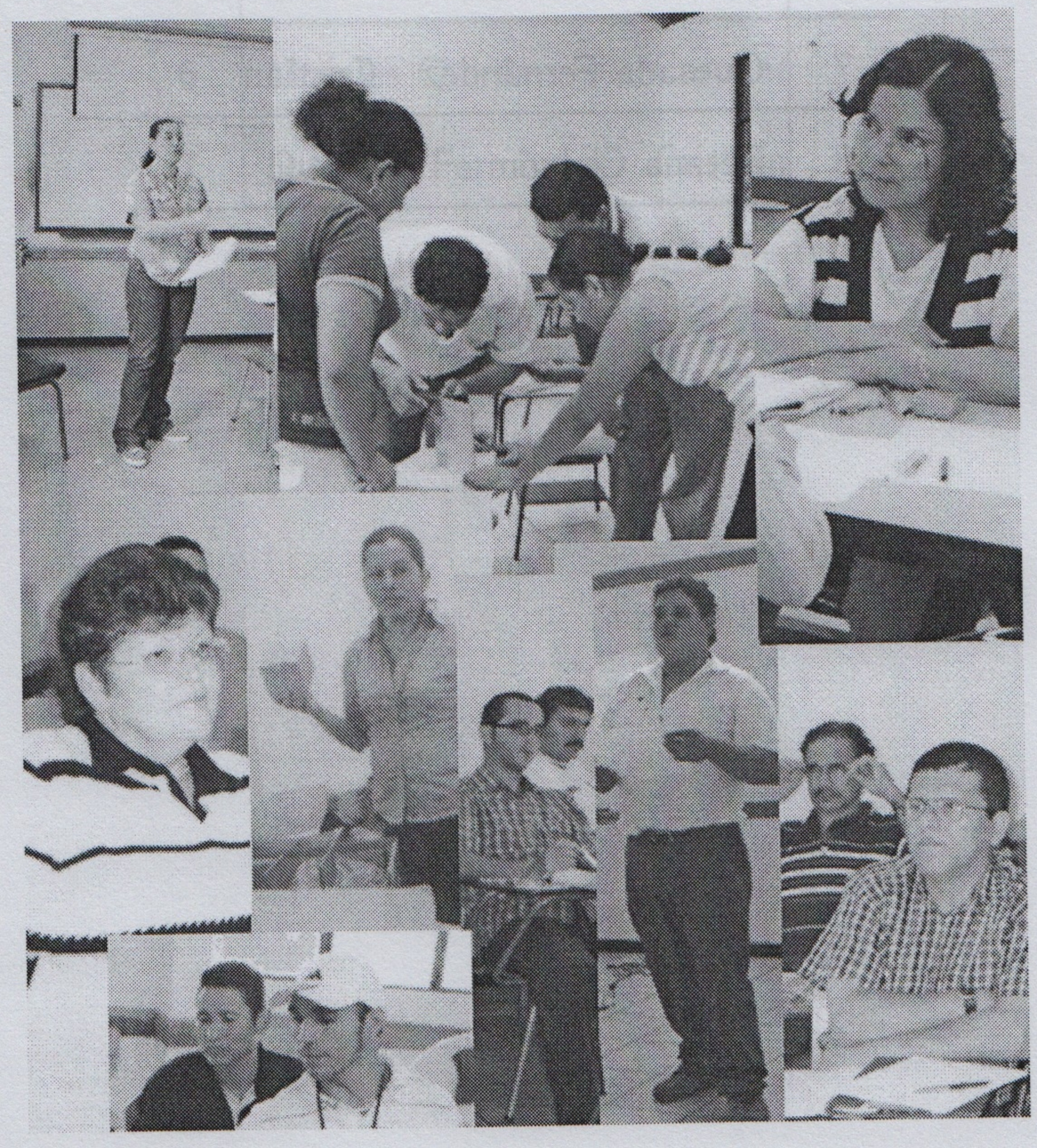
En cuanto a la creación de una Comunidad de Aprendizaje, creemos que con los grupos con los que hemos estado en contacto por mayor tiempo (los participantes en los cursos del 2005 y sobre todo los docentes de Santa Cruz) sí se ha logrado, al menos de manera temporal. Se tiene la meta de seguir trabajando con los docentes de Santa Cruz, tanto desde el proyecto Sin Fronteras como desde el proyecto Formación Continua Norte-Sur de CONARE, de manera que se continúe con la Comunidad de Aprendizaje.

Otro aspecto que indudablemente tendrá influencia en la consolidación de una Comunidad de Aprendizaje, es el avance de la conectividad con banda ancha en los diferentes centros educativos del país. Mientras estos no cuenten con mejores recursos, es muy difícil que los educadores adquieran el hábito de utilizar Internet para su propia formación profesional.

Finalmente, debemos mencionar que aunque no aparece explícitamente como uno de los objetivos específicos, el acercar – y en numerosas ocasiones – poner en contacto por primera vez al docente con la tecnología, ha sido uno de nuestros logros, pues hay que vencer el miedo inicial y el sentimiento de inseguridad en algunos de los participantes. Por eso, a sabiendas de lo difícil de la tarea, seguiremos insistiendo en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

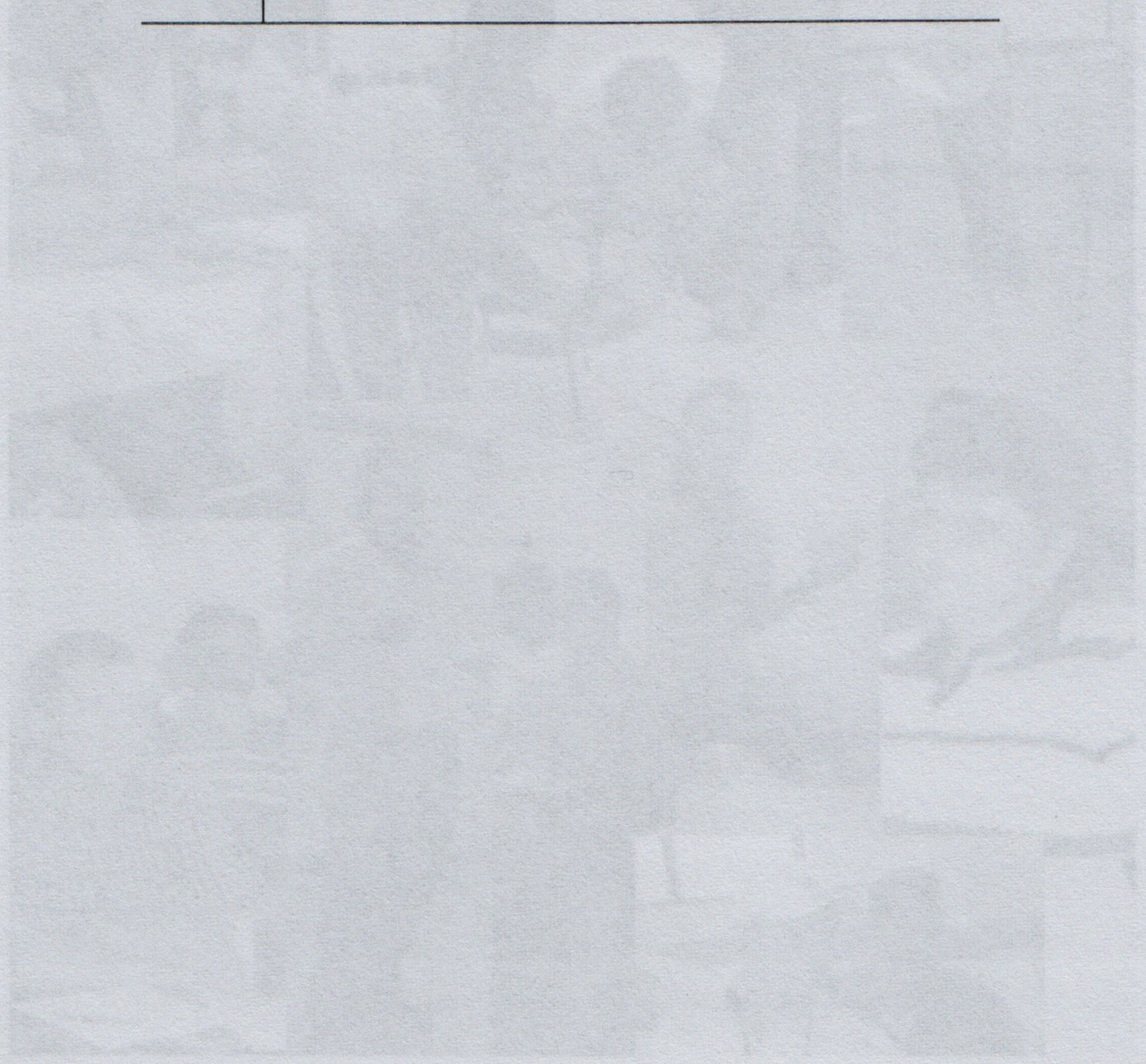
SECCIÓN 4

Listas de Graduados



Curso de Geometría, Región Educativa de San José, 2005

No.	Apellidos	Nombre
1	Bonilla Gutiérrez	Carlos
2	Chacón Abarca	Ana Victoria
3	Chacón Vargas	Jorge
4	Mata Carmona	Rosa
5	Mata Céspedes	Sergio
6	Mata Chacón	Alexis
7	Quesada Fernández	Cristian
8	Retana Chacón	Víctor



Curso de Funciones, Región Educativa de San José, 2005

No.	Apellidos	Nombre
1	Bonilla Gutiérrez	Carlos
2	Chacón Abarca	Ana Victoria
3	Chacón Vargas	Jorge
4	Mata Carmona	Rosa
5	Mata Chacón	Alexis
6	Morales Quirós	Carolina
7	Quesada Fernández	Cristian

Curso de Trigonometría, Región Educativa de San José, 2005

No	Apellidos	Nombre
1	Bonilla Gutiérrez	Carlos
2	Chacón Abarca	Ana Victoria
3	Chacón Vargas	Jorge
4	Mata Carmona	Rosa
5	Mata Chacón	Alexis
6	Morales Quirós	Carolina

Curso de Geometría, Región Educativa de Santa Cruz, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Líos Rodríguez	Ronald
2	Monge Ortega	Orlando
3	Pizarro Moraga	Kattia
4	Ruiz Contreras	Román

Curso de Geometría, Región Educativa de Alajuela, 2006

No.	Apellidos	Nombre	Colegio
1	Alfaro Alfaro	David	Liceo de Poás
2	Arguedas Benavides	Alonso	Liceo de Atenas
3	Ávila Quesada	José Norman	Colegio Gregorio José Ramírez
4	Claudio Gutiérrez	Grettel Esthefany	Universidad Nacional
5	Corella Madrigal	Ana Cristina	Colegio Gregorio José Ramírez
6	Fernández Rodríguez	Silenne	Colegio El Carmen
7	González Álvarez	María Vanesa	Liceo de Poás
8	Ledezma Céspedes	Karol	Liceo de Poás
9	Leitón Barquero	Róger	Colegio de Orotina
10	Oreamuno	German	(profesor pensionado)
11	Pereira Medina	Alfredo	Colegio de Túetal Norte
12	Quesada González	Omar Alberto	Liceo de Poás
13	Rojas Vásquez	Arlette	Liceo de Atenas
14	Solano Zamora	Celia	Colegio San Gerardo
15	Valverde Álvarez	Shirley	Liceo de Atenas
16	Villalobos Pérez	Diana	Colegio El Carmen
17	Víquez Ortíz	María Fernanda	Colegio Bribri
18	Zúñiga Cárdenas	César	Colegio de Turrúcares

Curso de Geometría, Región Educativa de San Ramón, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Alpízar Muñoz	Randall
2	Araya Portuguez	Iván
3	Chavarría Zumbado	Carol
4	Cruz Vásquez	José
5	González Alvarado	Danny
6	Gutiérrez Morales	Denis
7	Jiménez Guevara	Mauricio Arturo
8	Murillo Solórzano	Juan Carlos
9	Rodríguez Soto	Marjorie
10	Rojas Arroyo	Lilliam
11	Rojas Vásquez	Rosa Aderith
12	Somarribas Alaniz	María Isabel
13	Vargas Blanco	Anayancy
14	Vargas Flores	Vivian Patricia
15	Vargas García	José Antonio
16	Vindas Bonilla	Luis Fernando

Curso de Geometría, Tres Ríos, Región Educativa de Cartago, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Chacón Madrigal	Luis Alfonso
2	Mirault Sánchez	León Julio
3	Ceciliano Valverde	Hannia
4	Mata Delgado	Alexandra
5	Arce Núñez	Rebeca
6	Granados Montero	Milena
7	Mata Delgado	Erick

Curso de Psicopedagogía, Tres Ríos, Región Educativa de Cartago, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Artavia Chaves	Pablo César
2	Astúa Torres	Melissa
3	Bloise Villanueva	Alda
4	Brenes Mena	José Pablo
5	Brenes Zúñiga	Rigoberto
6	Campos Barquero	Laura
7	Durán Díaz	Jacqueline
8	Granados Calderon	Katering
9	Guerrero Luna	Ana Beatriz
10	Hernández Uva	Andrea
11	Mesén Pérez	Marlon
12	Mora Vega	Evelyn
13	Ramírez Vargas	Roylan
14	Rodríguez Arias	Julieta
15	Zúñiga Zúniga	Oscar Adrián

Curso Vocabulario Matemático en Lengua Inglesa, Región Educativa de Cartago, 2006

No.	Apellidos	Nombre	Colegio
1	Acuña	Marco Tulio	C.T.P. Mario Quirós Sasso
2	Araya Quirós	Alejandra	C.T.P. Mario Quirós Sasso
3	Bloise Villanueva	Alda	C.T.P. Mario Quirós Sasso
4	Bouley	Glenda	C.T.P. Mario Quirós Sasso
5	Campos	Laura	C.T.P. Mario Quirós Sasso
6	Flores Monge	Rosemary	C.T.P. Mario Quirós Sasso
7	Hernández	Andrea	C.T.P. Mario Quirós Sasso
8	Hernández	José Luis	C.T.P. Mario Quirós Sasso
9	López Cabalceta	Laura	C.T.P. Mario Quirós Sasso
10	Méndez Vega	Beatriz	Liceo Victoria
11	Monge	Maritza	C.T.P. Mario Quirós Sasso
12	Mora Campos	Daniel	C.T.P. Mario Quirós Sasso
13	Mora Vega	Evelyn	C.T.P. Mario Quirós Sasso
14	Palao Torres	Maribel	C.T.P. Mario Quirós Sasso
15	Robles	Alejandra	C.T.P. Mario Quirós Sasso
16	Rodríguez Arias	Julieta	C.T.P. Mario Quirós Sasso

Curso Uso de Internet para la Enseñanza[1], Tres Ríos, Región Educativa de Cartago, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Benavides López	Leonardo
2	Brenes Chinchilla	Ivannia
3	Brenes Navarro	Ingrid
4	Brenes Zúñiga	Rigoberto
5	Calderón González	Grace
6	Durán Díaz	Jacqueline
7	Marín Ramírez	Gerardo Ernesto
8	Méndez Vega	Beatriz
9	Quirós Aguilar	Lándar María
10	Salazar Aguilar	Silvia
11	Rodríguez Arias	Julieta

[1]Trabajo final pendiente

Curso de Funciones, Región Educativa de Santa Cruz, 2006

No.	Apellidos	Nombre	Colegio
1	Castañeda Cerdas	Alexander	C.T.P de Santa Bárbara
2	Chavarría Zuñiga	Cindy María	CINDEA Belén
3	Contreras B.	Santiago	C.T.P de Cartagena
4	Flores Mena	Manuel	Liceo Académico Playas Coco
5	Pizarro Cubillo	Jose Mauricio	Liceo Exp. Bilingüe Sta Cruz
6	Ramos G.	María Teresa	Liceo Nocturno de Santa Cruz
7	Rosales López	Jhony	Telesecundaria Marbella
8	Ruiz Torres	Luis Alonso	C.T.P Carrillo
9	Mejía Contreras	Maureen	C.T.P de Sardinal

Curso de Metodología Matemática, Región Educativa de Santa Cruz, 2006

No.	Apellidos	Nombre	Colegio
1	Álvarez Gutiérrez	Jhonny	CINDEA Huacas
2	Galagarza Alvarez	Norberto	C.T.P Carrillo
3	Gutiérrez Ortiz	Virginia	C.T.P Carrillo
4	León Hernández	Estrella	Liceo de Santa Cruz
5	Rodríguez Peña	Clemencio	Liceo de Santa Cruz
6	Salguero Caiceda	Angela	C.T.P de Santa Cruz

Curso Estrategias Novedosas y Creativas: Construyendo un Sistema de Decenas, Tejar del Guarco, Región Educativa de Cartago, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Acuña Segura	Mª Eugenia
2	Agüero Morales	Yamileth
3	Alfaro Fuentes	Berta Miriam
4	Blanco Castro	Bértila
5	Bonilla Navarro	Gabriela
6	Brenes González	Eugenia
7	Brenes Leiva	Laura
8	Brenes Thames	Priscilla
9	Cachón Fuentes	Luis Alberto
10	Calderón Guzmán	Cristian
11	Campos Fuentes	Arlene
12	Céspedes Torres	Maritza
13	Cordero Fonseca	Milagro
14	Coto Segura	Alexandra
15	Cruz Carrillo	Rita Lorgy
16	Guzmán Garro	Magaly
17	Jiménez Quesada	Marcela

18	Jiménez Sandoval	Cynthia
19	Leiva Jiménez	Cristina
20	Martínez Montoya	Marta
21	Mata Sanabria	Ruth Ibel
22	Méndez Quirós	Marta Lorena
23	Noguera Monge	Carmen
24	Ortiz Arrieta	Dunnia
25	Pacheco Fernández	Lisa
26	Pereira Torres	Adolfo
27	Pérez Richmond	Maureen
28	Piedra Quirós	Auxiliadora
29	Rivera Pérez	Carlos
30	Rodríguez Bolaños	Alba
31	Rojas Marín	Ana Katalina
32	Ruiz Cisneros	Lidia
33	Sáenz Hernández	Xinia
34	Solano Quesada	Adriana
35	Solano Villalta	Patricia
36	Valverde Fuentes	Rodolfo

Curso Estrategias Novedosas y Creativas: Construyendo un Sistema de Decenas, Tres Ríos, Región Educativa de Cartago, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Angulo Porras	Magali
2	Araya Céspedes	Mª Auxiliadora
3	Avilés Briceño	Yamileth
4	Brenes Alvarado	Mauricio
5	Calderón Pérez	Lidiette
6	Carvajal Ramírez	Kathia
7	Castillo Contreras	Jenny
8	Cedeño Madríz	Laura
9	Cubero Maroto	Teresita
10	Domián Asenjo	Ana Cecilia
11	Fernández Calderón	Carlos
12	Fonseca Villegas	Alice
13	Guerrero Luna	Ana Beatriz
14	Guillén Mora	Sara
15	Hernández Sánchez	Kattya
16	Leitón Barrantes	Damaris
17	Martínez Ceciliano	Guiselle
18	Meléndez Lobo	Shirley
19	Méndez Calvo	Eugenia
20	Méndez López	Verónica
21	Mora Vega	Evelyn
22	Ramírez Quesada	Mª Isabel
23	Richmod Obando	Martha
24	Rodríguez Wepold	Denia Patricia

Curso Estrategias Novedosas y Creativas: Construyendo un Sistema de Decenas, Tres Ríos, Región Educativa de Cartago, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Aguilar Gamboa	Yancy
2	Araya Barboza	Katya
3	Araya Rojas	Denisse
4	Calderón Loaiza	Lizbeth Mayela
5	Cerdas Araya	Carlos Luis
6	Chacón Madrigal	Karla Vanessa
7	Fonseca Troyo	María del Milagro
8	Gómez Garita	Ana Elieth
9	González Varela	Tatiana Gabriela
10	Masís Leiva	Lizbeth
11	Méndez Mora	Emma Gabriela
12	Montero Brenes	Laura
13	Montiel Artavia	Vanessa
14	Montoya Monge	Mauren Andrea
15	Montoya Monge	Isaura
16	Parajón Parajón	Mercedes
17	Ramírez Vargas	Kinyen
18	Solera Mata	Linette
19	Torres Chavarría	Marcela
20	Vargas Castillo	Silvia

Curso Estrategias Novedosas y Creativas: Construyendo un Sistema de Decenas, Región Educativa de Santa Cruz, 2006

No.	Apellidos	Nombre
1	Achío Méndez	Gendrith
2	Aguilar Bustos	María Estela
3	Aguilar Bustos	Xinia
4	Angulo Navarrete	Facundo
5	Baltodano Díaz	Guadalupe
6	Berríos Ruiz	Ana Virginia
7	Briceño Valerín	Litza Mayela
8	Bustos Alvarez	Becsi
9	Canales Pizarro	Ana Lorena
10	Castillo Toruño	Kattia
11	Chavarría Dinarte	Jorge Luis
12	Chavarría Matarrita	Ana Live
13	Cisneros Zúñiga	Sidney
14	Duartes Gallo	Aracelly
15	Fallas Canales	Aris Diofer
16	Gomez Umaña	Ana Virginia
17	González Alvarez	Erick Alberto

18	Gutiérrez Canales	Felicia
19	Gutiérrez Hernández	Luis Enrique
20	Gutiérrez Matarrita	Aurora
21	Gutiérrez Ortiz	Virginia
22	León Hernández	Estrella
23	Líos Rodríguez	Ronald
24	López Arrieta	Silvia
25	Marchena Peraza	Yesenia María
26	Matarrita Matarrita	Ana Teresa
27	Matarrita Sánchez	Lisbeth
28	Mejía Contreras	Mauren
29	Mendoza Alvarez	Neri
30	Morales Zapata	Marco Vinicio
31	Navarrete González	María Luisa
32	Navarrete Ruiz	María Enid
33	Noguera Espinoza	Ana Isabel
34	Pizarro Abarca	Shirley
35	Pizarro Cubillo	José Mauricio
36	Pizarro Moraga	Kattia
37	Pizarro Ruiz	Hilda María
38	Rodríguez Peña	Clemencio

39	Romero Pizarro	Deida María
40	Rosales Gutiérrez	Flor Elena
41	Rosales López	Jhonny
42	Salazar Díaz	Ana Victoria
43	Salguero Caiceda	Angela
44	Sequeira Briceño	Ismary
45	Siles Guevara	Leda María
46	Solís Vázquez	Julieta
47	Urbina Ramos	Margarita
48	Viales Mendoza	Jesús Dionisio
49	Villafuerte Gutiérrez	Gisela
50	Villalta Villareal	María del Milagro
51	Villareal Lara	Eduardo
52	Villegas Mendoza	Astrid Alicia

Curso de Geometría, Cot
Región Educativa de Cartago, 2006

No.	Apellidos	Nombre	Colegio
1	Brenes Carrillo	Jorge	Liceo Braulio Carrillo
2	Brenes Garita	Hazel	C.T.P. Pacayas
3	Coto Mata	Paulina	Liceo Santa Lucía
4	Degracia Atencio	Adbiel	Liceo Braulio Carrillo
5	Granados Quirós	Yorleny	T.S. Santa Rosa
6	Hernández Solís	Luis	C.T.P. Pacayas
7	Núñez Portuguez	Marta	Liceo Braulio Carrillo
8	Salazar Picado	Francisco	Liceo Braulio Carrillo
9	Villalta Valladares	Johnny	Liceo Braulio Carrillo

Curso Profundizando las Herramientas de Office, Región Educativa de Cartago, 2007

No.	Apellidos	Nombre
1	Acuña Sánchez	Mauren
2	Araya Villalobos	Shirley
3	Blanco Badilla	Andrea
4	Cervantes Hernández	Stephanie
5	Corella Camacho	Zarella
6	Coronel Murillo	Nancy
7	Díaz Salazar	Jéssica
8	Guzmán Díaz	Alvaro
9	Montoya Zamora	Marjorie
10	Montoya Zúñiga	Karla
11	Murillo Chaves	Elizabeth
12	Oporta Oporta	Mabel
13	Parra Suazo	Jefferson
14	Pérez Vega	Mildred
15	Quirós Aguilar	Landar
16	Román Marín	Luisa
17	Sanabria Villalobos	Cristina
18	Sánchez Sandoval	Gabriela
19	Valdarramos Camacho	Evelyn Daniela
20	Varela Madrigal	Kattia
21	Vargas Montero	Carlos Fernando
22	Zumbado Solano	Mariela

Curso Matemática Lúdica y Creativa, Tejar del Guarco, Región Educativa de Cartago, 2007

No.	Apellidos	Nombre
1	Acuña Segura	María Eugenia
2	Alarcón Rivera	Marcela
3	Alpízar Mora	Karla
4	Blanco Castro	Bértila
5	Barquero Sanabria	Marta Elena
6	Brenes González	Eugenia
7	Brenes Hernández	Rose Mary
8	Cordero Méndez	Hannya
9	Cordero Fonseca	Milagro
10	Coto Segura	Alexandra
11	Coto Hernández	Carlos
12	González Solano	Elsa
13	Leitón Guzmán	Hellen
14	Leiva Cerdas	Silvia Elena
15	Martínez Ceciliano	Guiselle
16	Martínez Montoya	Marta
17	Masis Araya	Guisela
18	Monge Quirós	Lizeth

Instituto de Investigación
para el Mejoramiento de la
Educación Costarricense (IIMEC)
Facultad de Educación

19	Monge Quirós	Marleny
20	Ramírez Morales	Verónica
21	Navarro Garro	Natalia
22	Rodríguez Valverde	Andrea
23	Rodríguez Granados	María Teresa
24	Serrano Aguilar	Virgita María
25	Valverde Solano	Yorleny
26	Vázquez Hernández	Rocío
27	Villegas Alvarez	Patricia

Curso de Investigación Acción, Región Educativa de Santa Cruz, 2007

No.	Apellidos	Nombre
1	Angulo Navarrete	Facundo
2	Berríos Ruiz	Ana Virginia
3	Castañeda Céspedes	Alexander
4	León Hernández	Estrella
5	Navarrete Ruiz	María Enid
6	Noguera Espinoza	Ana Isabel
7	Pizarro Cubillo	José Mauricio
8	Ramos Gutiérrez	María Teresa
9	Rodríguez Peña	Clemencio
10	Ruiz Contreras	Román
11	Salguero Calcedo	Anyela

Curso Descubriendo el Gusto por la Matemática, Tejar del Guarco, Región Educativa de Cartago, 2007

No.	Apellidos	Nombre
1	Acuña Segura	María Eugenia
2	Alarcón Rivera	Marcela
3	Alpízar Mora	Karla
4	Barquero Sanabria	Marta
5	Blanco Castro	Bértila
6	Brenes González	Eugenia
7	Brenes Hernández	Rose Mary
8	Cerdas Martínez	Viviana
9	Cordero Fonseca	Milagro
10	Coto Hernández	Carlos
11	Coto Segura	Alexandra
12	Leitón Guzmán	Hellen
13	Leiva Cerdas	Silvia Elena
14	Monge Quirós	Lizeth
15	Monge Quirós	Marleny
16	Morales Ramirez	Verónica
17	Navarro Garro	Natalia
18	Rodríguez Granados	María Teresa
19	Serrano Aguilar	Virgita María
20	Valderramos Cordero	Alice
21	Valverde Solano	Yorleny

Curso de Evaluación en Geometría, Región Educativa de Santa Cruz, 2008

No.	Apellidos	Nombre
1	Angulo Cisneros	Ana Margarita
2	Angulo Navarrete	Facundo
3	Chavarría Zúñiga	Cindy María
4	Chaves Madrigal	Maicol
5	Contreras Bustos	Santiago
6	León Hernández	Estrella
7	López Arrieta	Silvia
8	Mejía Contreras	Maureen
9	Morales Rosales	Sergio
10	Morales Zapata	Marco Vinicio
11	Navarrete Ruiz	María Enid
12	Noguera Espinoza	Ana Isabel
13	Ortiz Ortiz	María Yadira
14	Pérez Ortiz	José Luis
15	Pizarro Moraga	Kattia
16	Ramos	María Teresa
17	Reyes Carrillo	Erica
18	Rodríguez Peña	Clemencio
19	Rosales López	Johnny
20	Salguero Caiceda	Anyela
21	Vázquez Vargas	Violeta
22	Villalobos Berrocal	Ginnia

Curso Introducción a la Hoja de Cálculo OpenOffice Calc, Región Educativa de Santa Cruz, 2008

No.	Apellidos	Nombre
1	Berríos Ruiz	Ana Virginia
2	Castañeda Cerdas	Alexander
3	Castillo Duarte	Oscar
4	Gómez Juárez	Christian
5	Líos Rodríguez	Ronald
6	Pizarro Cubillo	José
7	Pizarro Moraga	Cindy
8	Rodríguez Leal	César
9	Villareal Barrantes	Ernesto

SECCIÓN 5

Bibliografía consultada

Alessi, S.; Trollip, S.; **Multimedia for Learning**, Allyn and Bacon, 2001

Azevedo, R.; Beyond intelligent tutoring systems: Using computers as METAcognitive tools to enhance learning?, **Instructional Science** 30: 31-45, 2002

Banilower E. et al.; **Lessons from a Decade of Mathematics and Science Reform**, The National Science Foundation, Prepared by Horizon Research Inc., 2006

Bernhardt, V.L.; **The School Portfolio TOOLKIT. A Planning, Implementation, and Evaluation Guide for Continuous School Improvement**, Eye on Education Inc., 2002

Bernhardt, V.L.; **Data Analysis for Continuous School Improvement**, Eye on Education Inc., 2004

Boyd, S. et al.; Progress and Pitfalls: **A Cross-Site Look at Local Systemic Change through Teacher Enhancement**, Horizon Research, Inc., 2003

Enerson, D. et al.; **The Penn State Teacher II**, 1997.

Instituto de Investigación
para el Mejoramiento de la
Educación Costarricense (IIMEC)
Facultad de Educación

Kennedy, M.M.; Loewenberg Ball, D.; McDiarmid G.W.; **A study package for examining and tracking changes in teachers knowledge**, The National Center for Research on Teacher Education, Michigan State University, 1993

Guskey, T.R.; **Evaluating Professional Development**, Corwin Press, Inc., 2000

Hassel, E.; **Professional Development: Learning from the Best. A Toolkit for Schools and Districts Based on the National Awards Program for Model Profesional Development.**, NCREL, 1999

Loewenberg Ball, D.; **Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: examining what prospective teachers bring to teacher education**; Ph.D. Thesis, Michigan State University, 1988

Loucks-Horsley, S. et al.; **Designing Professional Development for Teachers of Science ans Mathematics**, Corwin Press, Inc., segunda edición, 2003

Mandel, S,; **Improving Test Scores. A Practical Approach for Teachers and Administrators**, Zephir Press, 2006

Mayer, R.E,; **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**, Cambridge University Press, 2005

Miles Grant, C. et al,; **Lenses on Learning. Module 1. Instructional Leadership in Mathematics**, Dale Seymour Publications, Pearson Learning Group, 2003

Miles Grant, C. et al,; **Lenses on Learning. Module 2. Teacher Learning for Mathematics Instruction**, Dale Seymour Publications, Pearson Learning Group, 2003

Miles Grant, C. et al,; **Lenses on Learning. Module 3. Observing Today's Mathematics Classroom**, Dale Seymour Publications, Pearson Learning Group,

2003

Parker-Bourdett, K. et al,; **Data Wise. A Step-by-Step Guide to Using Assessment Results to Improve Teaching and Learning**, Harvard EducationPress, 2007

Postlethwaite, T.N.; **Monitoring Educational Achievement**, UNESCO International Institute for Educational Planning, 2004

Williams C.; Learning On-line: a review of recent literature in a rapidly expanding field, **Journal of Further and Higher Education**, 26: 263-272, 2002

SECCIÓN 6

Anexo: Informe económico

PROYECTO: 1503-00 - SIN FRONTERAS: PROGRAMA DE CAPACITACION
Coordinador (a): Sonia Rodriguez Soto

Código	Descripción		Detalle	Presupuesto	Real (Periodo)	Real (Acumulado)	Compr./Ints.	Disp./Falt.	% Dis./Fal.
	INGRESOS			**3,972,073.41**	**73,007.62**	**4,237,793.44**		**-265,720.03**	**-6.69%**
AJ -20080101		31-01-2008	PAGO INT.ENE-08		11,912.43				
PR -1503		18-02-2008		3,972,073.41					
AJ -20080201		29-02-2008	PAGO INT.FEB-08		8,273.52				
AJ -20080301		31-03-2008	PAGO INT.MARZO-08		4,430.14				
AJ -20080401		30-04-2008	PAGO INT.ABRIL-08		3,005.91				
AJ -20080501		31-05-2008	PAGO INT. MAYO 08		7,194.26				
AJ -20080601		30-06-2008	PAGO INT.JUNIO-2008		3,247.24				
AJ -20080701		31-07-2008	PAGO.INT/JUL-08		3,163.71				
AJ -20080801		31-08-2008	PAGO.INT.AGOSTO-08		3,235.69				
AJ -20080901		30-09-2008	PAGO INT.SET-08		2,938.01				
AJ -20081001		31-10-2008	PAGO INT. OCT-08		6,255.54				
AJ -20081101		30-11-2008	PAGO.INT.NOV-08		8,511.28				
AJ -20081201		31-12-2008	PAGO INTERESES/DIC-08		10,839.89				
	EGRESOS			**3,972,073.41**	**2,166,245.34**	**2,166,245.34**	**0.00**	**1,805,828.07**	**45.46%**
011	SUELDOS AL PERSONAL			285,325.85	238,386.65	238,386.65	0.00	46,939.20	16.45%
011-001	Salario base total			249,666.25	200,000.00	200,000.00	0.00	49,666.25	19.89%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	249,666.25					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		200,000.00				
011-003	Décimo tercer mes (aguina			15,387.55	16,666.65	16,666.65	0.00	-1,279.10	-8.31%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	15,387.55					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		16,666.65				
011-004	Vacaciones			7,765.35	8,320.00	8,320.00	0.00	-554.65	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	7,765.35					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		8,320.00				
011-005	Cesantía			9,949.35	10,660.00	10,660.00	0.00	-710.65	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	9,949.35					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		10,660.00				
011-006	Póliza de riesgos del trabaj			2,557.35	2,740.00	2,740.00	0.00	-182.65	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	2,557.35					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		2,740.00				
014	SERVICIOS NO PERSONA			2,117,576.52	1,102,400.31	1,102,400.31	0.00	1,015,176.21	47.94%
014-006	Honorarios, consultorias y			1,805,346.67	800,000.00	800,000.00	0.00	1,005,346.67	55.69%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	1,000,000.00					
CP -152999		28-02-2008	F #1/PIEDRA VENEGAS MARCO ANTONIO		400,000.00				
CP -153000		28-02-2008	F #5/OTSUKA YASUKO		400,000.00				

enlace Contabilidad - Situación Presupuestaria (Colones)
Del: 01-01-2008 Al 31-12-2008

PROYECTO: 1503-00 - SIN FRONTERAS: PROGRAMA DE CAPACITACION
Coordinador (a): Sonia Rodríguez Soto

Código	Descripción		Detalle	Presupuesto	Real (Periodo)	Real (Acumulado)	Compr./Ints.	Disp./Falt.	% Dis./Fal.
MPR-150301		29-02-2008	MODIFICACION PRESUPUESTARIA	805,346.67					
014-015	Impresión, reproducción y			312,229.85	302,400.31	302,400.31	0.00	9,829.54	3.15%
AJ -20080248		01-02-2008	RODRIGUEZ SOTO SONIA/REINT. FACTS		2,400.00				
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	312,229.85					
CP -153130		29-02-2008	F.#3772/R Y J INMOBILIARIA ROJI S.A.		300,000.31				
014-019	Otros servicios			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*.**
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	805,346.67					
MPR-150301		29-02-2008	MODIFICACION PRESUPUESTARIA	-805,346.67					
021	MATERIALES Y SUMINIS			112,297.00	32,204.00	32,204.00	0.00	80,093.00	71.32%
021-004	Combustibles y lubricantes			112,297.00	32,204.00	32,204.00	0.00	80,093.00	71.32%
AJ -20080248		01-02-2008	REV.CP-151029		-2,400.00				
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	112,297.00					
CP -153129		29-02-2008	RF/RODRIGUEZ SOTO SONIA		17,604.00				
CP -153131		29-02-2008	RF/CHACON DIAZ MINOR		17,000.00				
022	MAQUINARIA Y EQUIPO			1,200,212.08	728,865.99	728,865.99	0.00	471,346.09	39.27%
022-008	Equipo educacional y cultu			1,200,212.08	728,865.99	728,865.99	0.00	471,346.09	39.27%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	97,192.08					
MPR- 150301		26-02-2008	MOFICIFACION PRESUPUESTARIA	1,103,020.00					
AJ -20080247		29-02-2008	REVERSA AJT-20080210 Y 11		-211,492.07				
AJT-20080209		29-02-2008	AMAZON.COM		537,591.85				
AJT-20080210		29-02-2008	APPLE		14,785.07				
AJT-20080211		29-02-2008	ADOBE		196,707.00				
AJT-20080212		29-02-2008	TECHSMITH		147,407.00				
AJT-20080213		29-02-2008	SYMANTEC		43,867.14				
022-012	Equipo de computación			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*.**
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	1,103,020.00					
MPR- 150301		26-02-2008	MOFICIFACION PRESUPUESTARIA	-1,103,020.00					
025	GASTOS ADMINISTRATIV			210,928.76	15,388.39	15,388.39	0.00	195,540.37	92.70%
025-001	Servicio Adm. de Fondos d			210,928.76	15,388.39	15,388.39	0.00	195,540.37	92.70%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	210,928.76					
ACF-20080201		29-02-2008	REVERSA SAF SOBRE EQUIPO		-92,154.46				
AJ -20080204		29-02-2008	S.A.F.FEBRERO-2008		107,542.85				

PROYECTO: 1503-00 - SIN FRONTERAS: PROGRAMA DE CAPACITACION
Coordinador (a): Sonia Rodríguez Soto

Código	Descripción		Detalle	Presupuesto	Real (Periodo)	Real (Acumulado)	Compr./Ints.	Disp./Falt.	% Dis./Fal.
041	CUOTAS PATRONALES			45,733.20	49,000.00	49,000.00	0.00	-3,266.80	-7.14%
041-006	Cuota patr. I.V.M. - C.C.S.			8,866.60	9,500.00	9,500.00	0.00	-633.40	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	8,866.60					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		9,500.00				
041-007	Cuota patr. S.E.M. - C.C.S			17,266.60	18,500.00	18,500.00	0.00	-1,233.40	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	17,266.60					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		18,500.00				
041-008	Cuota patr. Banco Popular			933.30	1,000.00	1,000.00	0.00	-66.70	-7.15%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	933.30					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		500.00				
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		500.00				
041-010	Cuota de Asignaciones Fam			9,333.35	10,000.00	10,000.00	0.00	-666.65	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	9,333.35					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		10,000.00				
041-011	Cuota IMAS (0.50%)			933.35	1,000.00	1,000.00	0.00	-66.65	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	933.35					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		1,000.00				
041-013	Fondo compl.de Pensión O			933.35	1,000.00	1,000.00	0.00	-66.65	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	933.35					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		1,000.00				
041-014	Fondo Patronal INS por LP			1,866.65	2,000.00	2,000.00	0.00	-133.35	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	1,866.65					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		2,000.00				
041-015	Fondo de Capitalización La			5,600.00	6,000.00	6,000.00	0.00	-400.00	-7.14%
PR -1503		18-02-2008	TRASLADO DE REMANENTES	5,600.00					
AJ -20080229		29-02-2008	PIEDRA SEGURA CAROLINA		6,000.00				
060	COSTOS FINANCIEROS			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*.**
060-001	Intereses por financiamient			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*.**
	GASTOS PREPAGADOS					**0.00**	**0.00**		
	CAJA CHICA					**0.00**	**0.00**		
	TRANSFERENCIAS			**0.00**	**0.00**	**0.00**		**0.00**	*.**

F.U.N.D.E.V.I.

enlace Contabilidad - Situación Presupuestaria (Colones)
Del: 01-01-2008 Al 31-12-2008

PROYECTO: 1503-00 - SIN FRONTERAS: PROGRAMA DE CAPACITACION
Coordinador (a): Sonia Rodríguez Soto

Código	Descripción	Detalle	Presupuesto	Real (Periodo)	Real (Acumulado)	Compr./Ints.	Disp./Falt.	% Dis./Fal.
	DISP. DE EFECTIVO				**2,071,548.10**	**0.00**	**2,071,548.10**	
	BANCOS		**0.00**	**0.00**				

Partidas con Disponible Presupuestario menor o igual al (20.00%):
011-001 / 011-003 / 011-004 / 011-005 / 011-006 / 014-015 / 014-019 / 022-012 / 041-006 / 041-007 / 041-008 / 041-010 / 041-011 / 041-013 / 041-014
041-015 / 060-001

SECCIÓN 7
Anexo 2 Artículo

SECCIÓN 7

Anexo 2: Artículo

Actualidades Investigativas en Educación
Revista Electrónica publicada por el
Instituto de Investigación en Educación
Universidad de Costa Rica
ISSN 1409-4703
http://revista.inie.ucr.ac.cr
COSTA RICA

BASES TEÓRICAS Y CONSIDERACIONES PRÁCTICAS EN LA ELABORACIÓN DE MATERIAL MULTIMEDIA PARA UN CURSO DE CÁLCULO

THEORETICAL FRAMEWORK AND PRACTICAL IDEAS IN THE PRODUCTION OF MULTIMEDIAL MATERIAL FOR A CALCULUS COURSE

Volumen 8, Número 1
pp. 1-30

Este número se publicó el 30 de abril 2008

Sonia Rodríguez Soto
Mynor Chacón Díaz

La revista está indexada en los directorios:

LATINDEX, REDALYC, IRESIE, CLASE, DIALNET, DOAJ, E-REVIST@S,

La revista está incluida en los sitios:

REDIE, RINACE, OEI, MAESTROTECA, HUASCARAN

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia Creative Commons

Instituto de Investigación
para el Mejoramiento de la
Educación Costarricense (IIMEC)
Facultad de Educación

BASES TEÓRICAS Y CONSIDERACIONES PRÁCTICAS EN LA ELABORACIÓN DE MATERIAL MULTIMEDIA PARA UN CURSO DE CÁLCULO

THEORETICAL FRAMEWORK AND PRACTICAL IDEAS IN THE PRODUCTION OF MULTIMEDIAL MATERIAL FOR A CALCULUS COURSE

Sonia Rodríguez Soto[1]
Mynor Chacón Díaz[2]

"Las personas aprenden mejor de palabras e imágenes que sólo de palabras"

Richard E. Mayer

Resumen: *Las posibilidades para la elaboración de material multimedia han venido aumentando vertiginosamente en los últimos años, impulsadas por nuevas tecnologías informáticas y por la sensación de que facilitan el aprendizaje. La teoría de carga cognitiva de Sweller y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia de Mayer, que se desarrollaron y tomaron forma en la década de los noventa, han influido enormemente en el campo del diseño instruccional. Los experimentos realizados a partir de esa década arrojaron más claridad sobre el aprendizaje multimedia y han sido resumidos en una serie de principios prácticos que deben guiar tanto al diseñador novato como al experto. Este artículo resume la experiencia de los autores al diseñar material de apoyo a la enseñanza de un curso de cálculo a nivel universitario, desde la etapa de rastreo de sitios web con contenido multimedia apropiado para cursos similares, hasta la forma en que se diseñó y ajustó el material a los cánones derivados de las teorías cognitivas mencionadas. La experiencia del aprendizaje multimedia – es decir, aprender de palabras e imágenes – no es la panacea para los problemas educativos, pero bajo las condiciones apropiadas y con la población indicada resulta ser una poderosa herramienta.*

Descriptores: *DISEÑO INSTRUCCIONAL, MULTIMEDIA, TEORÍAS COGNITIVAS, CARGA COGNITIVA, APRENDIZAJE MULTIMEDIA*

Abstract: *During the last years, the possibilities for multimedia development have rapidly increased, fueled by new computer technologies and by the idea that multimedia facilitates learning. Sweller´s cognitive load theory and Mayer´s cognitive theory of multimedia learning, which were developed during the nineties, have influenced the field of instructional design. The experiments conducted during that decade further illuminated the process of multimedia learning and have been summarized in a series of guidelines that offer guidance to both the novice and expert designer. This paper describes the authors' experience in trying to design multimedia environments that appropriately complement the teaching process of a college calculus class, starting with the tracking of web sites with multimedia content for similar courses and finalizing with the manner in which the principles derived from cognitive theories were implemented in multimedia environments. The multimedia learning experience – learning from words and pictures - is not a panacea for all the education problems; however, under the appropriate conditions and with the right students, it turns into a powerful tool.*

Key Words: *INSTRUCTIONAL DESIGN, MULTIMEDIA, COGNITIVE THEORIES, COGNITIVE LOAD, MULTIMEDIA LEARNING*

[1] *Doctora en Estadística de la Universidad de Pennsylvania, Máster en Estadística, Licenciada en Matemática, ambos títulos de la Universidad de Costa Rica. Actualmente es docente de la Escuela de Matemáticas e Investigadora del Instituto de Investigación en Educación (INIE). Dirección electrónica: sonia.rodriguez@gmail.com*

[2] *Licenciado en Matemática de la Universidad de Costa Rica. Actualmente es docente de la Escuela de Matemáticas e Investigadora del Instituto de Investigación en Educación (INIE). Dirección electrónica: minor60@gmail.com*

Artículo recibido: *29 de febrero, 2008*
Aprobado: *28 de abril, 2008*

El grupo de Richard E. Mayer y colaboradores (Universidad de California en Santa Bárbara) y Roxana Moreno (Universidad de Nuevo Mexico). El grupo de Australia con John Sweller, Slava Kalyuga y colaboradores, de la Universidad de New South Wales y finalmente, el grupo europeo que incluye en Alemania a Wolfgang Schnotz (Universidad de Koblenz-Landau) y Alexander Renkl (Universidad de Friburg) y en Holanda Jeroen van Merriënboer y Fred Paas (Open University) y Huib Tabbers, de la Universidad Erasmus.

Cabe mencionar que los resultados de estos tres grupos no siempre coinciden y que aunque han avanzado mucho en ese terreno aún no logran un lenguaje común.

Por otra parte, con posiciones cautelosas o críticas ante los mitos y el abuso que se hace de las tecnologías, podemos citar a Richard Clark (Universidad de Southern California) y Robert Kozma (Center for Technology in Learning, California).

Es lamentable que los artículos publicados por estos grupos se encuentren prácticamente todos en idioma inglés, lo que posiblemente ha contribuido a que la bibliografía sobre las teorías cognitivas aplicadas al aprendizaje en ambientes con tecnología sea casi inexistente en español. Para empezar a llenar ese vacío, hemos incorporado un resumen de las principales teorías y resultados. En el presente artículo nos basamos de manera especial en las publicaciones del grupo de Mayer y Moreno. Además de la fundamentación teórica, se detallan las bases empíricas que guiaron la elaboración de los materiales multimedia puestos a disposición del estudiantado en el sitio Moodle, así como los resultados obtenidos hasta el momento.

1.1. Hipótesis básica de trabajo y problema por resolver

Las principales preguntas que se trató de responder con la investigación son las siguientes:

a) ¿Qué tipo de material multimedia es el más apropiado en esta etapa del desarrollo del curso de cálculo?

b) ¿Qué bases científicas sustentan el uso de materiales multimedia en la enseñanza?

c) ¿Tendrá aceptación entre estudiantes y docentes el modelo bimodal de enseñanza y el uso de Internet para la distribución de materiales y la comunicación?

En este artículo abordaremos extensamente las primeras dos preguntas y nos referiremos brevemente a la última, ya que para responder con propiedad la tercera

interrogante se requiere de más datos, los que se obtendrán cuando el material desarrollado sea evaluado con una muestra mayor que la empleada en la prueba piloto que describiremos más adelante.

En adición a las interrogantes planteadas, partimos de una hipótesis de trabajo: los ambientes multimedia tienen el potencial de ayudar al aprendizaje de la matemática y son del agrado de la mayoría de la población estudiantil. Hay que hacer notar que la bibliografía sobre los éxitos en el uso de multimedia en la enseñanza es casi tan abundante como la que detalla sus fracasos o plantea críticas, pero la creciente importancia que día a día se manifiesta en el uso de las TICs hace imperioso el estudio científico, con datos reproducibles, sobre qué funciona mejor en el aprendizaje multimedia y cómo lo logra. La pregunta que nos planteamos por lo tanto, no es si se debe o no incorporar materiales multimedia en la enseñanza, sino más bien cómo debe hacerse, cuándo y con qué poblaciones. Una respuesta satisfactoria a estas interrogantes la proporcionan las teorías cognitivas del aprendizaje, con su corolario de recomendaciones prácticas (Sección 3).

2. Metodología de trabajo

Para iniciar la elaboración del material multimedia – experiencia nueva para los autores – se decidió seguir un proceso de varias etapas:

a. Determinar cuál es el estado del arte en cuanto a tecnología se refiere, ya que esta cambia con gran velocidad e influye en el tipo de materiales que se producen. Para citar un ejemplo, ya hay universidades que elaboran material para ser reproducido en iPods y el término e-learning (enseñanza basada en Internet) se amplió a i-learning (por referencia a los aparatos mencionados) y m-learning para indicar que se trata de enseñanza basada en equipos móviles (teléfonos celulares, reproductores de mp3).
b. Determinar el estado del arte respecto al tipo de materiales multimedia y los objetivos instruccionales que persiguen: ¿qué es lo que se encuentra con mayor frecuencia: páginas Web, animaciones, video?, ¿qué se busca con estos materiales: ampliar la instrucción recibida en el aula, fomentar la indagación o simplemente proponer actividades de evaluación?
c. Entre los materiales encontrados, seleccionar los que se considere más afines a las necesidades del curso.
d. Analizar los materiales seleccionados desde el punto de vista del usuario (estudiante): ¿son agradables y fáciles de usar?, ¿son fáciles de descargar o muy pesados?, ¿tienen utilidad real?

e. Analizar los materiales desde el punto de vista del diseñador (docente): ¿son relativamente simples de producir?, ¿permiten realmente añadir un componente en línea a la enseñanza del Cálculo?
f. Estudiar las bases teóricas en las que se fundamenta el aprendizaje con material multimedia y volver a analizar los materiales seleccionados desde la óptica de dichas teorías
g. Con base en los análisis anteriores, establecer un conjunto de reglas o recomendaciones prácticas a seguir en el diseño del material requerido.
h. Escoger programas de autoría (software) adecuados para la elaboración del material.
i. Producir material multimedia para varios tópicos del curso.
j. Hacer una prueba piloto del material elaborado, en un grupo reducido de estudiantes y analizar la experiencia antes de hacer una prueba más estructurada con la población general.

Las dos primeras etapas se llevaron a cabo simultáneamente, mucho antes de comenzar a elaborar el material propiamente dicho. El trabajo consistió en una búsqueda intensa de material multimedia tanto en Internet como en CDs. Esta actividad de búsqueda toma su tiempo, en nuestro caso duró alrededor de seis meses. La idea era conocer el estado del arte en cuanto a la producción de material multimedia para luego discernir qué era lo más apropiado para el curso en cuestión, tanto desde el punto de vista de las necesidades educativas como de las limitaciones tecnológicas, económicas y humanas.

El proceso de búsqueda se circunscribió a material relacionado con matemática, por las dificultades y características propias de la materia. Además, se seleccionaron únicamente los de nivel de educación secundaria y universitaria, ya que el software diseñado para niños tiene características muy particulares que no necesariamente son indicadas para poblaciones de estudiantes mayores. En cuanto a tecnología, se descartó desde el inicio el uso de material diseñado para aparatos móviles, ya que por el momento estos no son de uso regular en la población universitaria y además limitan bastante el tipo de materiales que se puede producir: las pantallas son demasiado pequeñas para mostrar texto, ecuaciones y gráficos simultáneamente.

2.1 Estado del arte: tipo de material encontrado

La primera sorpresa al empezar la búsqueda en Internet, fue la poca cantidad de material multimedia para matemática a nivel superior que se encuentra. Aun en universidades que se precian de contar con un campus virtual de primera, la mayor parte del material ofrecido a sus estudiantes consiste exclusivamente de textos, sean estos archivos Word o PDF, o bien páginas Web. Vale aquí indicar que la definición de la palabra multimedia la hemos dejado a propósito para una sección posterior, es decir, estamos utilizando más bien el concepto intuitivo del término.

Además de textos, encontramos sitios que cuentan con applets, que son pequeños programas escritos en Java y que usualmente proporcionan cierto grado de interacción al usuario. Los applets son muy populares por su pequeño tamaño (medido en bytes), por ser fáciles de incrustar en páginas Web y por la seguridad que ofrecen, ya que no pueden acceder los recursos del computador local. También localizamos material que incorporaba animaciones, escrito la mayor parte de las veces en Flash (archivos SWF) o en Director y por último, encontramos una muy pequeña cantidad de sitios que incluían videos, usualmente archivos tipo AVI o MOV.

En cuanto al objetivo que se persigue con los materiales ofrecidos en sitios Web, éste es muy variado. Algunos textos desarrollan una parte de la teoría, otros son simples listas de ejercicios a resolver o bien ejemplos con solución. Los applets generalmente forman parte de actividades de indagación que incluyen el uso de graficadores o calculadoras. En otros sitios se encuentran quices interactivos que permiten la autoevaluación y finalmente, los videos pueden contener explicaciones teóricas o ejemplos resueltos. Las simulaciones y juegos interactivos en matemática a nivel universitario son muy escasos.

2.2 Análisis inicial del material seleccionado

En esta sección enumeramos las impresiones iniciales derivadas del análisis de los diversos materiales localizados. Debemos hacer notar que el nombre o dirección de los sitios Web visitados no se incluye, ya que así podemos referirnos con total libertad al trabajo dedicado y pionero de muchos autores. La idea fundamental de este artículo no es hacer críticas o señalar errores y deficiencias encontrados en el material elaborado por otros, sino más bien detallar, de qué manera los aciertos y las deficiencias percibidas influyeron en el diseño y

puesta en práctica al elaborar nuestro propio material. En resumen, se trata de no caer en los mismos errores detectados.

El primer análisis del material encontrado se realizó de manera subjetiva, basándonos únicamente en nuestra experiencia como docentes y utilizando el sentido común. Sin embargo, produjo resultados que concordaron en forma sorprendente con los predicados de las principales teorías cognitivas que analizan e informan el diseño instruccional de material multimedia. El estudio de teorías tales como la Teoría de Carga Cognitiva de Sweller (Sweller, van Merrienboer y Paas, 1998; Sweller, 2005 a) y la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia de Richard E. Mayer (Mayer, 2005; Moreno y Mayer, 1999; Mayer y Moreno, 1998) nos proporcionaron posteriormente las herramientas para hacer un segundo análisis, esta vez bajo la lupa objetiva de teorías cognitivas que han sido sometidas a la experimentación para validar sus postulados. Esta segunda revisión permitió afinar y mejorar algunas de las conclusiones prácticas a las que ya habíamos llegado de manera intuitiva y nos proporcionó una base sólida para el desarrollo del material multimedia. A continuación desglosamos las ventajas o desventajas que percibimos en cada tipo de material.

2.2.1 Archivos de texto y páginas Web sin animaciones

Una decisión que se tomó desde el inicio fue que el material que se ofreciera en la plataforma Moodle no debía consistir exclusivamente de textos. No pretendemos negar el poder de Internet como un sitio donde la distribución de material escrito se ha puesto al alcance de todos: esa es una de las grandes maravillas de las TICs. Sin embargo, creemos que limitar un medio tan versátil a cumplir de manera imperfecta las funciones de un libro, es un desperdicio de recursos. Por este motivo descartamos del análisis todo tipo de documentos aptos para ser distribuidos en forma impresa. Una vez establecido esto, el paso siguiente fue revisar los demás materiales en busca de alternativas viables.

2.2.2 Applets

No nos agradó la forma como se utiliza la mayoría de los applets encontrados. Esto no se debe a una deficiencia inherente al software, sino a la manera en que se implementa. En general, este tipo de archivos cuenta con algún control o deslizador que permite al usuario variar ciertos aspectos tales como color, forma de los gráficos o valor de los parámetros involucrados. En general, cuando se presentan gráficas, la calidad estética es pobre. Su principal función podemos definirla como software de exploración; es decir, los applets se

prestan para diseñar materiales donde cada estudiante puede descubrir fácilmente qué sucede si varía ciertas condiciones como las mencionadas. Desde el punto de vista del profesorado, los applets tienen la desventaja que para elaborarlos se requiere aprender a programarlos en Java, cosa que no es trivial. Por lo tanto decidimos no utilizar applets, al menos por el momento, ya que hay otras alternativas más simples de implementar, al alcance de la mano y con mayor calidad estética, si es que se quiere utilizar actividades de exploración.

2.2.3 Animaciones sin audio

Luego se analizaron sitios Web relacionados con temas de matemática de nivel secundario o universitario que combinaban texto con animaciones. Algunos de estos sitios tienen como población meta los estudiantes y otros se dirigen más bien a los docentes. En algunos la calidad de las animaciones es de primera, usualmente elaboradas en Flash. Sin embargo, no nos agradaron por una sola razón: no tenían sonido. Al inicio no es tan molesto, pero después de algunos minutos de ver animaciones en silencio, la sensación de aburrimiento y desorientación es frecuente. Nosotros los llamamos "sitios mudos" y contribuyeron definitivamente a tomar una decisión fundamental para la elaboración del material: si utilizamos explicaciones con animación, estas deberán necesariamente incluir audio. De lo contrario, creemos que las animaciones "mudas" pueden ser sustituidas con ventaja por buen material escrito, salvo casos de excepción como pueden ser pequeñas animaciones de pocos segundos de duración. Para efectos del curso de cálculo, con una animación pequeña se puede mostrar por ejemplo la propiedad reflexiva de la parábola.

2.2.4 Sitios con animación y audio

Finalmente encontramos dos sitios Web donde se explicaban temas de matemática a nivel universitario – ambos utilizaban audio y animación – los vamos a llamar sitio A y sitio B. En el sitio A se ofrecía una cantidad impresionante de videos que el estudiante podía ver en el sitio o descargar en su computador. Cada video explica la solución de un problema específico, la cual ha sido escrita de antemano con ayuda de algún software. El autor describe la solución, a medida que va señalando con ayuda del cursor la parte a la cual él se está refiriendo. El movimiento del cursor se grabó simultáneamente con el audio, con ayuda de software de captura dinámica de pantalla.

Se debe señalar que existen varios programas de captura dinámica, algunos gratuitos, pero usualmente los archivos que producen son de un tamaño excesivo. En este sitio nos llamó la atención que el peso de los archivos se mantenía dentro de límites razonables, es decir, menos de 2 MB por minuto de transmisión. El tipo de material ofrecido en este sitio marcó varias de las decisiones tomadas desde el inicio. En primer lugar nos agradó mucho el hecho que la solución estuviera escrita de antemano. Esto contribuye a la nitidez de la presentación y al mismo tiempo, la solución del problema se convierte en una especie de guión para el locutor, quien debe ir comentando o ampliando la explicación conforme avanzan los pasos seguidos en la solución. A pesar de que los puntos positivos de este material son muchos, hay un detalle muy inconveniente: el tener que seguir y ubicar con la vista dónde se encuentra el cursor se convierte en algo que distrae, pues hay momentos en que se pierde el hilo de la explicación al concentrar la atención en el movimiento del cursor. De aquí viene la siguiente decisión tomada: en todo el material se utilizará otro tipo de señalización que no consista en algo tan pequeño como un cursor y que sin mayor esfuerzo oriente al usuario a la parte de la pantalla que debe mirar.

Desde el punto de vista del nivel académico, los ejemplos seleccionados en el sitio A nos parecieron muy adecuados: no son triviales, lo que haría aburrida y de poca utilidad la presentación, ni son tan difíciles que requieran de una explicación muy minuciosa y larga. Además, como mencionamos anteriormente, la gran cantidad de ejemplos ofrecidos es un punto a favor. Por desgracia, la última vez que revisamos el sitio, la mayor parte del material había desaparecido de Internet debido a que el docente se pensionó.

El sitio B muestra mayor calidad técnica, fue elaborado muy probablemente por un equipo de profesionales en multimedia, al contrario del sitio A cuya elaboración recayó directamente en un solo docente. A pesar de esto, el material en el sitio B muestra fallas atribuibles al desconocimiento de las normas prácticas de diseño instruccional derivadas de las teorías cognitivas. Un ejemplo de esto es que la pantalla está dividida en dos partes, en algunos momentos en ambas se muestra texto y hay una narración que describe la solución de un ejercicio. Como veremos más adelante, esto es una trasgresión evidente al principio de la atención dividida. El problema más evidente se produce cuando la narración llega al final de la pantalla: en este momento hay un desplazamiento vertical automático (scroll en inglés) del texto en lugar de presentar una pantalla nueva. Este movimiento escapa del control del usuario y produce una sensación parecida a leer en un coche en marcha: es una sensación

incluso de malestar físico. Otra desventaja consiste en que hay momentos donde la narración se limita a repetir lo escrito en la pantalla, volviendo redundante a uno de los dos. No es de sorprender entonces, que tanto Mayer como Sweller, en lo que ambos llaman Principio de Redundancia, establezcan que esta práctica no es recomendable (Mayer, 2005; Sweller, 2005 b).

En cuanto a la parte metodológica, se presentan explicaciones teóricas muy resumidas y ejemplos resueltos de nivel muy elemental. La principal deficiencia metodológica es la pobreza, tanto en cantidad como en calidad de los ejemplos resueltos. La mayor fortaleza es el diseño gráfico que se nota en la interfase y en la utilización de recursos de programación, ya que el mismo efecto de desplazamiento vertical que criticamos fue programado con cuidado.

2.2.5 Lecciones grabadas en video

Finalmente, encontramos otros sitios con videos donde un docente va explicando a medida que escribe, ya sea en una pizarra, en una hoja de papel o en una computadora tipo Tablet. La calidad es muy variada, desde lecciones de aproximadamente una hora puestas en Internet sin ningún tipo de post-edición, hasta otras donde es evidente el empleo de más de una cámara y trabajo de edición hecho por profesionales.

Consideramos que este tipo de material puede ser muy útil, sobre todo si la idea es proporcionar una lección completa. Aunque hemos albergado por largo tiempo la idea de implementar clases enteras en video, se desestimó su uso por el momento. Sin embargo, los videos bajados de Internet serán de utilidad en un futuro, cuando podamos avanzar a una segunda etapa en la modernización del curso y el análisis de este material nos pueda guiar en la elaboración de nuestros propios videos.

2.3 Necesidades específicas del curso

Reconocemos que muchos de los tipos de material encontrado pueden tener una gran utilidad en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo. Sin embargo, las necesidades de la primera etapa de implementación de un componente bimodal eran muy concretas: necesitábamos material que sirviera de complemento a las lecciones presenciales y que permitiera al estudiante repasar ciertos temas por su cuenta. Se decidió que no se presentaría materia nueva ni teoría, sino más bien ejemplos resueltos, presentados de manera similar a los encontrados en el sitio A. Además se quería que los ejercicios tuvieran

un nivel medio, ya que ejemplos básicos se le presentan al estudiante en el texto elaborado para el curso. Por el contrario, ejemplos de solución más elaborada y compleja se dejan de tarea y pueden revisarse en clase.

Por otra parte, se había establecido el requisito de que la presentación tuviese animación y narración simultánea, lo que conlleva a decisiones importantes en cuanto al software requerido. Creemos que la parte computacional, tanto en lo referente a software para animación o edición de video, así como la edición de audio, son merecedoras de un análisis más extenso en un próximo artículo, ya que en nuestro medio la elaboración de este tipo de material aún es incipiente y compartir las experiencias es una manera de aprender y de mejorar.

Finalmente, como no contamos con diseñadores profesionales, esto limita el software utilizado a aquellos accesibles tanto desde el punto de vista económico, como desde la perspectiva de la curva de aprendizaje requerida para utilizarlos. Aún así, tuvimos que aprender a utilizar alrededor de siete programas de producción de animaciones y captura de pantalla; iniciamos el aprendizaje de un software especializado en edición de video y nos familiarizamos con un programa de edición de audio. Existen muchos otros programas que quisiéramos incorporar al arsenal de herramientas tecnológicas, pero la limitante de tiempo para aprender a utilizarlos es un factor importante.

3. Fundamentación científica del aprendizaje multimedia

Las bases teóricas que justifican el uso de multimedia en la enseñanza incluyen numerosos conceptos y teorías, algunas de las cuales serán mencionadas a continuación. Hay varios enfoques que pueden adoptarse al estudiar el fenómeno del aprendizaje multimedia, pero se escogió el marco de las teorías cognitivas debido a que ofrecen una explicación muy intuitiva del porqué los ambientes multimedia pueden favorecer el aprendizaje y además porque estas teorías han sido sometidas a gran cantidad de experimentos para demostrar los principios que postulan.

En primer lugar, debemos precisar el significado de algunos términos que utilizaremos en el presente trabajo, empezando por la palabra multimedia.

3.1. ¿Qué entendemos por multimedia?

El término multimedia ha ido cambiando su significado con el paso de los años y aún hoy en día no todo el mundo se refiere a lo mismo cuando utiliza dicha palabra. Del latín *multum* y *medium*, se debe entender como múltiples medios de presentar y procesar información, entre los cuales podemos citar texto impreso, imágenes estáticas o con animación, audio (música, sonidos especiales o narración), video e interactividad. Por supuesto, lo que se incluya dentro de "medios" debe irse adaptando conforme nuevas tecnologías emergen. En un artículo de 1981 – antes de que las PCs revolucionaran lo que entendemos por "computadoras" – se alaba el uso de multimedia en cursos de extensión y se menciona el uso de varios medios: correo terrestre, televisión o instrucción por teléfono (Kristiansson, 1981). ¡Difícilmente son estos los medios que nos vienen a la mente cuando decimos multimedia en la actualidad! Sin embargo, todos ellos tienen sus equivalentes modernos: email, video y chat. En sentido estricto, cualquier presentación que incluya los elementos citados puede considerarse multimedia y eso abarca los libros ilustrados con imágenes, una presentación tipo Power Point donde el presentador hace la narración en vivo o la clase de matemática dictada por un docente que utiliza elementos visuales como la pizarra con fórmulas y el gráfico de una función (imagen estática), y además, de manera simultánea explica el procedimiento (narración, modalidad aural). Debido a que el término es tan amplio, muchos autores delimitan la investigación sobre multimedia a materiales con soporte digital. En el presente trabajo también nos circunscribimos al análisis de material digital, aunque esto no significa que restemos importancia al uso de otros medios (televisión, radio, material en VHS, presentaciones en vivo) como herramientas para el aprendizaje.

Para Richard Mayer (Mayer, 2005), multimedia significa presentar simultáneamente palabras (habladas o escritas) e imágenes (gráficos, fotografías, animaciones, video). Considera que se puede caracterizar el material multimedia desde 3 puntos de vista: a) la tecnología (¿qué aparatos se utilizan?, pantalla del monitor, proyectores, parlantes?, b) el modo de presentación (verbal o pictórico) y c) la modalidad sensorial (visual o auditiva). Él rechaza el análisis basado exclusivamente en la parte tecnológica y escoge el modo de presentación, con alguna influencia de la modalidad sensorial.

El siguiente esquema muestra las distintas formas que las *palabras* y las *imágenes* pueden tomar cuando hablamos de multimedia.

Modalidad (sentidos)	Modo: Verbal	Modo: No verbal (pictórico)
Visual	Texto en pantalla Lenguage de signos	Ilustraciones Animaciones Video Mapas Efectos visuales
Auditiva (aural)	Narración (voice-over)	Música Efectos de sonido

Figura 1: Posibles combinaciones entre modo y modalidad en el material multimedia.

Además de darnos una definición práctica del término multimedia, Mayer distingue entre aprendizaje multimedia (construcción de modelos mentales basados en las imágenes y palabras) y la instrucción multimedia o ambientes de aprendizaje multimedia (utilización de imágenes y palabras con el fin de promover el aprendizaje).

3.2. Arquitectura Cognitiva

Entre las preguntas que más han inquietado a los grandes pensadores desde hace siglos, se encuentran la naturaleza de la materia, el origen del universo y el funcionamiento de la mente humana. Hasta hace muy poco, el conocimiento de la mente – y del pensamiento y el aprendizaje que ella hace posibles -- permanecía elusivo. (National Research Council, 2000). La situación en la actualidad es muy diferente, principalmente con el auge de las teorías cognitivas y neurociencias, que permiten un mejor conocimiento de la estructura y funcionamiento de la herramienta más poderosa de la humanidad: la mente. Por arquitectura cognitiva entendemos tanto las características como las relaciones entre memoria de trabajo y memoria de largo plazo. Para Sweller (2005 a), los seres humanos carecemos de un ente director en la memoria de corto plazo (i.e. el ejecutivo central) y debemos suplir esta deficiencia mediante los esquemas que guardan la información organizada en la memoria de largo plazo.

Memoria de trabajo (memoria operacional)

La memoria de trabajo u operacional, es de capacidad muy limitada. Este concepto es una extensión de la memoria de corto plazo (o memoria inmediata) planteado por Miller (1956). El término *"working memory"* en inglés, ha sido traducido al español como *memoria de trabajo* y *memoria operativa*, aunque no necesariamente las dos acepciones significan lo mismo.

Según Etchepareborda y Abad-Mas (2005), la memoria se puede clasificar en inmediata, mediata y de largo plazo o diferida, señalando que "la memoria a corto plazo, memoria mediata, memoria de trabajo (MT) o funcional, es la que guarda y procesa durante breve tiempo la información que viene de los registros sensoriales y actúa sobre ellos y también sobre otros". En su trabajo los autores describen distintos modelos de funcionamiento de la MT, entre otros el propuesto inicialmente por Baddeley y Hitch en 1974 (citado por Baddeley, 2002).

Este modelo se aparta del antiguo concepto simplista de almacenamiento temporal como función principal de la MT y le otorga mayor importancia a los procesos que ocurren en ella. Para esto se introducen tres componentes que se muestran en la Figura 2.

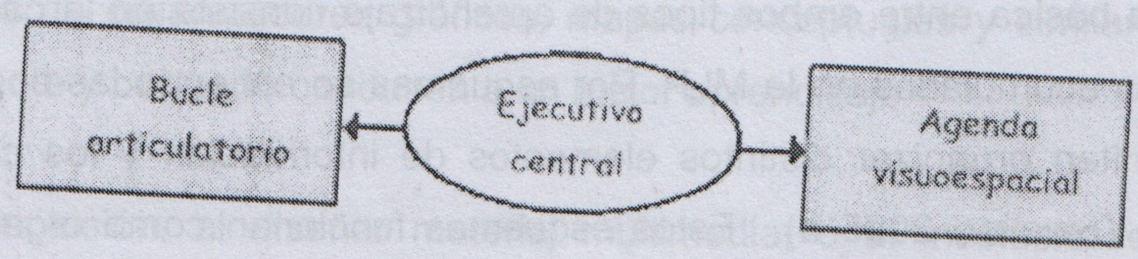


Figura 2: Memoria operacional como un sistema de tres componentes

El ejecutivo central es un controlador de capacidad limitada que tiene dos componentes esclavos: el bucle articulatorio encargado de procesar la información verbal y acústica y la agenda visuoespacial que procesa las imágenes y la información espacial, sirviendo de interfase entre ambas. Sin embargo, este modelo ha ido evolucionando en los últimos treinta años y el mismo Baddeley, en el 2005 plantea una revisión más elaborada y que incluye un nuevo componente, el buffer episódico. En este modelo revisado se hace más explícita la interacción entre memoria de trabajo y memoria de largo plazo. Es interesante mencionar

que a pesar de que el concepto de memoria operativa o de trabajo tiene sus raíces en la psicología cognitiva, ha sido adoptado e integrado en las neurociencias. Arteaga y Pimienta (2006) hacen una revisión de la memoria operativa desde el punto de vista de la neurociencia cognitiva, indicando incluso que esta se localiza en la parte prefrontal del cerebro. Por su parte, otro grupo de investigadores logra incluso detectar el lugar preciso del cerebro humano donde se produce la integración de la información visual y auditiva, ubicándolo en el lóbulo parietal superior (Molholm et al, 2006).

3.2. Memoria a largo plazo

La memoria de largo plazo (MLP) es el lugar donde se almacena el conocimiento. Tiene una capacidad prácticamente ilimitada, como se ha logrado demostrar estudiando a los grandes maestros de ajedrez. La función de la MLP en cuanto al aprendizaje es vital. Según Sweller (2005 a), *"el aprendizaje es una alteración en la memoria de largo plazo. Si nada ha cambiado en la memoria de largo plazo, nada se ha aprendido".* Como consecuencia, la meta principal de la instrucción se convierte en la promoción de cambios o alteraciones adecuadas en la MLP.

Hay que señalar, sin embargo, que no todos los aprendizajes son iguales: se puede aprender mecánica o memorísticamente y por el contrario se puede aprender con comprensión o significativamente. Ambos aprendizajes producen cambios en la MLP. La diferencia básica entre ambos tipos de aprendizaje consiste en la cantidad y calidad de los esquemas acumulados en la MLP. Por esquemas se entiende las construcciones cognitivas que permiten organizar distintos elementos de información y los categorizan en un solo elemento (Sweller, 2005 a). Estos esquemas funcionan como organizadores de la nueva información y por lo tanto facilitan el aprendizaje: a mayor cantidad de esquemas y a mayor complejidad de estos, el aprendizaje se vuelve más natural. Los esquemas a su vez pueden organizarse en esquemas más complejos, de una manera jerárquica.

3.3. Teoría de la carga cognitiva

La teoría de carga cognitiva de Sweller (Paas, F., Renkel, A. y Sweller, J., 2004; Sweller, J., van Merrienboer, J. y Paas, F., 1998; Sweller, 2005 a) se basa en las características de la estructura cognitiva ya mencionadas. En particular, se enfatiza en las limitaciones de la memoria de trabajo y se establece que el proceso de recibir, organizar e incorporar nueva información supone una carga en el sistema; a esto se le llama carga cognitiva. Esta última se clasifica en tres tipos diferentes, como se indica a continuación.

Carga intrínseca

Es la carga ocasionada por la complejidad misma de lo que se quiere resolver o aprender. No puede ser manipulada o reducida por el diseño instruccional. Para ilustrar el concepto con un ejemplo citado a menudo, podemos decir que aprender unas pocas palabras en un nuevo idioma representa una carga intrínseca baja, mientras que tratar de comprender una conferencia dada en una lengua poco familiar representa una carga intrínseca altísima.

Carga extrínseca

Es la parte de la carga cognitiva que debe reducirse mediante un buen diseño instruccional, ya que es irrelevante para el aprendizaje. Como ejemplo, si en una presentación multimedia existen efectos de sonido o animaciones muy rápidas, eso produce una carga cognitiva que interfiere con el aprendizaje y que no tiene ninguna razón de ser: un mejor diseño puede reducir o eliminar este problema. Inclusive en una lección tradicional, el docente puede aumentar la carga extrínseca, por ejemplo cuando escribe en desorden en la pizarra o cuando no se expresa claramente al explicar un nuevo concepto.

Carga relevante

Esta es la carga que contribuye al aprendizaje y puede ser influenciada por un diseño adecuado. Todas las acciones que contribuyan a la formación de esquemas mentales, tales como el uso de organizadores gráficos, mapas conceptuales y similares contribuyen a la carga relevante y por ende conducen a un mejor aprendizaje.

En conclusión, al diseñar material multimedia, o al involucrarse en cualquier otra actividad instruccional, hay que mantener un delicado balance: reducir al máximo la carga extrínseca y al mismo tiempo velar por una adecuada carga relevante para que el total de la carga no se convierta en sobrecarga e interfiera con el aprendizaje que se quiere facilitar.

3.4. Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia

La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia de Mayer (Mayer, 2005; Moreno, R. y Mayer, R. E., 2000; Moreno, R. y Mayer, R. E., 1999; Mayer, R. E. y Moreno, R., 1998) tiene sus raíces en la teoría de la codificación dual de Paivio (2006). Se refiere al proceso de recepción de nueva información en los canales auditivo y visual, al procesamiento en la memoria de corto plazo, y su posterior integración con conocimientos previos en la memoria a largo plazo, como se observa en la Figura 3.

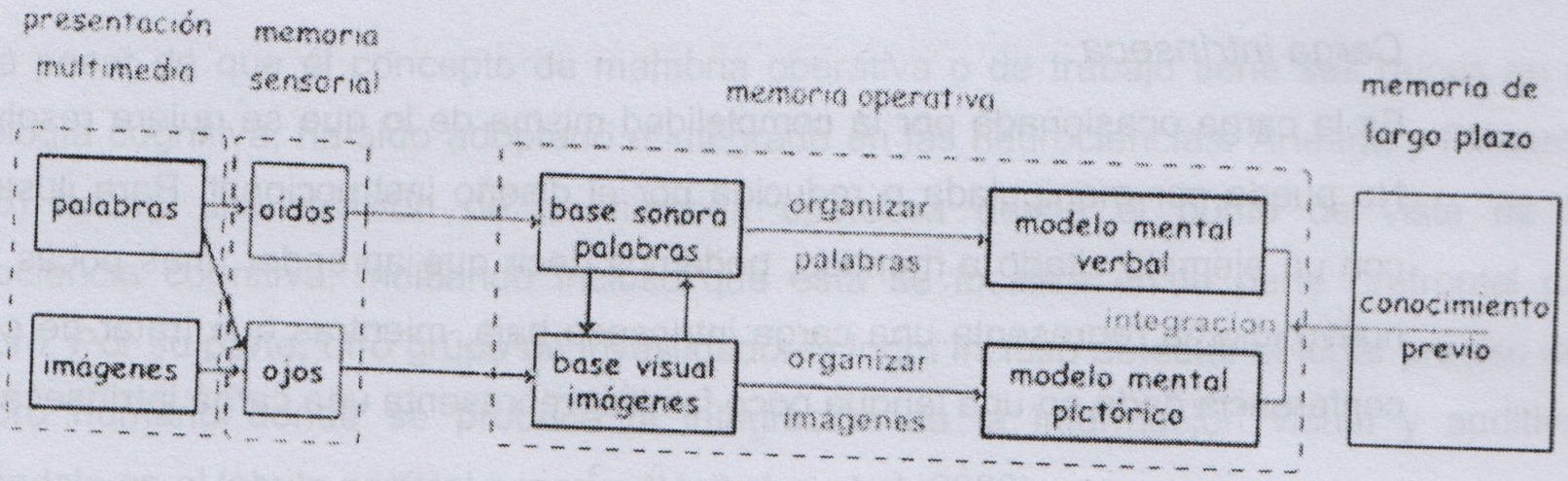


Figura 3: modelo cognitivo del aprendizaje multimedia (adaptado de Mayer, 2005)

En suma, la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia trata de explicar de qué manera el aprendizaje es facilitado o inhibido por la base multimedial de la información. Mediante cuidadosos experimentos se procura dilucidar cuándo y por qué funciona un determinado tipo de material. Los resultados se van acumulando en una serie de principios que facilitan al diseñador instruccional la tarea de producción. Si una imagen vale más que mil palabras, la Figura 3 es un buen ejemplo de ello. Al enfrentarse a una presentación multimedia, la información entra por los canales auditivo y visual. Las palabras y las imágenes se seleccionan y organizan en la memoria de corto plazo, donde también interactúan con el conocimiento previo que se recupera de la memoria de largo plazo. Si el aprendizaje es exitoso, nuevos esquemas se forman e integran con los anteriores y de nuevo se almacenan en la memoria de largo plazo hasta que el aprendiz vuelva a necesitarlos. Esta figura resume también de manera gráfica las premisas en que descansa la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia: a) Canales duales (los seres humanos poseen canales separados para procesar la información visual y auditiva); b) Capacidad limitada (la información que se puede procesar en cada canal es limitada) y c) Procesamiento activo (los seres humanos procesan activamente la información, organizando palabras e imágenes e integrando los respectivos modelos mentales).

3.5. Principios de diseño instruccional derivados de la teoría de carga cognitiva

La *Teoría de carga cognitiva* y la *Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia* no solo presentan una base teórica coherente que permite comprender los procesos que tienen lugar en la mente humana cuando ocurre un aprendizaje, sino que además han sometido a experimentación científica sus postulados. Esos experimentos han establecido una serie de normas que Mayer y su grupo llama principios y que Sweller y otros investigadores han

denominado efectos en varias de sus publicaciones. Nos parece más ilustrativo el término *efecto*, porque evoca la influencia que ejerce el ambiente multimedia en el aprendizaje y porque no tiene la connotación de norma general que viene a la mente con la palabra *principio*. El término *principio*, según el diccionario, se puede definir como "Una generalización básica que es aceptada como cierta y que puede ser usada como base para el razonamiento o conducta" (Clark, 2005). Las normas o principios que se describen a continuación, tienen muchas excepciones y no son verdades absolutas; sin embargo, el término *principio* ha venido siendo utilizado con mayor frecuencia en la literatura de las ciencias cognitivas y es el que emplean los autores de capítulos del Manual de Cambridge del Aprendizaje Multimedia (Mayer, 2005), así que también emplearemos el término.

Los principios están muy relacionados entre sí, hasta el punto que resulta difícil tratarlos por separado, pues sus efectos se entremezclan. Han sido definidos en numerosos trabajos de Mayer, Sweller y Moreno, entre otros, y se han ido refinando en los últimos diez años. Hoy en día han sido estudiados y documentados al menos veinticinco principios. Mayer (2005) en su Manual los clasifica en básicos y avanzados. De este manual tomamos algunas de las definiciones de los principios básicos que consideramos han influido más en el diseño de nuestro material.

Principio de multimedia

Es el fundamental ya que sobre este descansa la justificación del empleo de multimedia en la enseñanza, y ya lo citamos en el epígrafe: "Las personas aprenden mejor de palabras e imágenes que solo de palabras". Esta premisa, engañosamente simple, tiene sus raíces siglos atrás. Específicamente en matemática, siempre se ha entendido la importancia del uso de imágenes para facilitar la comprensión. El vínculo en la siguiente imagen miniatura muestra la reproducción digital del manuscrito más antiguo que se conserva (escrito en el año 888 en Constantinopla) de los Elementos de Euclides, y cuya versión digital ha sido puesta a servicio del público por la Biblioteca sin Paredes. (*http://librarieswithoutwalls.org/*).

Si observamos las imágenes ampliadas, se observa cómo al lado del texto se incluyen imágenes que son necesarias para la mejor comprensión de las demostraciones. De hecho la figura de la izquierda es una representación gráfica del teorema de Pitágoras.

El término *principio de multimedia* ha venido evolucionando. Mayer y Moreno se referían a este como *principio de representación múltiple* y como *efecto multimedia* (Mayer y Moreno, 1998), pero en esencia la noción es la misma: es mejor presentar una explicación con palabras e imágenes que solamente con palabras. En ese mismo trabajo se describen los experimentos que lo comprueban: después de estudiar el funcionamiento de un inflador de bicicletas mediante una presentación multimedia, los estudiantes que tuvieron acceso a una animación con explicación narrada obtuvieron mejores resultados en pruebas posteriores que aquellos que solo pudieron escuchar la narración. Similarmente, los estudiantes que leyeron la explicación en un texto con imágenes al lado salieron mejor en las pruebas que aquellos que solo tuvieron acceso al texto sin imágenes (Figura 4).

narración + animación	narración
texto + imágenes	texto
modo verbal + no-verbal (superior)	modo verbal (inferior)

Figura 4: Experimentos sobre el principio de multimedia

El principio multimedia "concuerda con la teoría del aprendizaje multimedia, ya que los estudiantes a quienes se les da explicaciones multimedia son capaces de construir dos diferentes representaciones mentales – un modelo verbal y un modelo visual – y construyen conexiones entre ambos" (Mayer y Moreno, 1998, p. 3).

Sin embargo, no debemos confundirnos con la simpleza del principio multimedia: *las palabras* y *las imágenes* pueden tomar diversas formas, como se muestra en el esquema de la Figura 1. Las distintas maneras de mezclar los elementos de dicho esquema dan lugar a varios de los principios siguientes, ya que no todas las combinaciones son de igual utilidad en la enseñanza y por el contrario, algunas más bien interfieren con el aprendizaje.

Principio de modalidad

El principio descrito en la sección anterior – principio multimedia – se refiere básicamente al modo en que se presenta la información y se puede resumir diciendo que es mejor que esta se presente en ambos modos: verbal y pictórico. En experimentos subsiguientes, Moreno y Mayer (2000) se preguntaron si el resultado superior obtenido por los estudiantes en los experimentos descritos anteriormente, cuando se les presentó información verbal y no verbal en forma simultánea, se debía únicamente al principio multimedia o si por el contrario existía además un efecto ligado a la modalidad; es decir, si el hecho de presentar información en la modalidad visual o aural tenía repercusiones. Al combinar ambos modos se utilizan los dos canales de la memoria operativa de manera simultánea y se podría asumir que esto fue la causa de que el aprendizaje resultara más profundo. Para poder separar el efecto multimedia de un posible efecto de modalidad, Moreno y Mayer (2000) diseñaron varios experimentos en los que se somete a los estudiantes a seis diferentes situaciones de aprendizaje, resumidas en la siguiente figura:

simultáneo	secuencial
(1) narración + animación	(2) narración -> animación (3) animación -> narración
(4) texto + animación	(5) texto -> animación (6) animación -> texto

Figura 5: determinación del principio de modalidad

Debe aclararse que el modo no verbal se mantiene constante pues se utiliza la misma animación en todos los casos, mientras que es en el modo verbal que se varía la modalidad: se utiliza una narración (modalidad auditiva) o un texto en pantalla (modalidad visual). En (1), (2) y (3) de la Figura 5, la modalidad es auditiva, mientras que en (4), (5) y (6) es visual. Hay que notar que en los seis casos se respeta el principio multimedia pues los dos modos están presentes.

Los resultados fueron concluyentes: en las pruebas donde se utilizó narración, es decir, las situaciones (1) a (3), los estudiantes obtuvieron resultados significativamente más altos que cuando se empleó texto, o sea, los casos (4) a (6), sin importar si los dos elementos se

presentaban de manera simultánea o en secuencia. Por otro lado, no hubo diferencia significativa en los resultados obtenidos en cada grupo de modalidad. Esto permitió considerar el efecto de modalidad como un principio por derecho propio, lo que concuerda con otros experimentos realizados por Mousavi, Low y Sweller (1995), citado por Moreno y Mayer (2000).

Se podría resumir el principio multimedia y el modalidad diciendo que se aprende mejor con palabras e imágenes, sobre todo cuando las palabras son narradas.

Principio de coherencia

Algunos autores incorporan en el material multimedia efectos de sonido o animaciones con la intención de hacerlo más llamativo y captar la atención de los estudiantes.

Según la teoría de carga cognitiva, al inicio la información se procesa separadamente por los canales auditivo y visual, ambos con capacidad limitada. En este sentido, Moreno y Mayer (2000) diseñaron un experimento para determinar si la adición de música o sonidos ambientales en una presentación multimedia favorece o perjudica el aprendizaje de los estudiantes. De acuerdo con la teoría de carga cognitiva, es probable que se produzca una sobrecarga en el canal auditivo al tratar de escuchar música o sonido además de la narración, cosa que pudo comprobarse en dicho experimento. La prueba consistió en presentar a setenta y cinco estudiantes universitarios una animación con narración con las siguientes alternativas para el modo verbal: a) Al primer grupo (N) se le presentó solamente la narración, b) Un segundo grupo (NA) tuvo narración junto con sonidos ambientales, c) al tercer grupo (NM) se le presentó la narración con música y d) el último grupo (NAM) tuvo acceso a la narración junto a sonidos ambientales y música. En la presentación se explica en pocos minutos la formación de los rayos y los sonidos ambientales se refieren al fenómeno estudiado.

En el test de transferencia se comprobó que:

- Los estudiantes tuvieron resultados más bajos en los grupos en que se utilizó música.
- La presencia o ausencia de sonidos ambientales no produjo diferencias significativas.
- Los resultados más bajos los obtuvieron los estudiantes del grupo que escuchó la narración junto con música y sonidos ambientales.

Posteriormente, otras evaluaciones de transferencia comprobaron el último punto: el grupo (NAM) obtuvo consistentemente resultados más bajos que cualquiera de los otros tres grupos.

Los resultados sugieren que hubo sobrecarga auditiva al añadir música, puesto que se trata de material no relevante que compite con la narración en la asignación de recursos cognitivos. Los sonidos ambientales no interfirieron con el aprendizaje al estar coordinados con la narración. Como conclusión, podemos inferir que no debe añadirse material auditivo, a menos que contribuya a hacer más inteligible la explicación. Cabe señalar que también se puede producir sobrecarga en el canal visual, por lo que tampoco es recomendable la utilización de material visual superfluo.

Entonces, se deduce el siguiente principio empírico, llamado principio de coherencia, el cual establece que "las personas aprenden más profundamente cuando se excluyen sonidos o imágenes irrelevantes a lo que se está tratando de explicar".

Principio de Redundancia

En otros experimentos reportados también por Moreno y Mayer (2000, 2001), los autores tratan de dilucidar si la información verbal redundante facilita el aprendizaje o no. En este contexto, por información verbal redundante se entiende que las palabras aparecen simultáneamente como texto en pantalla y como narración. Participaron sesenta y nueve estudiantes universitarios, divididos en cuatro grupos. Todos los grupos vieron la misma animación. En dos de ellos, además de la animación, simultáneamente escucharon la narración que describía la formación de los rayos. En los otros dos grupos la narración se produjo secuencialmente, es decir después de ver la animación. Además, para obtener el efecto de redundancia, se presentó texto en la pantalla en uno de los grupos de tratamiento simultáneo y en uno de tratamiento secuencial. El diseño queda más claro en la Figura 6.

	simultáneo	secuencial
sin redundancia	animación + narración	animación -> narración
con redundancia	animación + narración + texto	animación -> narración + texto

Figura 6: diseño 2x2 de los experimentos

Para analizar los resultados los investigadores realizaron un análisis de variancia en dos componentes siendo la información verbal redundante el factor a analizar. El análisis de variancia mostró una interacción significativa entre redundancia y orden de presentación, de manera que cuando la narración fue secuencial, la población estudiantil con información verbal redundante (animación -> narración + texto) obtuvo mejores resultados que los del otro grupo (animación -> narración). Por el contrario, si la narración y la animación fueron simultáneas, los estudiantes del grupo (animación + narración + texto), es decir, con material verbal redundante, obtuvieron peores resultados que el otro grupo (animación + narración). El primer resultado se explica por la teoría del procesamiento dual de la información, ya que al observar primero la animación quedaban los canales auditivo y visual libres para procesar la información. El material redundante, entonces, ayudó a establecer conexiones entre las palabras escritas y escuchadas. El segundo resultado muestra la sobrecarga que se produjo en el canal visual al competir por recursos cognitivos el procesamiento de la animación y el texto en pantalla.

Hay que considerar que el diseño del experimento contempla la utilización de una animación de corta duración. En las aplicaciones reales, sin embargo, es muy probable que no sea factible – ni deseable – utilizar el formato secuencial. Lo ideal entonces, bajo el modo de presentación simultáneo es limitarse a la animación con narración, sin redundancia alguna.

Así se establece el principio de redundancia, el cual indica que "los estudiantes aprenden mejor de una animación y narración que de una animación, narración y texto si la información visual es presentada simultáneamente a la información verbal" (Mayer y Moreno, 2000).

Se debe aclarar aquí que el principio de redundancia es uno de los que necesita mayor experimentación, ya que se han obtenido resultados aparentemente contradictorios. De hecho, Sweller (2005 b), aunque indica que "las personas aprenden mejor cuando la misma información no se presenta en más de un formato" no tiene la misma definición de redundancia que Mayer.

Principio de señalización

La sobrecarga que interfiere con el aprendizaje, se puede disminuir de varias maneras. Mayer (2005) dedica el capítulo doce en su totalidad a analizar varias formas de reducción de lo que él considera carga no esencial. Para él, los principios de coherencia y redundancia descritos anteriormente, son esenciales en dicha reducción. Además incluye los principios de señalización, contigüidad temporal y espacial entre las herramientas para disminuir la

sobrecarga. En este trabajo nos referiremos solo al principio de señalización, ya que es utilizado frecuentemente en el material multimedia que elaboramos. De manera concisa este principio establece que en una presentación multimedia se aprende con mayor profundidad cuando se añaden claves que ayudan a resaltar la organización de la información esencial. Esto tiene sentido a la luz de la arquitectura cognitiva, ya que facilita la selección de palabras e imágenes, así como los procesos de integración y creación de esquemas. Cabe notar que la señalización puede darse en la modalidad auditiva (por ejemplo con cambios en el tono de voz) o bien en la modalidad visual, añadiendo elementos tales como flechas o cajas de color. En Mayer y Moreno (2000) se define el principio de señalización indicando que "el estudiante aprende mejor cuando se integra en la explicación algún tipo de señal que sirva de guía en la organización de la información"

4. Implementación de los principios en el material elaborado

Como se mencionó anteriormente, en el curso de cálculo que impartimos hubo necesidad de elaborar material que sirviera de complemento a las lecciones presenciales y que permitiera al estudiante repasar ciertos temas por su cuenta. En la producción del material multimedia, integramos nuestra experiencia como docentes, un poco de intuición y por supuesto los conocimientos resumidos en los principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia.

Cada uno de los ejercicios que elaboramos integra audio en la forma de narración e imágenes, cumpliendo así con el principio de multimedia.

Absolutamente todos los ejercicios utilizan la modalidad auditiva y la visual, respetando también el principio de modalidad. Por otra parte, de acuerdo con el principio de coherencia, se eliminó cualquier sonido o imagen ajenos a lo expuesto.

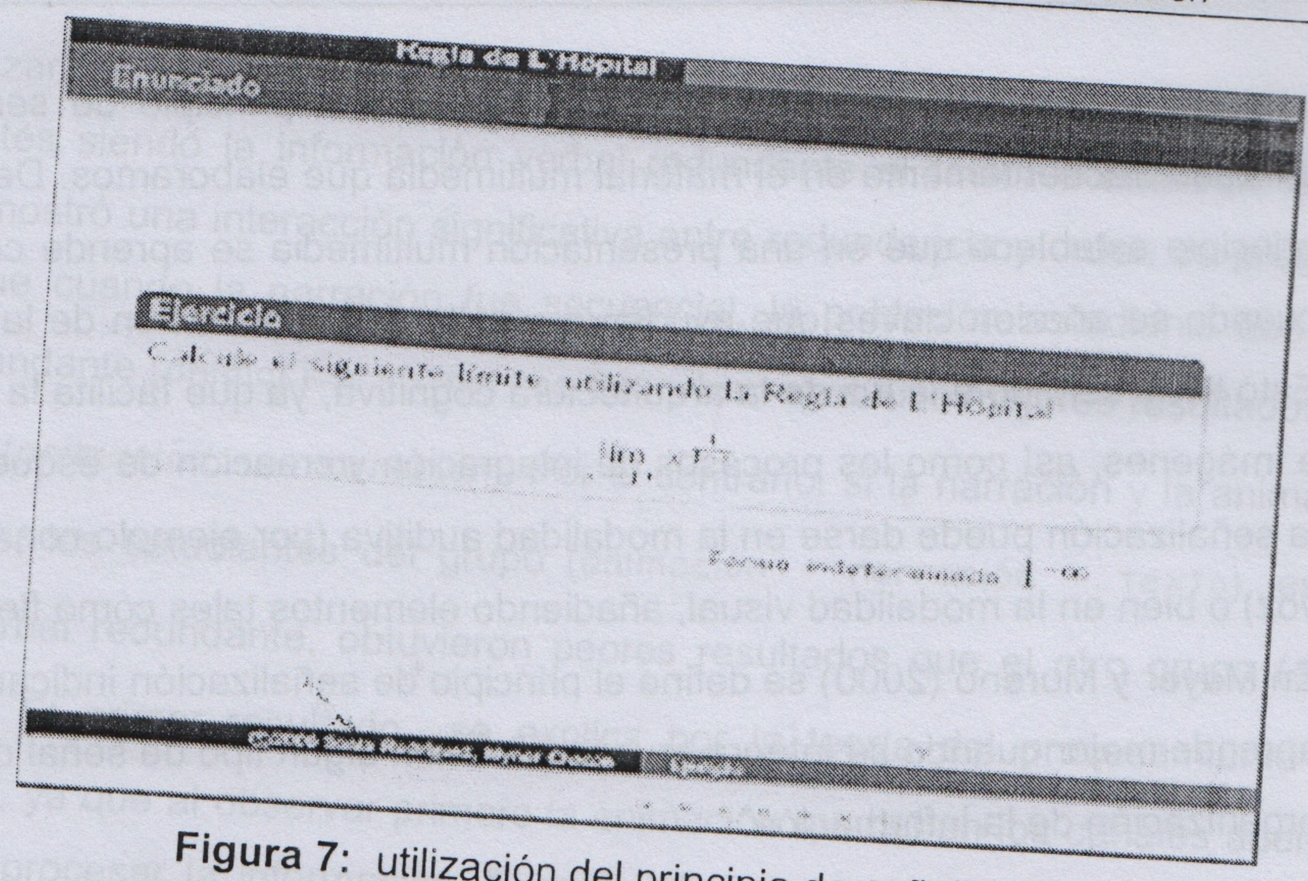


Figura 7: utilización del principio de señalización

El material consiste en una serie de ejemplos resueltos donde se va narrando paso a paso la solución de un problema propuesto. Para lograr que el estudiantado centre su atención en un detalle particular del desarrollo, se utilizaron diversos recursos de señalización, que dependen del software empleado. En general, los programas de autoría multimedia permiten añadir flechas, cajas de texto o de color como se aprecia en las Figuras 7 y 8, tomadas del material elaborado.

En la Figura 8 podemos observar una caja rectangular con cierto nivel de transparencia ubicada sobre la ecuación $y = e^{-1}$. Aunque la caja carece de texto, la idea es centrar la atención en la ecuación en el momento preciso en que la narración hace mención a ella.

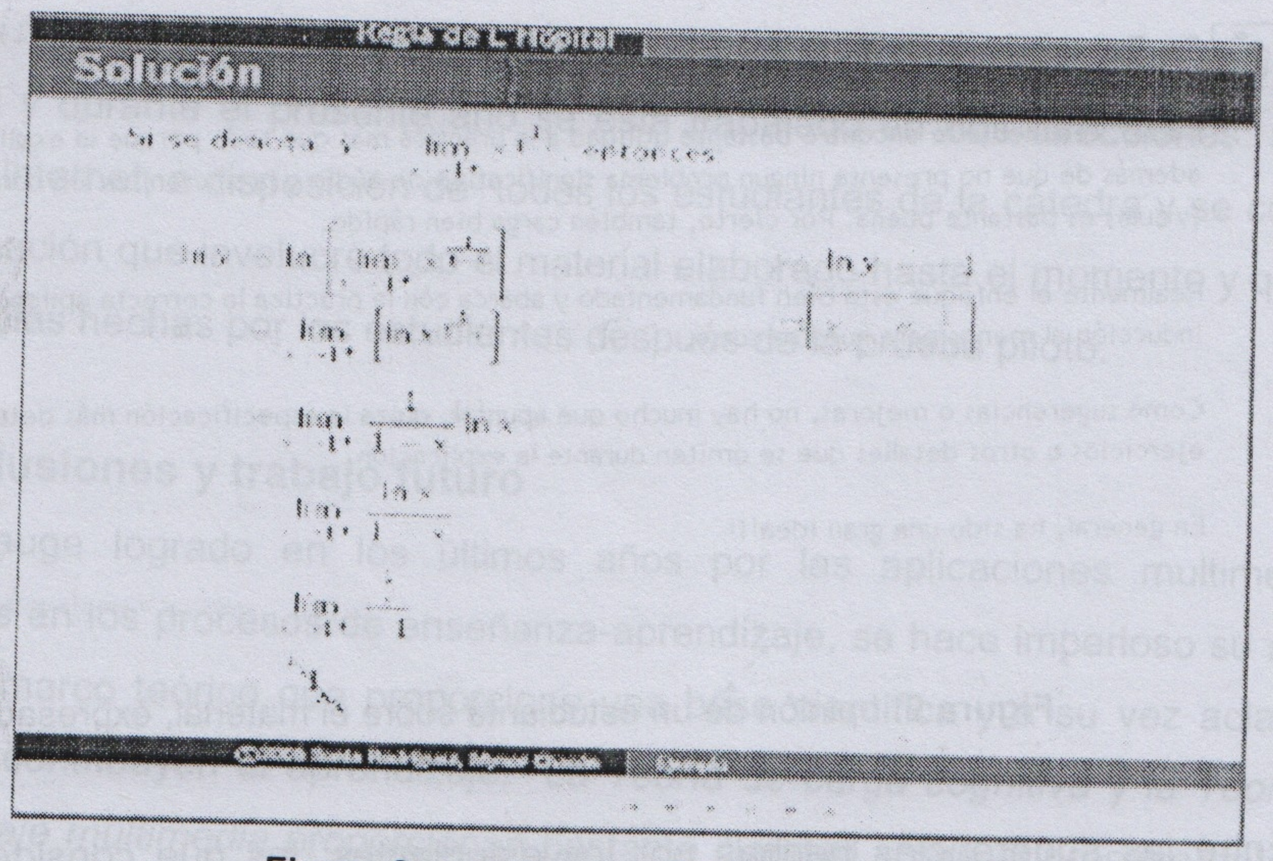


Figura 8: otro tipo de señalización utilizado

5. Opinión de los estudiantes con respecto al material elaborado

Para obtener la opinión de los estudiantes, se realizó una prueba piloto durante el segundo ciclo del 2005. A un grupo de aproximadamente 30 estudiantes se les presentó parte del material multimedia. Tuvieron la opción de observar el material fuera de clase en cualquier computadora con acceso a Internet y se les pidió responder a las siguientes preguntas: ¿*les parecen claras las explicaciones?*, ¿*consideran útil el material?*, ¿*tienen alguna sugerencia* que permita mejorar dicho material?

Con respecto a la primera pregunta el cien por ciento del estudiantado consideró que las explicaciones eran bastante claras, fáciles de comprender y muy dinámicas. La mayoría de la población estudiantil – salvo una excepción – mencionó que la narración se escucha bien. Algunos opinaron que la narración transcurre de una manera rápida, pero creen que esto no presenta mayor problema pues el material tiene la opción de pausar y devolverse.

La respuesta para la segunda pregunta resulta bastante consistente, todos consideraron que el material es muy útil, aunque lo enfocaron desde distintas perspectivas Por ejemplo, algunos opinaron que es útil principalmente para la población estudiantil que repite el curso, otros respondieron que resulta de gran utilidad para repasar, mientras que para un tercer grupo el material es un buen complemento a los ejercicios vistos en clase y propuestos en el cuaderno de trabajo.

Re Ejercicios Induccion.
de [redacted] - Sunday, 16 de October de 2005, 09:44

Bueno, realmente le encontre bastante utilidad a la práctica mas que todo porque la explicación es sólida y concisa, además de que no presenta ningun problema significativo de audio y la sincronización con la explicación en pantalla (visual) es bastante buena. Por cierto, también carga bien rápido.

Realmente el enfoque esta bien fundamentado y abarca con la práctica la correcta aplicación de ejercicios de inducción al menos para nuestro curso.

Como sugerencias o mejoras, no hay mucho que apuntar, quiza la especificación más detallada de algunos pasos en los ejercicios u otros detalles que se omiten durante la explicación.

En general, ha sido una gran idea!!!

Mostrar mensaje anterior | Partir | Borrar | Responder

Figura 9: opinión de un estudiante sobre el material, expresada en un foro

Entre las sugerencias hechas por los estudiantes, las que consideramos más útiles para mejorar el material son las siguientes:

- Añadir explicaciones suplementarias en algunos puntos particularmente difíciles de la explicación.
- Utilizar voces de distintos narradores en los ejercicios, con el fin de no caer en la monotonía auditiva.
- Realizar ejercicios de mayor dificultad, y agregar alguna especie de quiz que permita al estudiante verificar su aprendizaje.
- Poner más ejercicios en línea.

Re: Series
de [redacted] - Saturday, 22 de October de 2005, 22:40

Esta vez note algo que en el caso de los ejercicios de inducción, no vi, los detalles. Me parece que los detalles son una buena maneras de despejar dudas o realizar explicaciones o demostraciones que pueden volver el ejercicio muy tedioso de escuchar para el estudiante, y de explicar para ustedes

No me desagrada la mnera de explicar o la voz del profesor, pero es positivo que varíen con otras voces y formas de explica, para que el estudiante pueda aprenderr de manera más dinámica

Ojalá y puedan poner más ejercicios en línea, para el próximo examen.

Estos pueden quedarse así para ciclos futuros, no necesitan corrección

Mostrar mensaje anterior | Partir | Borrar | Responder

Figura 10: opinión de un estudiante con sugerencias

Concluimos mencionado que durante el año 2006 se continuó con la elaboración y revisión del material y durante el presente año se está trabajado en dos direcciones: se pondrá el material en Internet, a disposición de todos los estudiantes de la cátedra y se considera una nueva evaluación que involucre todo el material elaborado hasta el momento y que incorpore las sugerencias hechas por los estudiantes después de la prueba piloto.

6. Conclusiones y trabajo futuro

Debido al auge logrado en los últimos años por las aplicaciones multimedia como herramientas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se hace imperioso su análisis bajo un riguroso marco teórico que proporcione una base científica y a su vez aclare bajo qué condiciones contribuyen al aprendizaje. La *Teoría de carga cognitiva* y la *Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia* proporcionan bastante claridad sobre el proceso del aprendizaje con tecnología, aunque existen otros enfoques. Los principios prácticos que se han derivado de las investigaciones en este campo constituyen una buena base para la elaboración de este tipo de material.

Ante las aplicaciones multimedia es común encontrar reacciones extremas: por un lado los que consideran que este tipo de material por sí solo resuelve los problemas de la educación y por otra parte los que basándose en anteriores espectativas no cumplidas por los nuevos medios (por ejemplo, la televisión nunca logró el impacto en la educación que se esperaba al inicio), predicen que cualquier otro intento está destinado al fracaso. Los autores consideran que una posición realista, basada en las teorías mencionadas, permite utilizar con éxito herramientas complementarias a la enseñanza tradicional.

El material multimedia, como se implementó en el curso de cálculo, es innovador, sobre todo en lo que respecta al área de la enseñanza de la matemática. Utiliza un discurso similar al de una clase presencial, con la diferencia que ahora la población estudiantil tiene acceso al material vía internet a cualquier hora del día y no solo en la hora de clase.

El proceso de elaboración y evaluación del material multimedia va a continuar, explorando nuevas opciones tales como la grabación de lecciones completas.

Instituto de Investigación
para el Mejoramiento de la
Educación Costarricense (IIMEC)
Facultad de Educación

Referencias

Arteaga, Gabriel y Pimienta, Hernán. (2006). Memoria operativa y circuitos corticales. **Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia 54**. 248-268.

Baddeley, Alan D. (2002). Is Working Memory Still Working? **European Psychologist 7** (2). 85-97.

Clark, Richard E. (2005). Five Common but Questionable Principles of Multimedia Learning. En **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. Cambridge, Estados Unidos: Cambridge University Press.

Etchepareborda, Máximo C. y Abad-Mas, Luis. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. **Revista de Neurología 40** (Suplemento 1), S79-S83.

Kristiansson, Karin. (1981). Multimedia Instruction: High Learning, Low Cost. **Journal of Extension**. 9-13.

Mayer, Richard E. (editor) (2005). **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. Cambridge, Estados Unidos: Cambridge University Press.

Mayer, Richard E. y Moreno, Roxana. (1998). A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles . **Ponencia presentada en Reunión Anual de ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, Los Angeles, CA. Recuperado el 20 de enero de 2006, de http://www.unm.edu/~moreno/

Miller George A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. **The Psychological Review 63**, 81-97. Reproducido con permiso del autor en el sitio: http://www.musanim.com/miller1956/

Molholm, Sophie et al (2006). Audio-Visual Multisensory Integration in Superior Parietal Lobule Revealed by Human Intracranial Recordings. **Journal of Neurophysiology 96**, 721-729.

Moreno, Roxana y Mayer, Richard E. (2001). Getting the Message Across: The Role of Verbal Redundancy in Multimedia Explanations. Ponencia presentada en la Conferencia AERA 2001, Seattle, WA.

Moreno, Roxana y Mayer, Richard E. (2000). A Learner-Centered Approach to Multimedia Explanations: Deriving Instructional Design Principles from Cognitive Theory.

Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning 2, (2). Recuperado de http://imej.wfu.edu/articles/2000/2/05/index.asp

Moreno, Roxana y Mayer, Richard E. (1999). **Visual Presentations in Multimedia Learning: Conditions That Overload Visual Working Memory**. Ponencia presentada en: Third International Conference on Visual Information Systems, Amsterdam, The Netherlands.

Mousavi, Seyed Y., Low, Renae y Sweller, John. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. **Journal of Educational Psychology 87**, 319-334.

National Research Council (2000). **How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition.** National Academy Press.

Paivio, Allan. (2006). Dual Coding Theory and Education. Ponencia presentada en: Pathways to Literacy Achievement for High Poverty Children, University of Michigan. Recuperado de: http://www.umich.edu/~rdytolm/pathwaysconference/pathways.html

Paas, Fred G., Renkl, Alexander y Sweller, John. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. **Instructional Science 32**, 1-8.

Sweller, John. (2005 a). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning (Chapter 2). En **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. Cambridge, Estados Unidos: Cambridge University Press.

Sweller, John. (2005 b). The Redundancy Principle in Multimedia Learning (Chapter 10). En **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. Cambridge, Estados Unidos: Cambridge University Press.

Sweller, John, van Merriënboer, Jeroen y Paas, Fred. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. **Educational Psychology Review**, **10** (3), 251-296.

Instituto de Investigación para el Mejoramiento de la Educación Costarricense (IIMEC)
Facultad de Educación