

Tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática: que hemos aprendido en estos años

Dr. Luis Gerardo Meza Cascante
Director, docente e investigador de la Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica
gemeza@itcr.ac.cr

Introducción

Son varios los años que hemos dedicado, especialmente desde las universidades estatales, a la promoción de la tecnología computacional para apoyar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la matemática en los diversos niveles educativos.

Esta empresa se ha caracterizado por la multiplicidad de esfuerzos, y por la variedad de acciones que ha incorporado. Efectivamente, son muchos los esfuerzos realizados, dentro de los cuales encontramos programas formales de formación de educadores, talleres, cursos de capacitación, conferencias, seminarios, congresos y diversos proyectos de investigación y extensión, incluyendo múltiples tesis de graduación.

Además, la variedad de materiales generados incluye desde programas computacionales educativos, hasta guías didácticas completas para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de diversos temas de matemática con programas computacionales concretos.

De todo ello es claro que las computadoras han jugado, y juegan actualmente, un papel importante y creciente como recurso didáctico para apoyar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la matemática. No obstante, también es cierto que existen diversos aspectos que no han recibido suficiente atención, entre los cuales están los relacionados con los procesos de interacción y de comunicación en el aula.

Por tanto, y en mi papel de formador de educadores, he considerado necesario indagar sobre los efectos que la tecnología computacional introduce en estos procedimientos cuando la enseñanza y el aprendizaje de la matemática se desarrollan mediante la combinación de estrategias convencionales y estrategias innovadoras ligadas al empleo de las computadoras.

Lo que hemos aprendido a partir de algunas investigaciones

Con base en los resultados obtenidos en algunas investigaciones realizadas en nuestro país, me siento en mejor posición para dar crédito a lo que planteaba Reid (1975) hace más de treinta y cinco años, citado por Blanco (1995), sobre la inutilidad de pretender cambios profundos y renovadores en la práctica de la enseñanza sin conocer y tener en cuenta la realidad que se quiere modificar.

Los hallazgos de estas investigaciones me han permitido develar que el uso de computadoras para apoyar la enseñanza de la matemática, tal como la concebimos en la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica, constituye una auténtica y compleja teoría curricular que afecta la concepción de los diferentes niveles educativos, los objetivos, los contenidos, las estrategias metodológicas, la evaluación, etc.

En consecuencia, pienso que es discutible que la innovación que implica utilizar computadoras para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática pueda ser impuesta a las y los docentes por simples decisiones superiores de un ministerio o por la influencia que puedan tener las publicaciones de los académicos. No obstante, con carácter más o menos de imposición, se hacen esfuerzos en nuestro país para que las instituciones tengan computadoras y se las utilice para crear condiciones para el aprendizaje. Así, vemos los esfuerzos del Ministerio de Educación Pública tratando de lograr que las y los docentes asuman y acepten las computadoras como recurso, aun cuando es discutible que sea viable que el Estado imponga a los docentes una teoría curricular.

De lo anterior tenemos que concluir que es necesario que las y los docentes estén profundamente identificados y comprometidos con el cambio de su propia práctica, proceso de transformación del que deben ser protagonistas importantes, para que estos procesos de innovación tengan posibilidad de alcanzar un éxito duradero.

Algo similar debemos comprender sobre el papel de las y los estudiantes: tenemos que conocer cuáles son las creencias que tienen sobre el papel que ellos y ellas consideran que deben jugar en los procesos de aprendizaje y que se imaginan para el o la docente. Si el papel que consideran que les corresponde asumir o el que esperan de su profesor o profesora, difiere grandemente del que se exige en los procesos de innovación, pueden generarse episodios de rechazo a las nuevas propuestas.

En Costa Rica carecemos de información suficiente y diversificada acerca de la realidad cotidiana de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, en general, y de los procesos apoyados con tecnología, en particular, de lo que piensan y sienten las y los docentes de este tipo de propuestas, de las dificultades y oportunidades que tienen para asumir procesos innovadores. Tampoco tenemos información suficiente de lo que piensan y sienten las y los estudiantes sobre el aprendizaje de la matemática, en general, y sobre el uso de computadoras para apoyar esos procesos, en particular.

Tal vez con demasiado optimismo hemos asumido que, tanto las y los docentes como las y los estudiantes, estarán encantados de utilizar este tipo de tecnología, sin tomar en cuenta su propia visión, sus posibilidades reales y, especialmente, como este tipo de propuestas encaja o no con sus sistemas de creencias sobre la naturaleza de la matemática y la importancia de su enseñanza y de su aprendizaje. También me parece que no hemos incorporado en estos procesos de innovación el punto de vista de otros participantes como los padres y las madres de familia, quienes tienen expectativas y creencias que pueden ayudar o que pueden dificultar los procesos innovadores. Pienso, como ya lo propuso Freire (1997), que el currículo se debe construir permanentemente por todos y todas las participantes de la acción educativa, quienes tienen derecho a tomar decisiones sobre él.

Por eso pienso que es necesario continuar con esfuerzos de investigación educativa que nos ayuden a superar este déficit informativo.

Hemos aprendido que un o una docente puede pretender el uso de computadoras con la visión muy particular de que este recurso tendrá impacto exclusivamente en el renglón metodológico, y verse sorprendido/a por una dinámica de trabajo en el laboratorio que la o lo confronte con la necesidad de repensar su propio papel, tener que aceptar una reconfiguración de las relaciones de poder, tener que asumir un papel que ni siquiera había imaginado y que puede ser muy diferente al que venía desempeñando, así como tener que aceptar actuaciones de las y los estudiantes distintas a las que pensaba que correspondía a las y los estudiantes. Hemos visto que este proceso puede ser conflictivo para el o la docente, y que puede requerir de acompañamiento para enfrentarlo.

Este acompañamiento que el o la docente requiere, supone un compromiso que las universidades formadoras de educadores deben asumir por medio de las investigadoras y los investigadores educativos de estas instituciones, o del propio Ministerio de Educación Pública. Pienso que este hecho no es en nada irrelevante porque usualmente la formación de educadores en nuestro país se realiza desde el aula universitaria, con formadores alejados de la realidad educativa de la escuela primaria o del colegio. Por tanto, para que el acompañamiento se concrete se necesita de una nueva actitud de los formadores y de las formadoras, se requiere que asuman ese papel de acompañantes con decisión. También supone un compromiso importante para los funcionarios del MEP quienes o carecen de la formación necesaria o no cuentan con el tiempo disponible dada su alta carga de compromisos.

La cultura organizacional de cada colegio parece ofrecer elementos que pueden incidir en el empleo de computadoras para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de matemática. La cultura organizacional al ser implícita puede afectar y sus efectos ser visibles, pero las causas invisibles. Aquí me pregunto si los acompañantes a que hacíamos referencia anteriormente, o los propios docentes innovadores, tendrán que diagnosticar esa cultura organizacional de manera explícita para identificar los elementos que favorecen la innovación y cuáles no, para aprovechar unos y tratar de contrarrestar los otros, modificando incluso la cultura organizacional en consecuencia. Siento que este tipo de diagnóstico, y especialmente las acciones que se puedan emprender para modificarla, deben incluir a las y los estudiantes para identificar algunas de sus creencias sobre el papel que les corresponde jugar a ellos y ellas en el aprendizaje y al o la docente.

En las investigaciones hemos visto que la introducción de computadoras para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática conlleva, necesariamente, que el docente o la docente y las y los estudiantes estén dispuestos a asumir nuevos papeles; en caso contrario el proceso no tiene mayores posibilidades de éxito. Por tanto, cabe investigar en otros estudios sobre la necesidad de que estas transformaciones de la cultura organizacional sean explícitas o sobre la posibilidad de tratar de lograrlas como subproductos de los procesos innovadores emprendidos.

El conocimiento da poder. Esta afirmación podemos entenderla en el sentido de que el conocimiento que posee el o la docente le ubica en una posición de privilegio para ejercer

el poder en el aula. En casos como los observados hemos visto que cuando las y los estudiantes fueron puestos en posibilidad de explorar para generar conocimiento, se produjo una modificación en las pautas de interacción y de comunicación, efectos que también afectaron las relaciones de poder por cuanto el/la profesor/a ya no fue la única que tuvo posibilidad de marcar el rumbo por seguir, sino que las y los estudiantes tuvieron la oportunidad de decidir, de discriminar, de seleccionar y de compartir cuando lo estimaron conveniente. Estos hechos indican que el poder también fue renegociado, aun cuando el/la profesor/a no lo esperaba y no lo propició directamente. Es posible que este no sea el caso siempre que se utilice tecnología para enseñar y aprender matemática, especialmente si la dinámica en el aula también promueve una actuación más intensa de las y los estudiantes, pero en algunos casos estudiados si se apreciaron modificaciones significativas entre la dinámica del aula (sin computadoras) y la del laboratorio (con computadoras).

Los resultados de algunas de estas investigaciones nos llevan a cuestionar el tipo de formación que reciben las y los docentes en las universidades, especialmente en el empleo de tecnología para apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática. El cuestionamiento viene en el sentido de que, si bien los docentes han mostrado una excelente competencia para el diseño técnico de los materiales y de la propuesta en el laboratorio de computadoras, no parecen estar del todo preparados/as para desarrollar los procesos, pues hemos observado propuestas en las que el o la docente esperaba modificaciones en la parte metodológica y en los recursos a utilizar, pero no parecía estar preparado/a para enfrentar una dinámica en el aula distinta, que le exigiera una reconsideración de su papel como docente, o de su concepción del papel que corresponde a las y los estudiantes en los escenarios enriquecidos con computadoras.

Lo indicado anteriormente me lleva a pensar que el tratamiento de la concepción implícita que tienen los y las docentes del término problema, que realizan Panizza y Sadovsky (1995), tal vez pueda extenderse a otros temas como el uso de computadoras en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. En efecto, al parecer quienes hemos venido impulsando el empleo de tecnología computacional en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, al menos en Costa Rica, hemos asumido que todas y todos entendemos de lo que estamos hablando, y además, que estamos hablando de lo mismo. En otras palabras, hemos manejado como un conjunto de implícitos una serie de elementos que las investigaciones evidencian que no significan lo mismo para todos y todas y en todas las ocasiones.

De esta manera, pienso que las investigaciones nos han develado que posiblemente hemos manejado, de manera implícita, que el impacto de las tecnologías tiene el mayor efecto en los aspectos metodológicos y en los recursos didácticos necesarios, y en consecuencia, nos hemos olvidado casi por completo de otros elementos relevantes del proceso educativo. También hemos manejado de manera implícita la creencia de que el proceso educativo mejorará con la introducción de las computadoras, pero no hemos explicitado qué entendemos por ello. Hemos asumido que las y los docentes y las y los estudiantes estarán encantados de utilizar computadoras para enseñar y aprender matemática, pero no hemos explicitado en que fundamentamos tal suposición.

De los hallazgos de las investigaciones deduzco que es necesario que la comunidad nacional de enseñantes de matemática, al menos, hagamos esfuerzos por explicitar nuestros supuestos sobre lo que entendemos por el empleo de tecnología computacional en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, dando espacio a elementos como: relaciones de poder en el aula, cultura organizacional, patrones de comunicación, patrones de interacción, naturaleza de la matemática, el para qué de la enseñanza de la matemática, concepto de aprendizaje, papel del o de la docente, papel del o de la estudiante, etc.

El currículo dominante en Costa Rica enfatiza en los contenidos. Lo anterior genera la obligación en el o la docente de cubrir determinados contenidos en un tiempo dado; de lo contrario sus estudiantes serán evaluados en desventaja. Este aspecto puede verse como potencialmente inhibitorio de la innovación educativa mediante el uso de computadoras en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. Por una parte, tal como hemos visto en algunas investigaciones, el o la docente que invierte tiempo en llevar a las y los estudiantes al laboratorio de computadoras se enfrenta luego con el hecho de que no cubrió cierto tipo de ejercicios o de algoritmos, los cuales serán evaluados por el Departamento del colegio o en el examen de bachillerato. Aun cuando la experiencia en el laboratorio hubiese sido, educativamente hablando, muy oportuna y rica, el o la docente queda comprometido pues le falta tiempo para cubrir contenidos que, por el enfoque, no puedan darse por cubiertos con el trabajo realizado en el laboratorio.

No hay que olvidar que el o la docente se desempeña en un contexto social configurado por las expectativas de las y los estudiantes, de los otros colegas, de los padres y madres de familia y otras personas, que le pueden restringir en sus oportunidades de innovar. Si el currículo nacional estuviese centrado en el aprendizaje, de manera que interesen más los procesos que los contenidos, y éstos se miraran como medios más que como fines, la situación podría ser diferente.

Sueño, como ha indicado Lira (1999), con que nos encaucemos por un enfoque centrado en el aprendizaje más que en la enseñanza. En este sentido los hallazgos de las investigaciones asoman la posibilidad de que esto sea posible. En efecto, algunos procesos observados en el aula se han centrado en la enseñanza y la propuesta didáctica en el laboratorio también lo estuvieron inicialmente, pero la dinámica que se desarrolló posteriormente en el laboratorio con el uso de computadoras, aun cuando el mismo docente no lo esperaba así, tomó ribetes que interpretamos como centrados en el aprendizaje. En consecuencia, pensamos que el docente o la docente pueden encontrar, aun con las dificultades que hemos señalado en este trabajo, que el empleo de la tecnología computacional para crear ambientes de exploración les abre posibilidades no solo de potenciar la enseñabilidad de las materias (Lira, 1999), sino también de desarrollar las habilidades de pensamiento de las y los estudiantes y sus potenciales más valiosos.

Las autoras Panizza y Sadovsky (1995) han señalado la tendencia de las y los docentes a utilizar un lenguaje “instalado”, lo que significa, de acuerdo con estas autoras, que tienden a utilizar el nombre de los conceptos sin que los hayan interiorizado completamente. Las autoras consideran que este fenómeno se explica por la tendencia de las docentes y los docentes a ser percibidos como innovadores. Haciendo un parangón con esta situación, expreso el temor de que la innovación educativa fundamentada en el empleo de

computadoras pueda sufrir de elementos similares a los detectados por Panizza y Sadovsky (1995).

En otras palabras, temo que nos encontremos en un momento particular en el cual las y los docentes, incluyendo a los formadores de educadores, queramos ser apreciados como innovadores porque utilizamos tecnología en nuestras aulas, pero que lo estemos haciendo sin haber conceptualizado completa y profundamente los alcances de estas prácticas. Estimo que aquí se plantea un reto importante para quienes hemos venido impulsado el empleo de computadoras para apoyar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la matemática: seguir trabajando de manera que las y los docentes, con su valioso aporte, interioricen lo que significa utilizar este tipo de tecnologías y puedan desarrollar mejores procesos de empleo.

Los hallazgos de las investigaciones, al develar el papel que puede jugar la cultura organizacional en los procesos de innovación educativa, parecen indicarnos la necesidad de que el o la docente sea tenaz, luchador(a), que no acometa ciegamente proyectos sin la planificación adecuada y que no acepte pasivamente, pero que tampoco rechace de plano, las posibilidades de transformar su práctica. Porque, si acomete sin valorar las posibilidades de éxito o simplemente cede ante los primeros obstáculos sin luchar, se coloca, en ambos casos, en la imposibilidad de modificar los procesos educativos para bien.

En las investigaciones nos hemos interesado por profundizar en un aula de matemática para conocer sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje, porque nos interesa saber qué pasa con las personas cuando enseñan o aprenden matemática y, en particular, cuando en estos procesos se complementan con tecnología computacional. Porque se asume en las discusiones y en la literatura que el estudiante estará muy contento de usar computadoras, o que es suficiente el uso de tecnología para crear ambientes educativos más ricos, o que el estudiante y el docente aumentarán su productividad. Este es un enfoque muy centrado en la tecnología misma pero es necesario verla en contexto con personas en contexto escolar y presiones culturales que mediatizan los procesos.

Las investigaciones nos han confirmado que el acceso a las computadoras sigue siendo difícil, que es necesario que el o la docente negocie espacios, que el acceso es restringido, que la oportunidad de uso no siempre es la mejor, que no se dispone de los programas necesarios, aunque las cosas hayan ido mejorando con el acceso a software libre, que el o la docente tiene que hacer milagros porque su propuesta de innovación la realiza sin que se modifiquen o pueda modificar, elementos del entorno que le compiten o que le amenazan (como el tener que hacer exámenes del mismo tipo y en la misma fecha que sus colegas que no enseñan con computadoras).

Finalmente, quiero expresar que los hallazgos de estas investigaciones, que desde mi punto de vista sugieren que la tecnología computacional tiene potencial para contribuir a transformar positivamente los escenarios educativos, no los presento de manera que hipersimplifiquen o deformen otras posibilidades, para construir un rival frente al cual afirmar los propios valores, construir legitimidad y concitar adhesión (Feldman, 1999).

C. A manera de síntesis

Los planteamientos anteriores se pueden sintetizar en los siguientes puntos concretos:

- **La tecnología computacional como potenciadora de transformaciones educativas**

Las investigaciones nos han permitido confirmar que la tecnología computacional tiene potencial para propiciar transformaciones en los escenarios educativos, muchas veces más allá de las que el o la docente imagina y planifica.

En efecto, hemos podido corroborar que, dependiendo de las características de la propuesta educativa, es posible que en los escenarios educativos enriquecidos con computadoras las y los estudiantes transiten por caminos que ni siquiera nos imaginamos. Esto, desde mi perspectiva tiene importancia, no solo porque podemos generar contextos de aprendizaje de la matemática más ricos con el apoyo de computadoras, sino que la situación puede ser inesperada para el o la docente y afectarlo(a), a veces positivamente pero también negativamente. Por eso la concepción del o de la docente hacia su papel en el proceso, así como el de las y los estudiantes, debería ser explicitado antes de iniciar procesos de innovación con apoyo de computadoras, pues, tal como sugieren las investigaciones realizadas, estos papeles pueden verse fuertemente modificados, situación que puede generar dificultades a las y los docentes o a las y los estudiantes.

- **El acompañamiento como potenciador de innovación educativa**

Las investigaciones nos han permitido detectar la necesidad de las y los docentes que desean innovar, de contar con acompañamiento, hecho coincidente con las conclusiones de Sánchez (2000). Este docente o esta docente con deseos de innovar no está solo(a) en el colegio, sino que se desenvuelve dentro de una cultura organizacional influyente, a veces positivamente a veces negativamente, y una institucionalización productora de un currículo que lo afecta y le puede llevar incluso a prácticas distintas a las consideradas deseables por el o la docente; quien requiere de un acompañamiento facilitador para superar los momentos difíciles. Pero no se trata de un acompañamiento cualquiera: debe ser un proceso que la o lo respete como profesional, como persona, que valore su propia perspectiva y su aporte, que le permita crecer paulatinamente y compartir con el o la acompañante.

Pienso que, en particular, este acompañamiento es imprescindible para las y los docentes que inician su práctica profesional, siendo especialmente requerida cuando se espera de ellos y de ellas prácticas educativas novedosas.

Este acompañamiento podría ser desarrollado por un grupo de colegas de la misma institución quienes en conjunto llevan adelante su proyecto. Tal vez metodologías como la investigación acción, podrían convertirse en elementos facilitadores de los procesos de reflexión y de acción necesarios. Pero también creo necesario y factible que otros expertos, como los investigadores universitarios o los asesores del Ministerio de Educación, puedan asumir el papel de acompañantes.

El acompañamiento es necesario porque, como indica Terhart (1987), citado por Feldman (1999) “el profesor no se “hace” conservador en el trabajo sino que “vuelve” a ser conservador; pues ante la incertidumbre en la que se desarrolla su práctica, recurre a actitudes y a principios de acción aprendidos de sus maestros durante su propia experiencia”.

- **Los ambientes de exploración como potenciadores de transformación educativa**

Hemos observado el empleo de tecnología para crear ambientes de aprendizaje de tipo exploratorio, y su potencial para transformar la práctica educativa, introduciendo variantes en la dinámica del aula. Este hecho es importante para quienes soñamos con generar ambientes de aprendizaje de la matemática más ricos, más creativos, de características más heurísticas. Las investigaciones nos revelan que la tecnología computacional ofrece oportunidades para ello.

- **La necesidad de considerar el impacto integral del empleo de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática**

Concluimos en el inconveniente de enfocar la formación de las y los docentes en el empleo de computadoras con fines educativos exclusivamente en el plano metodológico, pues es necesario enfocar la formación de manera más integral. Pienso que la formación de las y los docentes, en cuanto a su capacidad de incorporar tecnología computacional en los procesos educativos, debe considerar el impacto que puede tener en elementos como los objetivos educativos, los contenidos, las relaciones de poder en el aula, el papel de las y los estudiantes en la construcción del conocimiento y el papel del o de la docente como creador(a) de oportunidades de aprendizaje.

- **Un nuevo papel para las y los estudiantes**

Debemos considerar el papel que las y los estudiantes desempeñan cuando el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática se complementa con computadoras. Las investigaciones nos muestran que las y los estudiantes tienen que adoptar y pueden hacerlo, un papel distinto en el laboratorio en la construcción del conocimiento. Los estudios nos señalan que la mayoría de las y los estudiantes está dispuesta a asumir ese nuevo papel, pero también nos confirma la existencia de estudiantes para los cuales la modificación de su papel en el proceso de aprendizaje no es de su agrado.

- **La necesidad de preparar a las y los estudiantes para la innovación**

La investigación sugiere la necesidad de conocer, antes de iniciar procesos de innovación como el estudiado, qué concepto tienen las y los estudiantes del o de la docente y del papel que tiene que desarrollar éste en el proceso de enseñanza y de aprendizaje: un estudiante o una estudiante que tiene la idea de que el o la docente debe explicarle todo para poder empezar a trabajar, puede encontrar dificultades para desarrollar un trabajo más autónomo.

- **Un nuevo papel del o de la docente**

Las investigaciones muestran que el papel que el/ docente desempeña al enseñar matemática, puede verse modificado cuando el proceso educativo se complementa con computadoras.

Develamos la necesidad de un o de una docente dispuesto(a) a negociar un nuevo papel como facilitador(a) de aprendizajes y como gestor(a) de actividades para promover el aprendizaje. Este punto, pensamos, debe ser explicitado y trabajado expresamente, tanto en la formación de los nuevos educadores y de las nuevas educadoras, como en los procesos de capacitación

- **Para quienes somos formadores de educadores**

Ratificamos los hallazgos de otras investigaciones de que no es suficiente con decirles a las y los futuros docentes, en el aula universitaria, qué hacer y cómo hacerlo, para lograr la formación de docentes innovadores y reflexivos.

Las investigaciones contribuyen a evidenciar que para la formación de educadores y de educadoras con capacidad de innovación, no es suficiente con tratar de convertir la gran teoría en prescripciones técnicas que puedan ejecutar en su práctica profesional.

- **La necesidad de preparar a las/los docentes para la innovación**

Los hallazgos de la investigación sugieren también la necesidad de preparar a los y las docentes deseosos de innovar con el uso de computadoras, en la comprensión de un proceso con efectos no solo en aspectos metodológicos sino en otros elementos presentes en el proceso educativo, a saber: la comunicación en el aula, la interacción en el aula, las relaciones de poder, y en el propio papel ejercido por las y los estudiantes y el o la docente.

Parece adecuado sustentar que las investigaciones revelan cómo el o la docente cuando decide innovar con el empleo de computadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática, podría encontrarse con una dinámica en el laboratorio diferente a sus expectativas, fenómeno que incluso podría afectarlo/a profundamente en sus propias concepciones de su papel como docente, y en otros elementos centrales del proceso educativo como la comunicación, el manejo del poder y el papel de las y los estudiantes en la construcción de su conocimiento. El o la docente podría encontrarse en un proceso que le desemboque en un conflicto y, si no lo atiende adecuadamente o no encuentra como superarlo, incluso puede conducirla/o a desistir de sus pretensiones de innovar.

- **Procesos de comunicación y de interacción en el aula**

Los hallazgos de las investigaciones nos sugieren que el empleo de tecnología computacional para complementar el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la

matemática, puede introducir modificaciones en los patrones de comunicación y de interacción entre el o la docente y las y los estudiantes, y entre las y los estudiantes mismos.

- **La cultura organizacional**

Las investigaciones nos han mostrado como la cultura organizacional de un colegio ofrece oportunidades y también obstáculos, para el desarrollo de procesos de innovación educativa ligados al empleo de computadoras para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. Además, los datos nos muestran la forma en que los procesos mismos de innovación educativa introducen elementos con potencial modificante de la cultura organizacional.

- **Dos hechos relevantes: los “estudiantes tutores” y el “rompimiento del guión”**

Vivenciamos la presencia de dos fenómenos importantes en el laboratorio de computadoras cuando éstas se utilizan para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática: la presencia de los “estudiantes tutores” (Ramos, 1998 y Elises y Caño, 1992), la cual se evidenció en este trabajo y configuró una oportunidad de aprendizaje para las y los estudiantes, a partir del contacto con compañeras o compañeros con mayor conocimiento en algunos temas o habilidades, y el “rompimiento del guión” (Meza y Hernández, 2001), facilitador de un papel más protagónico de las y los estudiantes en la construcción de su aprendizaje, pues asumen indagaciones por su propia cuenta, explorando y conjeturando, según sus propios intereses y más allá de lo que la o el docente había previsto.

Referencias bibliográficas

1. BLANCO, N (1995). Contexto institucional y práctica docente. Estudio de un caso. En: Revista de Educación. INTERNET.
2. ELISES, S. Y DEL CAÑO, D. (1992). Interacción, habilidad previa y proceso cognitivo. Anuario de investigación española. Madrid: CEPE.
3. FELDMAN, D. (1999). Ayudar a enseñar. Argentina: AIQUE Grupo Editor S.A.
4. FREIRE, P. (1997). Pedagogía de la autonomía, saberes necesarios para la práctica educativa. México: Siglo Veintiuno, S.A. de C.V.
5. LIRA, R. (1999). Aprendizaje significativo: una reflexión. En: Memorias del Primer Congreso Internacional de Enseñanza de la Matemática asistida por Computadora.
6. MEZA, G. y HERNANDEZ, F. (2001). Enseñanza de la matemática en el Instituto Tecnológico de Costa Rica: patrones de interacción en el aula. En: Libro de Memorias del II Congreso Internacional de Enseñanza de la matemática asistida por computadora. Cartago.

7. MEZA, G. (2003). Hacia perfiles de cambio en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática: un caso de estudio en séptimo año de un colegio oficial urbano”. En: Revista Virtual de Posgrado de la UNED.
8. MEZA, G. (2009). Introducción a la Pedagogía. Departamento de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
9. MEZA, G. (2009). Elementos de pensamiento crítico en Paulo Freire: Implicaciones para la educación superior. En: Revista Virtual “Matemática, Educación e Internet”. Vol. 10. No. 1. Setiembre 2009.
10. MEZA, G. (2010). Para enseñar matemática. Departamento de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
11. PANIZZA, M. Y SADOVSKY, P. (1995). Problemas didácticos a propósito de la capacitación docente en el área de matemática. En: Revista “Propuesta Educativa”. Año 6. No. 12.
12. RAMOS, N. (1997). Las interacciones sociales en el aula: su impacto en el aprendizaje de la matemática. En: Actas de la Undécima Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa.
13. SANCHEZ, M. (2000). Una nueva mirada a los procesos de lectura y escritura. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Educación. Universidad Estatal a Distancia.