

Una alternativa lúdica al aprendizaje colaborativo asistido por computadora: Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas

Gabriel López Morteo y Gilberto López Mariscal
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
[galopez,glopez]@cicese.mx

1 Introducción

Las Matemáticas son una actividad muy particular del quehacer humano. A lo largo de la historia, su desarrollo ha estado estrechamente ligado con la evolución científica, tecnológica e intelectual de las sociedades. A pesar de esto, el sector de la población que disfruta de estar involucrado en actividades relacionadas con las Matemáticas es muy reducido. Este es un problema de importancia actual, cuyo estudio, involucra a especialistas en diferentes áreas del conocimiento.

Las dificultades asociadas al proceso por el cuál se transmiten conceptos matemáticos son diversas. Muchos investigadores se han dado a la tarea de identificar los problemas pedagógicos y psicológicos relacionados con la formación de un pensamiento matemático en los individuos. Los diversos estudios, han resultado en que la enseñanza de las Matemáticas haya sufrido diversos cambios durante las últimas décadas. Se han modificado o adoptado diferentes modelos pedagógicos que son aplicados en la preparación curricular de los cursos a todos los niveles de enseñanza. Sin embargo, poco se ha avanzado en la conceptualización de actividades Matemáticas que lleguen a resultar en un proceso educativo dinámico, asociado a diferentes actividades cotidianas.

El problema en sí, no corresponde exclusivamente a la asimilación de los conceptos matemáticos que se les presentan en las aulas, sino la posibilidad real de adquirir y fomentar hábitos deseables para aquellos que emplean las Matemáticas en diferentes ámbitos de su vida académica y profesional. Existen varias tendencias y escuelas del pensamiento que toman el problema y tratan de analizarlo bajo diferentes puntos de vista. Se destaca la visión de que el pensamiento matemático que se desea inculcar en el educando sea orientado a la resolución de problemas. Por ejemplo Schoenfeld (1999), propone que el educador explique claramente, y en la medida de lo posible, aquellas situaciones o casos en donde las teorías Matemáticas tengan una aplicación práctica visible y viable. El educador debe de comprender no solamente el concepto matemático que está tratando de enseñar a los alumnos, sino también la forma mediante la cual se aprenden estos conceptos. Particularmente, menciona que no existe una estructura teórica que esté orientada a comprender los mecanismos del aprendizaje del conocimiento, y mucho menos, en lo que se refiere al aprendizaje de las Matemáticas.

Las metodologías y técnicas empleadas en la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas a la que nos vemos sujetos, deben de ser coherentes en el logro de una meta global que entre otras cosas, contemple la capacitación del individuo en la resolución de problemas cotidianos. En los cuales se vean involucrados conceptos matemáticos simples o complejos, pero que requieren de ciertas habilidades cognitivas y motoras para poder analizar, comprender y solucionar los retos a los que nos enfrentamos diariamente.

Evidentemente, una revalorización del contenido curricular de los cursos de Matemáticas a todos los niveles involucra a un grupo multidisciplinario compuesto de pedagogos, sociólogos, psicólogos y matemáticos, con el objeto de adoptar algún modelo del aprendizaje y adecuar el contenido del curso acorde a los preceptos y metodologías que proponga dicho modelo. Sin embargo, la

concepción de las actividades educativas como integrantes de un proceso integral en la formación de los individuos conlleva a involucrar a especialistas de muchas áreas en el proceso del análisis del proceso educativo con el fin de ser valorado en su forma y contenido. Pero también para ser valorado con relación a las tecnologías de información que puedan dar un soporte adecuado al proceso, y lograr crear una relación entre los conceptos abstractos de las Matemáticas, la representación mental del concepto matemático y la aplicación de todo esto en el análisis, comprensión y resolución de problemas cotidianos.

La introducción de computadoras en la enseñanza corresponde más que a una moda temporal, a una necesidad de un nuevo soporte tecnológico dentro y fuera del salón de clases. Permitiendo expandir la visualización de conceptos abstractos a una representación binarizada y virtual, que facilite la creación del modelo mental del concepto en el alumno (Brandt, 1997), al permitirle explorar aplicaciones de dichos conceptos mediante simulaciones de situaciones que requieran el empleo pragmático de lo que han aprendido.

Además, en la computadora es posible interactuar con material de aprendizaje casi ilimitado, construido y diseñado para desarrollar habilidades psíquicas o motoras del individuo, mediante ejercicios, exposición de situaciones, resolución de problemas, animaciones geométricas de conceptos abstractos, tutoriales simples e inteligentes y juegos. De esta manera, se manifiesta un aspecto importante introducido por el empleo de la computadora para el aprendizaje: el gran interés que despierta en los individuos el uso de la computadora y la expectativa de entretenimiento y novedad que se obtiene de los programas educativos o instruccionales.

Aprovechando estas expectativas, se han realizado esfuerzos para lograr la creación de sistemas computacionales para el aprendizaje que contienen un fuerte componente lúdico. Esto se hace con el fin de capturar completamente la atención del individuo que está interactuando con ellos y poder brindar una alternativa tecnológica para el aprendizaje entretenido, o bien para el entretenimiento educativo. Tal es el caso de los conceptos fundamentados en la teoría constructivista de Jean Piaget y que fueron aplicados y ampliados en el ámbito computacional por Seymour Papert (1996) quien diseñó un lenguaje de programación para niños llamado LEGO y quien argumenta que el aprendizaje del niño puede ser mejorado a través de un ambiente computacional de creación de objetos programables por él mismo que genere un mundo virtual propio "MicroWorlds", bajo un esquema en donde el aprendizaje se realiza de una manera natural a través de la comparación de conocimientos nuevos con estructuras del pensamiento que ya se tenían anteriormente.

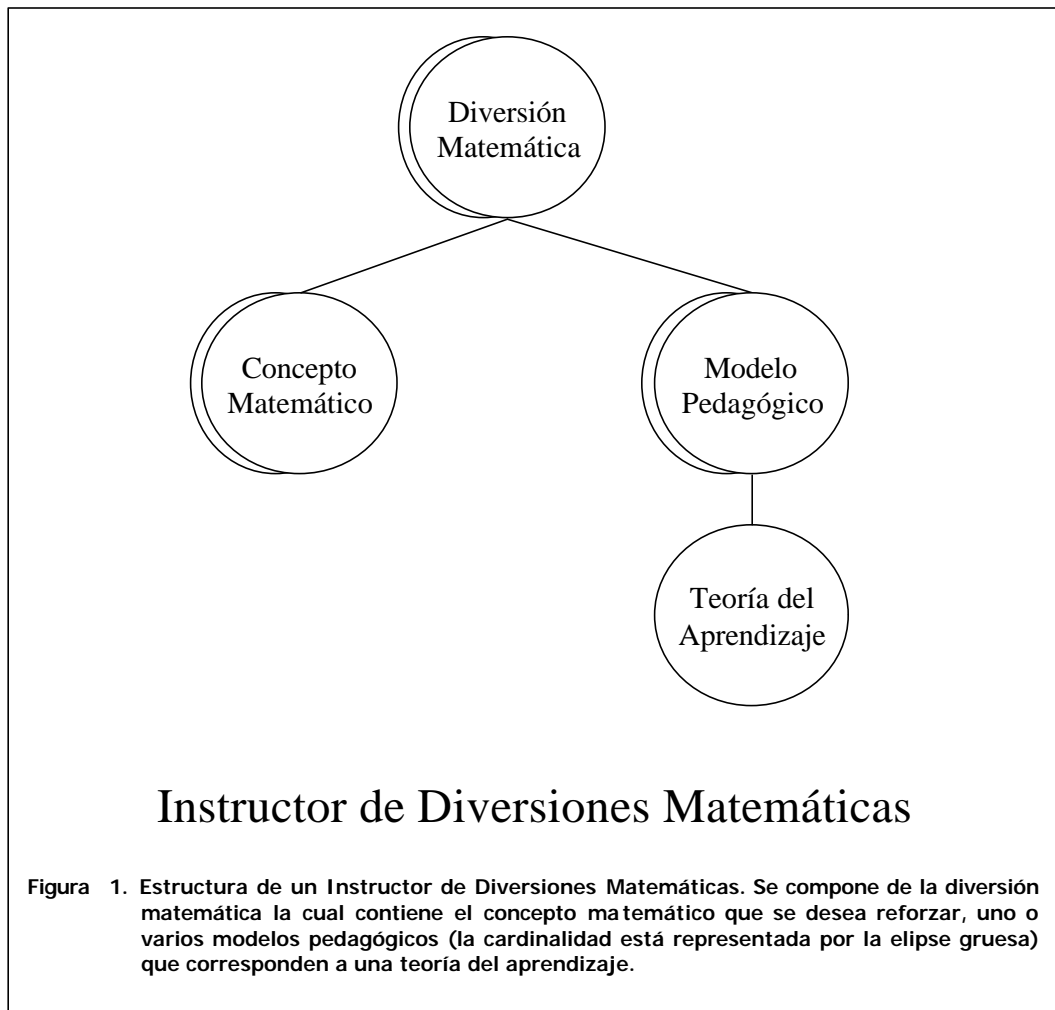
Otro esfuerzo notable en esta dirección, es el realizado por el Laboratorio I+D sobre Informática en Educación de la Universidad de Los Andes, Colombia con el proyecto denominado Ludomática (Sánchez Santos, 1998). En el cual se presenta el empleo de la computadora para crear ambientes de aprendizaje colaborativos a través de juegos de computadora como una alternativa para auxiliar a los niños que tienen problemas de aprendizaje mediante la interacción con el ambiente educativo y con otros participantes del mismo.

Por su parte, la Universidad de Columbia Británica en Canadá, a través del Departamento de Ciencias de la Computación desarrolla un proyecto titulado Juegos Electrónicos para la Educación en Matemáticas y Ciencias (E-GEMS por sus siglas en inglés) en el cual se refuerzan conceptos matemáticos a través de juegos interactivos y multiusuarios que se ejecutan en una computadora. Este grupo además de aportar valiosos elementos de diseño para desarrollar juegos educativos, ha encontrado una diferencia de género sutil pero significativa en lo que se refiere a las preferencias de los tipos de juegos y por lo tanto, en el interés o desinterés que puedan tener los niños y las niñas en el uso de un tipo de juego específico (Mendoza y Galvis, 1998; Klawe, 1998,1999; Gorris y Medina, 2000).

La enseñanza de las Matemáticas hoy en día es un problema real que requiere de soluciones adecuadas al nivel del conocimiento humanístico de nuestra sociedad, pero también que se encuentre al nivel de la tecnología con la que se cuenta. Buscando no solamente facilitar el proceso de aprendizaje, sino también, generar nuevas expectativas y estrategias dentro de la enseñanza, que permitan preparar a las nuevas generaciones con un conocimiento adecuado a los tiempos venideros y plenamente soportados e integrados al mundo tecnológico en el que nos encontramos inmersos.

2 Los Instructores de Diversiones Matemáticas

En el departamento de Ciencias de la Computación de CICESE, se han desarrollado los Instructores de Diversiones Matemáticas (IDM) con el propósito de apoyar al proceso de transmisión de conceptos matemáticos. Estos modelos representan las tendencias de determinados modelos pedagógicos, aprovechando las posibilidades que ofrecen las Matemáticas Recreativas, para fomentar la creación o ejercitamiento de habilidades relacionadas con el aprendizaje y uso de las Matemáticas (figura 1). Este concepto se desarrolló para integrar a las metodologías de la enseñanza con la resolución de problemas con un fuerte componente matemático, para reforzar algún elemento o habilidad matemática a través de un esquema lúdico.



El empleo de la tecnología de información para brindar soporte al proceso de enseñanza – aprendizaje establecido por los IDM conduce a establecer un esquema que contenga los adelantos teóricos y tecnológicos de las Ciencias Computacionales, que permitan construir una base de apoyo a dicho proceso y que colaboren a ampliar sus objetivos y metas. Así entonces, es necesario contemplar los avances en áreas de investigación tales como la enseñanza asistida por computadora, la interacción hombre – máquina, el trabajo colaborativo asistido por computadora, el aprendizaje colaborativo asistido por computadora y la telemática con el propósito de emplear el conocimiento generado en cada una de estas áreas.

De la conjunción de la tecnología de información y el proceso de enseñanza – aprendizaje se delimita un concepto que amplía a los IDM, el cual corresponde a la introducción de la interactividad entre una o varias personas con un IDM incrustado en un sistema computacional, lo cual se define como Instructor Interactivo de Diversiones Matemáticas (IIDM).

3 La interacción INDIVIDUO – IIDM

Evidentemente, transportar directamente a la computadora conceptos ya establecidos dentro de la enseñanza tradicional, puede no representar un beneficio por sí solo. Si bien es cierto que se está aprovechando el interés que despiertan las computadoras como elementos tecnológicos “novedosos”, también es cierto que no puede esperarse que esta tecnología mejore los puntajes de aprovechamiento de los alumnos por el simple hecho de utilizarla, aún y cuando se estén repitiendo en ellas elementos de enseñanza ampliamente utilizados y probados dentro de la pedagogía (Dillengourg y Schneider, 1995). De hecho, el transportar directamente los conceptos a la computadora con el objetivo de generar software educativo, puede representar un gran error pues no se está tomando en cuenta las características propias de este nuevo elemento de la enseñanza y se está ignorando la forma en que se deben desarrollar las actividades entre los profesores, alumnos y padres para realmente fomentar el aprendizaje a través de los llamados softwares educativos (Papert, 1996).

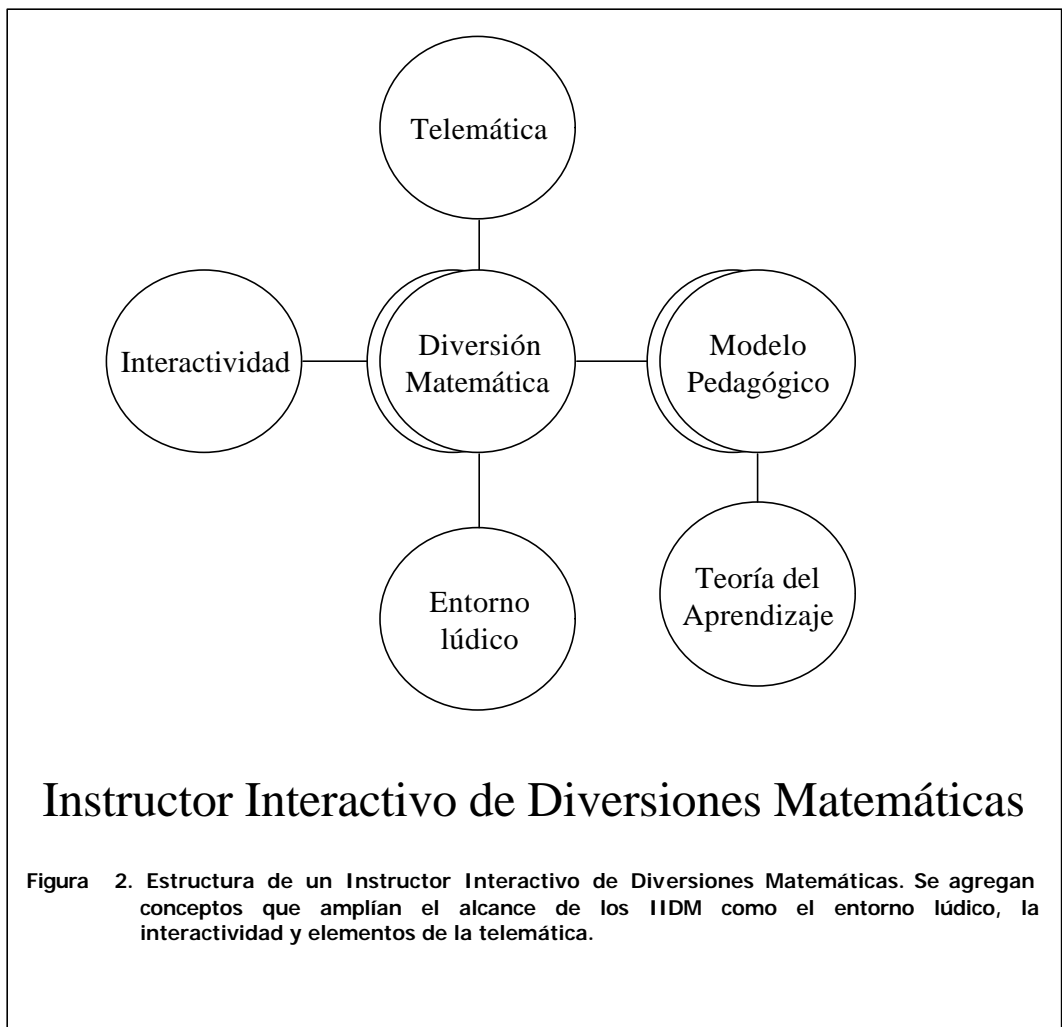
El concepto de interactividad agregado al IDM va más allá de trasladar elementos de las Matemáticas Recreativas a la computadora. Ya que se integran técnicas extraídas de las Ciencias de la Computación para ampliar el alcance del entendimiento del concepto matemático a través de la interacción directa con componentes de software. Los cuales construyen el entorno de los elementos de la diversión matemática así como la interacción directa con componentes de software que permiten visualizar el concepto matemático, o bien que representan la solución del problema que se está planteando. Permitiéndole al individuo modificar sus partes, observar el resultado y obtener una retroalimentación inmediata a sus acciones. De esta manera, el individuo no solamente se ve expuesto a un problema matemático con fines recreativos, sino que interactúa con un sistema que lo guía y corrige durante la búsqueda o construcción de la solución fomentando la generación de un pensamiento reflexivo.

Esta concepción se basa en el mecanismo de pensar propuesto por Dewey (1927), el cual conlleva la función de sugerir la esencia de un hecho u objeto real a través de la interpretación de estímulos físicos o intelectuales. La buena selección de estos estímulos puede llevar al individuo a pensar en la relación entre lo que está viendo o haciendo y conceptos almacenados en su mente como producto de sus experiencias previas. Con lo cual, puede estimularse la generación de un pensamiento reflexivo que eventualmente conduzca a la comprensión del fenómeno que se le está presentando y finalmente se convierta en un aprendizaje.

Entonces, el mecanismo del proceso de aprender en un individuo no está ligado a una metodología o proceso específico, sino que se encuentra relacionado con los estímulos que sugieran o induzcan el aprendizaje de un concepto o hecho específico y que le son presentados en su manejo interactivo con el medio (Michalski, 1991, en Buchanan y Wilkins, 1993).

Estando el medio constituido por una variedad de elementos que representan componentes de software, o bien, a individuos con los cuales colabora o compete para resolver problemas. De esta manera, aunque los participantes colaboren en la solución de una meta común, el beneficio particular está representado por lo aprendido individualmente a partir de la interacción con el grupo asistida por computadora. De tal manera que el empleo de un Instructor Interactivo de Diversiones Matemáticas puede ser una estrategia funcional para generar los estímulos que ayuden al individuo a comprender los conceptos matemáticos y a interesarse en los procesos relacionados con su aprendizaje y aplicación.

Con base a estos preceptos, el concepto del Instructor Interactivo de Diversiones Matemáticas se define como un componente de software educativo especializado en conceptos matemáticos representado a través de las Matemáticas Recreativas con el cual uno o varios individuos pueden interactuar con él o entre ellos con el propósito de generar un pensamiento matemático (figura 2).



A partir de las primeras definiciones de los IDM, se desarrolló en CICESE un sistema de Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas llamado FIBONACCI (<http://fibonacci.cicese.mx>) en el cuál se establecieron las bases para la formalización de los conceptos aquí expuestos (figura 3). Aunque este sistema no puede cumplir con la totalidad de las

características propias de los IIDM, las experiencias obtenidas durante su desarrollo y evaluación permitieron asentar los conceptos fundamentales de la investigación y generar precedentes para nuevas líneas de investigación.

El sistema FIBONACCI está compuesto por IIDM basados en narraciones, rompecabezas, juegos interactivos en javascript y applets. El sitio está dividido en secciones dedicadas a la aritmética (Fibonacci 1), geometría (Fibonacci 2) y el álgebra (Fibonacci 3), además de contar con apartados para historias y acertijos.

Se realizaron pruebas de evaluación del sistema con grupos de secundaria de algunas escuelas de la ciudad de Ensenada, las experiencias de dichas evaluaciones se sintetizan a continuación.

- ✓ La necesidad de contar con una métrica que permita determinar cuantitativamente las rutas de navegación que siguieron los usuarios durante la interacción con el sistema y el tiempo de uso en cada uno de los IIDM visitados.
- ✓ La necesidad de tener un mecanismo que permita conocer el retorno de usuarios al sitio, con qué frecuencia lo hicieron y con qué perfil académico cuentan los usuarios.
- ✓ La posibilidad de que algunos IIDM tomen conciencia de la existencia en el sistema de otros IIDM relacionados por el tema matemático que cubren. Y de esta manera poder crear IIDM que contengan otros IIDM.
- ✓ El requerimiento de tener mecanismos de colaboración entre los usuarios del sistema (conciencia de colaboración, herramientas de comunicación y sincronización de interacciones). Con la opción de que estos mecanismos funcionen dentro o fuera del contexto de los IIDM, es decir, durante la interacción con un IIDM o mientras visitan el sitio.

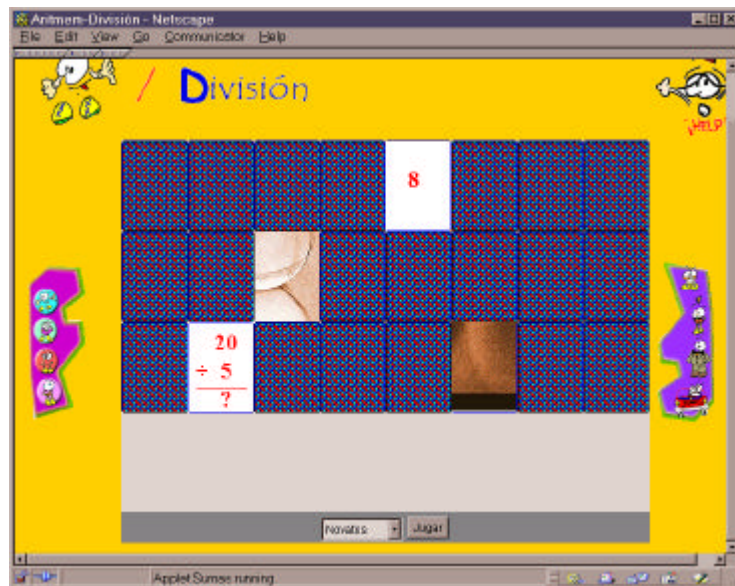
4 Características tecnológicas de los IIDM

Los actuales adelantos tecnológicos disponibles, permiten establecer mecanismos mediante los cuales la tecnología de la información aumente la cantidad de personas que puedan hacer uso de los IIDM al hacerlos disponibles a través de medios electrónicos de fácil acceso y de relativamente bajo costo como lo son Internet y los discos compactos multimedios. A su vez, las tecnologías relacionadas a estos medios permiten ampliar el espectro de elementos que pueden componer un sistema de software y que pueden ser incluidos dentro del IIDM para apoyar de diferentes maneras el aprendizaje de los conceptos matemáticos que contienen.

Evidentemente un IIDM es un objeto complejo cuyo soporte involucra a diferentes áreas del conocimiento. En este contexto y con el objetivo de fomentar la interacción individuo – máquina e individuo – individuo – máquina y que auxilie al proceso de aprendizaje, un IIDM presenta ciertos elementos computacionales que lo caracterizan:



(a)



(b)

Figura 3. (a). Página principal del Sistema de Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas FIBONACCI. La barra de navegación de la derecha hace referencia a los IIDM de tipo texto o de contenido variado (narraciones, acertijos, rompecabezas) mientras que la barra de la izquierda refiere a tres áreas de las matemáticas que cubre el sistema: aritmética (Fibonacci 1), geometría (Fibonacci 2) y álgebra (Fibonacci 3). (b). Ejemplo de un IIDM basado en el juego de memoria. Los usuarios deben de encontrar el par de cartas representados por una división y su respuesta correcta para descubrir la imagen del fondo.

- ✓ **Acceso simple y rápido al sistema.** El individuo o individuos deben de poder acceder fácilmente al IIDM en un tiempo razonablemente corto para evitar la pérdida de interés en el empleo del sistema.
- ✓ **Capacidad de ser utilizado aisladamente o con conectividad a sitios remotos.** Sea cual fuere el medio de distribución del IIDM (un sitio WWW o un disco compacto), éste debe de contar con la posibilidad de ser utilizado aisladamente, o bien, con la opción de poder ser utilizado en un equipo conectado a una red privada (red local) o pública (Internet).
- ✓ **Interfaces sencillas y comprensibles.** La navegación a través del sistema debe de ser intuitiva y fácil de usar. El concepto matemático soportado por el IIDM debe de ser presentado al individuo adicionalmente a las instrucciones de uso.
- ✓ **Interacción entre el individuo y el IIDM.** La interface del IIDM debe de ser altamente interactiva, permitiendo que el individuo introduzca o altere información relacionada con la diversión matemática obteniendo una retroalimentación inmediata de los resultados de sus acciones.
- ✓ **Persistencia del estado de la interacción entre el individuo y el IIDM.** El sistema puede o no almacenar el estado de la interacción del IIDM. En el caso en que sí lo haga, el individuo debe de poder continuar la manipulación del IIDM en el estado en el que lo dejó.
- ✓ **Soporte a la interacción multiusuarios.** En este caso, el IIDM debe de poder ser utilizado por más de un usuario a la vez, ya sea en forma concurrente, en competencia o en colaboración.
- ✓ **Soporte al aprendizaje colaborativo.** El IIDM debe de proveer herramientas para la interacción conjunta de al menos dos individuos que colaboren para construir o encontrar una solución al problema matemático que se les presente. Dentro de estas herramientas están contempladas la conciencia de colaboración, herramientas para el voto de propuestas y mecanismos de comunicación síncrona o asíncrona entre los individuos.

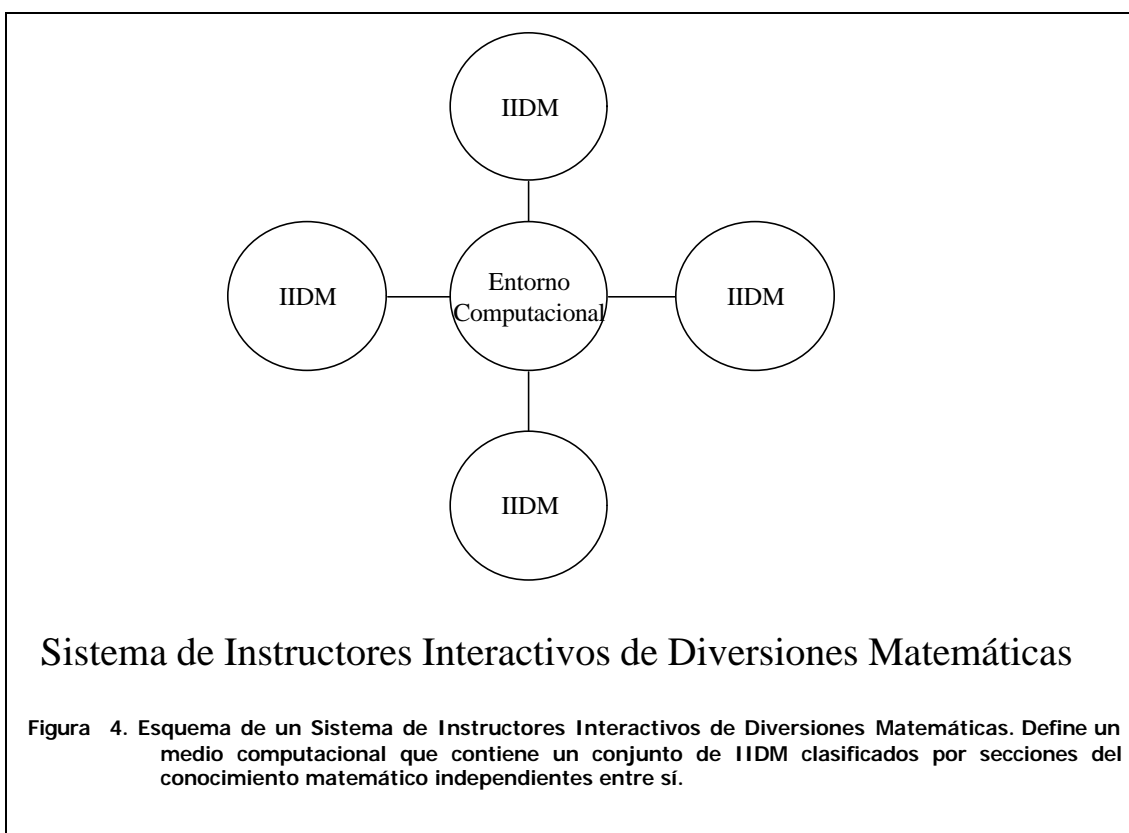
No es necesario que un IIDM en particular cuente con todas las características tecnológicas descritas anteriormente para ser considerado software educativo, pero la combinación de algunas de ellas generan una herramienta docente con un alto potencial de interés por parte de la comunidad de pedagogos y profesores de la rama educativa.

El empleo de IIDM contiene la expectativa de poder utilizar software con un fuerte componente lúdico como apoyo a la instrucción tradicional de las Matemáticas, que cautive la atención de sus alumnos sin llegar a convertirse en un simple juego de computadora. La posibilidad de utilizar la computadora, dentro o fuera del salón de clases, con actividades recreativas ligadas a los tópicos que se estén cubriendo en el programa representa una idea, si bien no completamente novedosa si llamativa, que tiene la posibilidad real de modificar la estructura clásica del modelo del aprendizaje en el aula. Para llevarla a un contexto que puede rebasar las fronteras físicas de la misma y poder conformar grupos de aprendizaje colaborativo.

Al introducir tecnología colaborativa se genera un espacio de trabajo en donde se involucran grupos de individuos de diferentes grados, de diferentes escuelas, e incluso de diferentes regiones geográficas en una labor de grupo. Con la particularidad de ser instructiva a la vez que entretenida y estar soportada por tecnologías de información con una sólida base teórica y tecnológica que apoyen la creación de un pensamiento matemático individual y de grupo.

Una de las ventajas del entorno nativo de los IIDM radica en la posibilidad de integrarlos en un sistema computacional en el cual se presenten en un mismo espacio virtual un conjunto de IIDM orientados a diferentes áreas del conocimiento matemático. Así el individuo se ve inmerso en un espacio de trabajo recreativo en donde puede seleccionar una sección de su interés, interactuar con ella y posteriormente dirigirse – si así lo desea – a otra sección en la cual se cubra otro aspecto de las Matemáticas sin que sea necesario abrir otro programa ni aprender a utilizarlo (figura 4). A este entorno de trabajo recreativo se le denomina como Sistema de Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (SIIDM).

La concepción modular del SIIDM permite que éste tenga la propiedad de ser extensible ya que las secciones del conocimiento matemático representadas por uno o más IIDM son independientes entre sí, logrando con ello que no se afecte al resto del sistema si se actualiza algún IIDM o bien, si se agregan nuevas secciones con sus correspondientes IIDM.



5 Resultados y esquemas de desarrollo

El primer sistema que se desarrolló (FIBONACCI) está basado en una conceptualización preliminar de los IIDM. Aún y cuando presenta carencias conceptuales en cuanto a las características propias de los IIDM, las experiencias obtenidas durante su desarrollo y evaluación permitieron asentar los conceptos fundamentales de la investigación y generar precedentes para nuevas líneas de investigación.

Actualmente se están desarrollando nuevos IIDM con soporte a multiusuarios para evaluar la aceptación por parte de sus usuarios bajo dos esquemas: el de competencia y el de la resolución

de problemas matemáticos recreacionales en colaboración. A la vez, se están evaluando diferentes tecnologías a las ya probadas en FIBONACCI con el objeto de generar IIDM que funcionen con diferentes esquemas de interactividad relacionados con la interfase hombre-máquina. Estamos buscando elementos de diseño que sean más efectivos en el soporte al aprendizaje matemático y que respondan a los diversos intereses y expectativas de sus usuarios potenciales.

La caracterización de los diferentes elementos involucrados en el diseño, implementación y primeras experiencias de uso de los IIDM han resultado en nuevos esquemas de desarrollo. Sin embargo, la naturaleza de los diferentes mecanismos involucrados en éstos primeros avances dificultan el proceso de desarrollo. Esta dificultad no es de ninguna manera una particularidad de los IIDM, se relaciona directamente a la naturaleza del proceso de desarrollo de software educativo, o para el caso, cualquier tipo de software.

Cuando se construye software educativo, los encargados de diseñarlo, intentan resolver alguna problemática o necesidad específica. Asimismo, se espera que sea capaz de proveer de algún beneficio en conocimiento o práctica hacia quien lo utiliza. Sin embargo, resulta particularmente difícil poder realizar una evaluación del beneficio educacional que este software provee, así como la caracterización del propio software con respecto a una clasificación acotada a los elementos involucrados en el objetivo que persiguen. De alguna manera debe de ser posible clasificar y medir a las diferentes disciplinas involucradas en su desarrollo. Por ejemplo: si está más representada la parte pedagógica que la temática y/o ésta más que la parte tecnológica, para poder establecer fundamentos para iniciar líneas de investigación con respecto a la influencia que tiene cada uno de ellos en el resultado final y conjuntamente con en el beneficio que le otorgue al individuo o individuos que lo utilicen.

Ante esta situación, se ha desarrollado el concepto de Espacio de Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (EIIDM), cómo un espacio de acción de los IIDM generado por elementos independientes entre sí. En el espacio, un IIDM está dotado de ciertas operaciones básicas. De esta manera el comportamiento global queda representado por un punto en el espacio. De mayor interés es su proyección sobre cada una de las componentes principales. A partir de esta concepción, es posible establecer la influencia de cada uno de ellos desde la perspectiva que se desee. Bajo este concepto es posible tomar uno o varios IIDM, estirarlos, sumarlos, remplazarlos o rotarlos. En la actualidad estamos trabajando en la formalización de estos conceptos.

6 Conclusiones

La evaluación de la funcionalidad de cualquier software educativo requiere de tomar en consideración aspectos más allá de la función pedagógica bajo la cual están diseñados y construidos.

Las tecnologías de información aportan elementos novedosos para el empleo del software educativo para el aprendizaje. Pero su contribución no debe de limitarse a un simple tránsito hacia la computadora de esquemas tradicionales de enseñanza, sino que debe de contribuir a aumentar el alcance de dichos esquemas. Y en la medida de lo posible, a crear nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje que estén plenamente soportados por la tecnología computacional.

Los IIDM y el espacio que generan, representan no solamente una herramienta que auxilie durante la enseñanza de las Matemáticas, también constituyen una estrategia de diseño y evaluación del software educativo. Esta estrategia puede generar un marco de referencia para la definición de nuevas líneas de investigación referidas al empleo de sistemas lúdicos altamente tecnificados en el aula de clase o fuera de ella, con el fin de generar mecanismos del pensamiento orientados a la resolución de problemas cotidianos empleando Matemáticas.

La incorporación de elementos de las Ciencias de la Computación, como la colaboración de grupos asistidos por computadora y la telemática, brindan la oportunidad de aumentar el número de personas que pueden beneficiarse de estos sistemas colaborando en un proceso de aprendizaje conjunto, aún y cuando las distancias que los separen parezcan infranqueables.

7 Bibliografía

- Brandt S. 1997. Constructivism: Teaching for Under of the Internet. Communications of the ACM. Vol. 40 No. 10. p 112-117.
- Buchanan B. y Wilkins D., editores.1993. Readings in knowledge acquisition and learning. Automating the construction and improvement of expert systems. Morgan Kauffmann Publishers Inc. 906 pp.
- Dewey J., 1927. Cómo Pensamos. Nueva Exposición de la Relación entre Pensamiento Reflexivo y el Proceso Educativo. Ed. Paidós. 244 pp.
- Dillenbourg P. y D. Schneider, 1995. Collaborative learning and the Internet. http://tecfa.unige.ch/tecfa/research/CMC/colla/iccai95_1.html
- Gorritz C. y Medina C. 2000. Engaging girls with computers through software games. Communications of the ACM, Vol. 43 No. 1. p 42-50.
- Klawe M. 1999. Designing Game-Based Interactive Multimedia Mathematics Learning Activities. <http://taz.cs.ubc.ca/egems/papers/UCSMP.doc>, 19 pp.
- Klawe M. 1998. When Does The Use Of Computer Games And Other Interactive Multimedia Software Help Students Learn Mathematics?. <http://taz.cs.ubc.ca/egems/papers/NCTM.doc>, 18 pp.
- Mendoza P. y Galvis A. 1998. Juegos Multiplayer: Juegos Colaborativos para la Educación. Documento de divulgación 06-09. Version 1.1. Universidad de los Andes, Colombia.
- Papert S., 1996. The Connected Family. Bridging The Digital Generation Gap. Longstreet Press. 211 pp.
- Sánchez Santos J. 1998. Experimentación en compañía: el aprendizaje colaborativo en Ludomática. Documento de divulgación 04-98. Version 1.0. Universidad de los Andes. Colombia.
- Scheider D., 1997. Advanced Learning Environments. Workshop at Unicamp. TECFA-FPSE. Université de Genève. <http://tecfa.unige.ch/tecfa/research/CMC/brazil97/psfiles/internet-advanced.fm.pdf>
- Schoenfeld A., 1999. Looking Toward the 21 st Century: Challenges of Educational Theory and Practice. University of California, Berkeley. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Quebec, Canada, April 19-23, 1999. 29 pp.