

ENCUENTROS TELEMÁTICOS CON MATEMÁTICAS

Margarita Marín Rodríguez
Universidad de Castilla-La Mancha

Es parte del lento y doloroso reconocimiento por parte de los educadores de que los estudiantes aprenden mejor cuando están motivados mejor. Las matemáticas nunca han sido aburridas, aunque con demasiada frecuencia han sido enseñadas de la forma más aburrida posible.

Martin Gardner

Decía el astrofísico y matemático Arthur C. Clarke que “*Lo que hoy ha empezado como novela de ciencia ficción, mañana será terminado como reportaje*” y los avances tecnológicos realizados a lo largo de este siglo así lo han confirmado. Efectivamente, la explosión de las comunicaciones, impulsadas por él mismo con la idea de las comunicaciones vía satélite en 1945, ha sido hecha realidad con la gran “tela de araña” mundial que es la red Internet. Internet, red de redes, fruto de la potencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, permite la comunicación instantánea en estos momentos y el tener la información al alcance de nuestro PC sin movernos de nuestro lugar de estudio o trabajo.

Recordemos brevemente que las Tecnologías de la Información y la Comunicación se basan en la Informática y las Telecomunicaciones, cuya base material es la electrónica y su materia prima la información. Su desarrollo ha sido espectacular en los últimos años, simplemente rememoremos que el primer ordenador electrónico, el ENIAC, fue presentado al público el 15 de febrero de 1946 y desde entonces la informática ha avanzado de forma significativa aumentando cada vez más su potencia de proceso, miniaturizando los sistemas y bajando los precios de forma constante. Este aumento de potencia y miniaturización de los sistemas informáticos se debe al uso de *señales digitales*, es decir, señales que sólo pueden tener dos valores lógicos: 0 ó 1, verdadero o falso, no pasa corriente, pasa corriente, los bits en el lenguaje informático. Estas señales digitales permiten que los sistemas digitales basados en ellas codifiquen, almacenen, transmitan y decodifiquen de forma rápida y simple la información. De ahí su explosión actual y la llegada para algunos de la *sociedad digital* (Negroponte, 1996; Terceiro, 1996). Igualmente las telecomunicaciones, desde su nacimiento hace 150 años con la invención del telégrafo, han evolucionado permitiendo desde la distribución vía satélite de información a gran escala por todo el planeta hasta la telefonía móvil, facilitando la recepción tanto de hechos sociales como personales en cualquier lugar y momento que nos encontremos (Dvorak y Anis, 1992). A estas alturas, lo que no tiene discusión es que estas tecnologías, debido a su asequibilidad cada vez mayor y sus ventajas en la comunicación tanto a nivel personal como laboral o estudiantil, están repercutiendo notablemente en nuestra sociedad, cambiando desde nuestras formas de ocio hasta nuestra forma de trabajo y por supuesto nuestras relaciones sociales y, como no, las formas de enseñanza y aprendizaje (Adell, 1997; Delacôte, 1997; Gates, 1995; Negroponte, op.cit.).

En cuanto a su repercusión en la enseñanza, debemos tener presente como educadores que “*Educar es adaptar el individuo al medio social ambiente*” (Piaget, 1973) y este medio social, el que rodea a la escuela y los integrantes de la misma, es la Sociedad de la Información, por tanto, en nuestra opinión, es necesario preparar a los individuos para que sepan vivir y trabajar en ella.

Enseñanza e Internet.-

Internet está siendo ampliamente explotada en la Educación a distancia por dos ventajas innegables: como medio de comunicación y como almacén de recursos para el aprendizaje que pueden ser explotados indistintamente por centros en medios geográficos muy diferentes. Ejemplos de ello son en España la Universitat Oberta de Catalunya (Tiffin, 1995) y la reciente experiencia educativa del Ministerio de Educación y Cultura : “La Aldea Digital” (Berrendero, 1998).

Igualmente, en la enseñanza reglada podemos utilizar Internet como una herramienta didáctica más con unas características muy diferentes a los medios tradicionales. Estas características significativas obtenidas de nuestra propia experiencia son:

- . creación de un *entorno interactivo de enseñanza / aprendizaje* en el cual los aprendices son indistintamente emisores y receptores de información. Esta característica produce una alta motivación en el aprendiz, pues el hecho de saber que su mensaje o su pequeña página Web va a ser leída por muchas otras personas, le estimula y fuerza a hacer su trabajo lo mejor posible.
- . *ruptura del concepto clásico de espacio*: la escuela sale de su entorno cerrado y limitado, el *aprendizaje es global y multicultural*, todo está al alcance de todos. Muchas veces la intolerancia y el racismo radican

en la falta de conocimientos distintos de los habituales a nuestro entorno; el conocer otras formas de pensar, de vivir, nos obliga a respetar para ser respetados, comprender y dialogar para ser aceptados al igual que aceptamos al otro.

. *Ruptura del concepto de tiempo*: podemos comunicarnos con docentes o discentes vía correo electrónico independientemente del horario concreto escolar del lugar físico en el que reside la escuela.

. *Disponibilidad* instantánea de información.

. *Consecución de la diversidad*: cada alumno puede investigar hasta donde lo desee a partir de los mínimos exigidos por el profesor.

Matemáticas en Internet.-

Es hora de preguntarnos en concreto qué puede ofrecer Internet a un profesor de Matemáticas y encontramos la respuesta bajo los dos aspectos siguientes:

1.- *a nivel personal*, facilitándole un reciclaje continuo, documentos de investigación, comunicación con colegas y expertos en cualquier parte del planeta, información sobre eventos relativos a matemáticas.

2.- *a nivel docente*, proporcionándole acceso a material y documentación útil para la clase, así como la posibilidad de participar con sus alumnos en experiencias educativas, produciéndose por tanto una socialización matemática y cultural a nivel planetario.

e Internet puede ofrecerlo gracias a sus servicios básicos: correo electrónico, News, documentación, IRC y FTP. Relatamos brevemente que son cada uno de estos servicios.

El correo electrónico o e-mail nos permite una comunicación privada, mientras que las listas de distribución de correo nos facilitan una comunicación global con todos los usuarios interesados en un mismo tema. Así, en castellano, tenemos la lista de distribución EDUMAT que en palabras de los responsables “*es una lista de distribución dirigida a los profesionales de la enseñanza de las matemáticas de todos los niveles educativos (infantil, primaria, secundaria, universidad,...)*”. Puede accederse a ella en la dirección <<<http://www.rediris.es>>>. La oferta es mucho más amplia en lengua inglesa, sirva como ejemplo las listas de distribución recogidas en el servidor de la Mathematical Association of America cuya dirección es <<http://www.maa.org/e_services/lists_index.html>>.

Las News o tableros de anuncios son áreas de distribución de mensajes públicos, teniendo como diferencia con las listas de distribución que los mensajes no se remiten a los miembros de la lista, sino que se almacenan en unos ordenadores determinados (los servidores de news) a los que hay que acceder para leer los mensajes. Entre estas en Matemáticas destaca The Math Forum Internet News cuya dirección es <<<http://forum.swarthmore.edu/electronic.newsletter>>> y en castellano <<[news://es.ciencias.matematicas](mailto:es.ciencias.matematicas)>>

La documentación está formada por documentos WEB, es decir, documentación multimedia y entrelazada de fácil acceso y visualización, siendo el servicio de Internet que presenta mayor crecimiento. Recordemos que el concepto de Web, World Wide Web o simplemente www fue desarrollado a finales de 1989 en el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares por **Tim Berners-Lee** y **Robert Cailleau**, quienes, basándose en el concepto de hipertexto, realizaron un sistema de organización de la información de Internet a través de enlaces hipertextuales.

La www es por tanto el conjunto de documentos hipermedia sobre miles de temas diferentes, que se almacenan en ordenadores de todo el mundo conectados a Internet. Así, en Matemáticas tenemos documentación sobre Asociaciones de Profesores, como el Web de la N.C.T.M. <<<http://www.nctm.org>>>, o de la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas, <<<http://nti.educa.rcanaria.es/usr/matematicas>>>; sobre revistas on-line como la revista “Educational Mathematics” cuyo servidor es <<<http://www.wkap.nl>>>; documentos con información matemática como la página de recursos de Matemáticas para Secundaria del PNTIC de dirección <<<http://www.pntic.mec.es/recaula/estapas/secundar/matemat/menu.htm>>>, al igual que las páginas personales de profesores de matemáticas llenas de documentación útil y atractiva como la del Prof. Antonio Pérez <<<http://platea.pntic.mec.es/~aperez4>>> o el Dr. José Javier Etayo Miqueo <<<http://cerezo.pntic.mec.es/~jetayo>>>, entre otras muchas que no podemos incluir debido al límite de espacio; también encontraremos información sobre actividades como en la dirección <<<http://forum.swarthmore.edu/~steve/steve/mathprojects.html>>> con información sobre Proyectos Matemáticos en Internet, al igual que eventos como estas IX JAEM cuya información se encontraba en <<http://www.cesga.es/cefocop_lugo/jaem>>.

Por IRC se entiende un sistema de multi conferencia creado en 1988 que permite que diferentes usuarios dialoguen por escrito en grupos temáticos de tipo privado o público. Nos permite, por tanto, una comunicación directa o síncrona con otros colegas a diferencia del correo que es asíncrona.

Por último, FTP es el servicio de Internet que permite la conexión a ordenadores remotos y acceder a los archivos que almacenan para traerlos a nuestro ordenador. Estos archivos pueden ser programas de dominio público, demos, imágenes, shareware, etc. Encontraremos programas para matemáticas en las direcciones <<<http://ww.mathp6.jussieu.fr>>>, <<<http://www.clavius.es>>>, <<<http://archives.math.utk.edu>>> entre otras muchas.

Internet en el aula de Matemáticas.-

La introducción de Internet en nuestras aulas como herramienta didáctica está basada, bajo nuestro punto de vista, en dos razones esenciales: a) cómo concibo la educación, b) cómo concibo la matemática. La primera la concebimos como ya hemos escrito en líneas superiores “*Educación es adaptar el individuo al medio social am-*

biente" (Piaget, op.cit.), y este medio es la Sociedad de la Información, altamente tecnológica, con cambios y avances rápidos en la misma. Respecto a la concepción de las Matemáticas es necesario concebirlas primero como propone el D.C.B. (MEC, 1989) "*Cuerpo de conocimientos en evolución*" y segundo como la propuesta de la N.C.T.M. (1991): las matemáticas como razonamiento, las matemáticas como resolución de problemas, las matemáticas como comunicación y las conexiones matemáticas. De esta manera, las matemáticas son algo vivo, que nos permiten comunicarnos, entender el mundo que nos rodea y cambiarlo. Personalmente nos gusta decir a nuestros alumnos que las matemáticas son Patrimonio de la Humanidad, un legado de conocimientos desarrollados por nuestros antepasados y que nosotros debemos cuidar y acrecentar, y en el que todos podemos contribuir con nuestra aportación intelectual a lo largo de nuestra vida estudiantil y profesional. Por tanto es necesario más que nunca enseñar desde la escuela a "aprender a aprender matemáticas" a nuestros alumnos, de tal manera que puedan utilizar Internet como herramienta facilitadora de su autoaprendizaje.

Por otra parte no cabe duda de que la introducción de Internet en nuestra aula exige además unas características profesionales y personales del profesor, como son estar formado en la utilización de las NNTT y ser favorable a su uso, así como una infraestructura mínima en el aula.

Las formas de uso de tipo general de esta herramienta didáctica serían:

« Búsqueda de recursos matemáticos:

.documentación, lo que nos obliga a enseñar a nuestros alumnos a convertirla en conocimiento útil, es decir, es necesario enseñarles procedimientos para *saber buscar* la información, *saber valorarla* críticamente, *seleccionarla*, *estructurarla* y *procesarla*.

. software

« Tutorías telemáticas y educación a distancia, con lo que pretendemos un trato muy personalizado con nuestros alumnos en sus aprendizajes matemáticos.

« Edición de su propia página web matemática, lo que les provoca un gran estímulo, creatividad, adquisición de conocimientos, rigor en su exposición, etc.

« Intercambio de conocimientos matemáticos con expertos y/o alumnos de otras latitudes.

« Experiencias telemáticas

Respecto a este último punto, narraremos en el epígrafe siguiente qué son, cómo se realizan y las ventajas y desventajas de su puesta en práctica en las aulas.

Experiencias telemáticas en Matemáticas. -

Una vez analizadas las características que ofrece la red Internet como herramienta didáctica y conscientes de la dificultad que encierra tanto la enseñanza como el aprendizaje de las matemáticas, al igual que estimulados por la búsqueda de nuevas formas de llevarlas a cabo, desarrollamos y pusimos en práctica, gracias a la colaboración de varios compañeros, una serie de experiencias educativas mediadas por la red de tal forma que el fundamento de cualquiera de ellas es la *creación de un entorno simulado e interactivo* creado por el correo electrónico que permite a los alumnos comunicarse matemáticamente con compañeros y expertos allá donde se encuentren.

Y este entorno interactivo creado por la utilización de la red provoca una alta motivación en el alumno, a la vez que permite una enseñanza globalizada y un aprendizaje cooperativo así como la instrucción de los procedimientos necesarios para realizar la búsqueda y selección del material apropiado en los Web de la red. Por su parte el correo electrónico nos permite mantener una relación con el experto basada en una camaradería cognitiva que va más allá del propio ámbito del aula, a la vez que utiliza el error como descubrimiento, fuente de diálogo y discusión en la mensajería, haciendo razonar al aprendiz sobre el valor de su conjetura, y, por último, nos facilita el responder a cada alumno según sus necesidades reales de aprendizajes matemáticos. En resumen, este entorno interactivo provoca la consecución de un proceso activo de aprendizaje que implica al aprendiz.

Con estas ideas diseñamos las experiencias *Encuentros telemáticos con la Historia: a) Los Geómetras, b) Los Algebristas*, dirigida la primera al primer ciclo de Secundaria y la segunda al segundo ciclo. En ambas el contenido concreto matemático es una parte de la Historia de las mismas. La razón de elegir la Historia de las Matemáticas se debió a que es la gran olvidada en la mayoría de los planes de estudio, siendo ésta un recurso didáctico de magnífica utilización. Pensamos que es fundamental su conocimiento ya que nos garantiza a los profesores una enseñanza mejor, adquiriendo nuevas y atractivas perspectivas que nos ilustran sobre su naturaleza abstracta y permite al alumno comprobar la dinámica de la creación matemática, tal y como recomienda el Diseño Curricular Base que sea presentada: "**cuerpo de conocimientos en evolución**", (M.E.C., op.cit.).

Entonces, gracias al correo electrónico podemos plantear al alumno "**un juego de caracteres**" consistente en que **matemáticos**, cuyos nombres aparecen fríos y olvidados en su libro de texto, **entran en contacto con ellos vía mensajería electrónica**, creándose un entorno interactivo de aprendizaje. Se presenta por tanto la tarea de una manera atractiva, motivante, de tal manera que el alumno se sumerge en ella primero por curiosidad y posteriormente por auténtico deseo de "hablar y conocer" a estos matemáticos. Por supuesto que los matemáticos elegidos serán los correspondientes a los contenidos del ciclo que debe estudiar; no tendría ningún sentido presentar a Tartaglia o Cardano en Primaria por no ser estudiados sus desarrollos matemáticos y, por tanto, no son significativos para el alumno de esta etapa.

El papel de experto será realizado por cualquier profesor que haya estudiado y reflexionado la historia de las matemáticas, pudiendo ser el propio profesor de aula. Su objetivo primordial en la mensajería debe ser la emisión de problemas abiertos, provocando la necesidad de plantear y comprobar hipótesis, enseñando al alumno a conjeturar, comprobar, corroborar, indagar, autocuestionarse y comunicarse matemáticamente; en una palabra, modelizando su pensamiento para que el aprendiz lo pueda adquirir y de esta manera desarrollar su razonamiento matemático.

Con estas premisas básicas, el objetivo principal de *Los Geómetras* es provocar un cambio de actitud en los estudiantes hacia las matemáticas mediante el conocimiento de la faceta humana de las mismas, y los contenidos de trabajo la vida y obra, adaptada a su nivel cognitivo, de Tales, Pitágoras, Euclides y Arquímedes, piezas fundamentales en el nacimiento de la matemática como ciencia y cuyos teoremas ya aparecen en los contenidos reglados del tramo educativo al que nos dirigimos (primer ciclo de secundaria).

Por su parte el objetivo de *Los Algebristas* es ayudar a los alumnos a adquirir el lenguaje algebraico, ya que este supone a nivel epistemológico un gran paso en la evolución de las matemáticas, siendo en la actualidad el lenguaje con el que se comunica la mayor parte de las mismas, y a nivel educativo es de costosa adquisición por parte de los alumnos así como fomento de actitudes negativas, según recoge el Informe Cockcroft (1985). El tramo histórico objeto de estudio en esta experiencia es el nacimiento y evolución del Álgebra hasta la época del Renacimiento, es decir, la evolución del lenguaje algebraico y la resolución de ecuaciones de 1º, 2º y 3º grado, teniendo en cuenta la diversidad de los alumnos y que alguno puede plantear en mensajería la resolución de ecuaciones de grado superior y/o la aparición de los números complejos, lo que llevará a enunciar el teorema fundamental del Álgebra. En concreto, se trabajarán cuatro personajes claves en el nacimiento y evolución del Álgebra: *Diofanto*, *Al-Khwarizmi*, *Cardano* y *Tartaglia*.

El medio de realización de ambas es la creación de un entorno simulado e interactivo basado en el correo electrónico y la presentación de la información en el Web de **Clavius**, Tecnologías para la formación, de dirección <<<http://www.clavius.es>>>. Entonces, cada personaje es presentado mediante una página Web por Clío, Musa de la Historia, comenzando la mensajería con el mismo, teniendo material de trabajo para el aula de acuerdo con el matemático concreto y diseñado ex-profeso para la experiencia, de tal manera que las dudas y cuestiones surgidas a los alumnos en la resolución de los problemas planteados son consultadas mediante el correo al personaje para que le ayude a conseguirlo.

La temporalización de ambas es de ocho semanas a partir de la fecha de comienzo y la organización en el aula la elegida por el profesor de la misma según su criterio y la disponibilidad de medios informáticos en su centro. La evaluación de ambas experiencias se ha realizado mediante cuatro formas básicas de análisis: a) encuesta escrita por los alumnos participantes, b) encuesta escrita por los profesores participantes, c) análisis de los mensajes generados, y d) opiniones personales de los profesores vía correo electrónico; y después de haber realizado ambas experiencias durante dos cursos consecutivos cada una, son de destacar los siguientes aspectos obtenidos de la evaluación y señalados por los profesores:

- . manifiesta motivación, interés y entusiasmo en los alumnos por intercambiar ideas matemáticas y experiencias personales, adquisición de procedimientos para la resolución de un problema: planteamiento real del mismo, secuenciación de acciones encaminadas a su resolución, secuenciación del tiempo de investigación, distribución de las tareas
- . la ventaja del medio telemático como dinamizador de proyectos en el aula,
- . fomento del aprendizaje tanto matemático como informático e histórico
- . potenciación de la creatividad e imaginación de los alumnos ante las cuestiones planteadas por los personajes,
- . la conexión interdisciplinar integra al matemático en su entorno histórico y social, provocando una desmitificación de las Matemáticas y por lo tanto un acercamiento al estudiante.

Simplemente para finalizar decir que la puesta en aula de la experiencia nos ha resultado a todos altamente gratificante, mostrándonos una nueva forma de presentar conocimientos al alumno, en un entorno más amplio y rico que la clase tradicional, pero con total repercusión en ella, y generando una actitud positiva hacia las matemáticas al producirse un acercamiento afectivo y efectivo a las mismas.

Bibliografía.-

- ADELL, J. (1997); *Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información*; EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, nº 7, noviembre 1997, <URL: <http://www.uib.es/depart/gte/revelec7.html>>
- ARGÜELLES, J. (1989); *Historia de la matemática*; Akal, Madrid
- BERRENDERO, M. (1998); *Las nuevas tecnologías irrumpen en la escuela rural de la mano de <<Aldea digital>>*; ABC, Educación, martes 31-3-98, pp 53
- BOYER, C.; *Historia de las matemáticas*; Alianza editorial, Madrid
- COCKCROFT, W.H. (1985); *Las matemáticas sí cuentan*; MEC-Morata, Madrid
- DELACOTE, G. (1997); *Enseñar y aprender con nuevos métodos. La revolución cultural de la era electrónica*; Gedisa, Barcelona
- DVORAK, J.; ANIS, N. (1992); *Telecomunicaciones para PC*; McGraw-Hill Española, Madrid.
- GATES, B. (1995); *Camino al futuro*; McGraw-Hill, Madrid
- MARÍN, M.; MARTÍN, A.; ROPERO, A. (1996); *Encuentros telemáticos con la Historia: Los Geómetras*; *Comunicación y Pedagogía*, nº 141, octubre/noviembre 96, pp 52-55
- MEC (1989); *Diseño Curricular Base. Educación Secundaria Obligatoria (dos tomos)*; Mec, Madrid
- MONAHAN, B.D. y DHARM, M. (1995); *The Internet for Educators: A Users' Guide*; *Educational Technology*, January-February, pp. 44-48
- N.C.T.M. (1991); *Estándares curriculares y de educación matemática*; S.A.E.M. THALES, Sevilla.
- NEGROPONTE, N. (1996); *El mundo digital*; Ediciones B, Barcelona
- PIAGET, J. (1973); *Psicología y Pedagogía*; Ariel, Barcelona.
- REQUENA FRAILE, A. (1998); *El álgebra. Del arte de la cosa a las estructuras abstractas*; Santillana, colc. Ciencia Hoy, Madrid
- TERCEIRO, JOSÉ B. (1996); *sociedad digital. Del homo sapiens al homo digitalis*; Alianza, Madrid
- TIFFIN, J., RAJASINGHAM, L. (1997); *En busca de la clase virtual. La educación en la sociedad de la información*; Paidós, Barcelona