

“UN MODELO DE DISEÑO INTERACTIVO COMO SOPORTE Y AMPLIACIÓN INSTRUCCIONAL EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA EN LA E.S.O. “

Josep M^a Fortuny Aymemi

Universidad Autónoma de Barcelona

Jesús Murillo Ramón.

Universidad de La Rioja

José F. Martín Olarte

I.E.S. Batalla de Clavijo. Logroño

Daríá Trevijano Carpintero.

I.E.S. Batalla de Clavijo. Logroño

RESUMEN. *El artículo presenta los planteamientos sobre el diseño, implementación y validación de un modelo de diseño interactivo, como soporte y ampliación instruccional en la enseñanza de la geometría en la E.S.O., a través del establecimiento de una red de comunicación que posibilita el uso del correo y de un tablero electrónico, dentro de una nueva concepción de un aprendizaje más abierto y comunicativo.*

PALABRAS CLAVE: *Desarrollo, Interacción, Teleformación, Teleaprendizaje, Educación Matemática, Formación Continuada, Asistencia Docente Hospitalaria.*

ABSTRAC. *The paper presents the posings on the design, implementation and validation of one model of interactive design, as support and instructional enlargement in the learning of geometry in the E.S.O., by means of establishment of a communication network that permits the use of mail and electronic panel, inside a new conception of a more opened and communicative training.*

KEY WORDS: *Development, Interaction, Teleformation, Teletraining, Math Education, Continued Training, Hospitable Educational Attendance.*

0. Situación problemática

En el modelo de sociedad que se está implantando en los países desarrollados, la formación es el factor clave para el desarrollo, la productividad y la competitividad. Las acciones encaminadas a la cualificación de los recursos humanos gozan por parte de los gobiernos y de los agentes sociales de una gran atención.

Se considera en general que estos procesos de cualificación deben caracterizarse por su continuidad, actualización permanente y renovación en sus contenidos.

Ahora bien los sistemas educativos formales por una parte son incapaces de satisfacer las anteriores necesidades y por otra las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) ofrecen amplias y nuevas posibilidades en la educación.

La revolución tecnológica de la información, caracterizada por unos recursos cada vez más potentes para almacenar, manipular y acceder a los conocimientos, hace que gran parte de las cualificaciones queden desfasadas a un ritmo cada vez más rápido. Está comprobado que el crecimiento económico y la competitividad de las economías avanzadas, dependen principalmente de la capacidad para innovar en los productos y en los procesos, y que esta capacidad se basa en un elevado nivel de conocimientos profesionales de los trabajadores.

La aplicación de las TICs, así como los últimos avances en Didáctica de la Matemática abren nuevos caminos que posibilitan la solución de algunos de los problemas del proceso educativo en general y de la enseñanza de las matemáticas en particular. La introducción progresiva de estas tecnologías informáticas y de las comunicaciones en el sistema educativo; el diseño, la experimentación y validación de nuevas aplicaciones permitirán con toda seguridad satisfacer necesidades diversas en el campo educativo y de la formación.

Resulta claro, en estos momentos, que hay una gran divergencia entre las capacidades requeridas para los nuevos trabajos y los conocimientos de que dispone el conjunto de trabajadores. Este desfase aumentará en un futuro próximo, dado que un gran número de los puestos de trabajo actuales desaparecerá, y se crearán otros nuevos para los cuales muchos de los trabajadores en activo no tienen las cualificaciones necesarias. Es del máximo interés, por tanto, que a la vez que se aumenta el nivel de formación de los alumnos que accederán al mercado laboral, se les adiestre en la utilización de las tecnologías de la información y de la comunicación como medio de instrucción que les posibilite en un futuro actualizar y mejorar su cualificación de trabajadores en activo mediante la formación continua, lo que requerirá desarrollar estructuras de formación más adaptadas, abiertas y flexibles.

(<http://www.gse.uci.edu/mriel.html/jit-learning/index.html>)

Las herramientas telemáticas constituyen un recurso importante que favorece la interactividad entre profesores y alumnos. La utilización en general de la interconexión y de las redes electrónicas parece que constituyen una respuesta adecuada a los requerimientos planteados anteriormente

(<http://blues.uab.es/~ipdm4/Colabora/index.htm>)

Por otra parte, hay toda una serie de problemas sociales como son el aumento de la demanda social de formación, formación para estratos marginales de la población y de colectivos alejados de las instituciones de formación a los que quizás pueda dar respuesta la teleenseñanza; además los sistemas de formación que estamos considerando conllevan una disminución del coste, una flexibilización y la posibilidad de que los trabajadores estudien sin las limitaciones de la asistencia y el tiempo. Igualmente podemos considerar la posibilidad de atender a los alumnos que, –por circunstancias de enfermedad o cualquier otra–, se encuentran alejados un período prolongado de tiempo de los centros de enseñanza presencial.

En este contexto es claro que la sociedad futura que les tocara vivir a los actuales alumnos de secundaria, el aprender a aprender, el colaborar, y el saber buscar y analizar informaciones relevantes, serán habilidades básicas que tendrán que dominar. Hoy en día los recientes avances en las tecnologías de Internet permiten que podamos

complementar la preparación de nuestros alumnos hacia estas capacidades ampliando y dando soporte con nuevas actividades interactivas que convivan con las actividades docentes habituales que reciben en sus centros

Sobre la base de los planteamientos anteriores y analizando diversas experiencias existentes en la actualidad

(<http://www.uoc.es>, <http://www.blues.uab.es/~scampus/>) y utilizando como soporte instruccional una red electrónica se ha llevado a cabo la experiencia que describimos a continuación

1. Elementos para el diseño de actividades interactivas

Todas las actividades, cuestiones y problemas planteados, enmarcados en el programa de Geometría de 4º de la E.S.O. se proponían en la página Web principal del Proyecto (<http://www.unirioja.es/ProyectoClavijo>) y para acceder a las mismas era necesario identificarse con una contraseña

Las experiencias se han comenzado a desarrollar en el curso escolar 1997/98 y en el marco de las clases de un curso de 4º de la ESO.

Previo al comienzo real de la experiencia a los alumnos se les instruyó en el manejo del software de geometría CABRI II.

Las primeras clases se utilizaron para enseñar a los estudiantes las habilidades técnicas asociadas a saber interconectarse y comunicarse utilizando el correo electrónico y un software de navegación por Internet de dominio público. El resto de las sesiones se dedicó a las tareas propias del curso.

La experiencia se comenzó en el mes de Abril de 1998 y se terminó con el final de curso, aunque se sigue trabajando con nuevos alumnos.

Se pretende establecer una serie de actividades formativas que por una parte pudieran ser casi autosuficientes y por otra desarrollar un espíritu de confianza alumno-profesor y de colaboración y ayuda entre alumnos.

Estructura de las actividades.

Las actividades responden básicamente a la siguiente estructura:

- Enunciado de la actividad. Si para responder a la actividad es necesario construir con CABRI II algún tipo de figura y el alumno no sabe como hacerlo, en el propio texto de la actividad aparecen enlaces que permiten hacer la construcción.
- Se plantean sucesivamente cuestiones en relación con la actividad. Si el alumno no encuentra respuesta o solución a la cuestión planteada, se le da la opción de consultar sucesivos enlaces-ayuda. Si finalmente no encuentra la respuesta, utilizando el correo electrónico, puede solicitar ayudas, aclaraciones..., a otros compañeros o al tutor.
- Encontrada una respuesta o solución esta se envía:
- Al profesor que evalúa la misma y en su caso el correspondiente archivo de CABRI, estableciéndose un diálogo mediante el correo electrónico sobre la validez, claridad, argumentos...

- En otros casos, según el tipo de cuestiones, la respuesta se envía al Tablero(foros de discusión), para ser replicada por el resto de los miembros del Proyecto.

Considerando el punto de vista pedagógico –de que el acceso a algunas actividades pueda estar condicionado por acciones realizadas anteriormente por el alumno–, determinados problemas se han planteado con la idea de resumir los aprendizajes adquiridos con las actividades anteriores, que a la vez nos permitían evaluar el progreso de los alumnos.

En un primer momento se diseñaron algunas actividades con varias cuestiones de distintos niveles de dificultad y profundidad, que en su caso, como ya se ha señalado anteriormente, llevaban incorporadas ayudas progresivas, que facilitaban al alumno la realización de la actividad correspondiente con el programa CABRI II. Se recomendaba a los alumnos consultar las ayudas sólo en caso de ser necesario. Las cuestiones se respondían en el Tablero electrónico –en las cuestiones había un enlace al mismo–, de manera que todos los alumnos participantes en el Proyecto tenían acceso a las respuestas dadas por sus compañeros, con la finalidad de establecer debates.

En caso de necesidad se podía solicitar ayuda a través del correo electrónico bien a los profesores bien a otros compañeros. Para facilitar este sistema de comunicación en todas las actividades aparecía un enlace con la lista de las direcciones electrónicas de los participantes en el proyecto.

En una segunda fase se consideró interesante que además de responder a las cuestiones, las respuestas las realizaran a través del correo electrónico y que adjuntasen el archivo de CABRI II correspondiente, que dotase de significado a sus respuestas. En esta línea se plantearon una serie de problemas.

En una tercera fase se plantean otros problemas con varias cuestiones para ser respondidas en el Tablero y enviar por correo electrónico los correspondientes archivos de CABRI II.

Puntos de interacción.

En el diseño de las actividades con CABRI se pueden señalar distintos puntos de interacción que se corresponden con diversas acciones de tutorización:

PALABRAS CLAVE insertadas en el propio texto de la actividad que enlazan con archivos gráficos de CABRI que muestran la construcción efectiva de determinadas figuras necesarias para el desarrollo de la actividad.

AYUDA. Enlace con un texto que sugiere al alumno alguna línea general de actuación de cara a realizar la actividad propuesta, por ejemplo establecer algún tipo de relación entre los elementos constitutivos del problema, particularizar, generalizar,...

MÁS AYUDA. Enlace con un texto que informa al alumno sobre alguna línea más concreta de actuación o dar algún dato complementario, como por ejemplo el valor de una determinada constante,...

AYUDA EN LÍNEA. Envío de un mensaje de correo al profesor o a alguno de los compañeros: Si todavía no has encontrado una respuesta, puedes solicitar alguna ayuda enviando un mensaje por correo electrónico a algún compañero o a tus profesores, solicitando alguna aclaración.

SUGERENCIAS. Particularizar para algún caso concreto, generalizar alguna situación conocida.

FACILITAR algún tipo de instrucción.: planificación, secuenciación,...

CONSULTAR las respuestas dadas por otros compañeros en el Tablón de respuestas.

AMPLIACIÓN: El problema está abierto, sigue pensando en su posible desarrollo hasta que des con alguna respuesta que te guste y que merezca la pena de recibir el nombre de TEOREMA DE TUNOMBRE.

AYUDAS TÉCNICAS: Facilitar algún tipo de instrucción o ayuda en relación con el soporte técnico utilizado: Para enviar la respuesta y el archivo de CABRI que te ha servido para encontrarla, haz click en el texto profesores, resaltado en azul que te llevará directamente al editor de correo donde podrás enviar tu mensaje.

En el diseño de las actividades pueden aparecer iconos correspondientes a puntos de interacción que se corresponden con acciones de tutorización. Estos han de activar algún elemento tecnológico por el que se produce la interactividad. Como muestra:

TABLA 1

Globos de animación	
Proponer temas de debate	
Dar la bienvenida inicial	
Conectar con un compañero	
Lista del grupo de Trabajo	
Facilitar información	
Escribir palabras clave	
Consultar dudas al tutor	
Publicar en el Tablero	

Se adopta una hipótesis general constructivista sobre el aprendizaje, el análisis epistemológico y el análisis didáctico, que caracterizamos de la siguiente manera:

1. El que aprende construye su propio significado de los conocimientos. Esta construcción hace intervenir sus adquisiciones anteriores.
2. Los significados que se elaboran en el transcurso de un aprendizaje dependen para un mismo sujeto, de la situación en la que se encuentra y de la interacción social en la que está situado.
3. La efectividad en los procesos de aprendizaje se alcanza si se especifican, estructuran e instrumentalizan los conceptos, los procedimientos de interpretación, interacción y reflexión metacognitiva..

2. Implementación y análisis de las interacciones

Las experiencias, que aportan los datos para la investigación, se han realizado con los alumnos de un curso de 4^º de la ESO, dos de sus profesores en el Centro y un profesor de la Universidad de la Rioja.

Aprendizaje independiente y flexible.

La metodología de enseñanza utilizada, -en muchos aspectos se puede considerar que no había presencia cara a cara con el profesor- ha contribuido a potenciar el trabajo independiente y, por ello, la individualización del aprendizaje gracias a la flexibilidad que la modalidad permite. Es de destacar esta flexibilidad, ya que ha permitido en gran manera llevar a cabo contactos en tiempo, forma y ritmo, marcados por el propio alumno, habiendo jugado la tutoría telemática un papel transcendental en este aspecto.

Comunicación bidireccional.

Entendemos que para que haya formación debe existir comunicación completa, de doble vía, entre profesor y alumno, aspecto ampliamente utilizado en el sistema de enseñanza /aprendizaje utilizado en estas. experiencias.

Soporte técnico de la Investigación

La red utilizada para la investigación, esta formada por 14 ordenadores personales conectados entre sí mediante una red INTRANET. Se ha instalado en el I.E.S. una línea RDSI para acceso a Internet y al Web de la Universidad, soporte del Tablero y de las comunicaciones de correo electrónico.

En el Web de la Universidad cada uno de los alumnos y profesores participantes en el proyecto tenía abierta una cuenta personal de correo electrónico.

Se les entregó asimismo una contraseña que les permitía acceder a las páginas Web de las actividades y que les identificaba a la hora de responder a las mismas y en su acceso y participación en el Tablero electrónico.

El curso de Taller de Matemáticas de 4^º de E.S.O. se comenzó enseñando la utilización del programa de geometría CABRI GEOMETRE II, sus diferentes opciones de menús y sus distintas posibilidades de utilización. Se planteaban ejercicios que podí-

an ser resueltos por los alumnos con las instrucciones que en ellos se daban. Las respuestas se hacían en los propios ejercicios o mediante un comentario en el propio archivo de CABRI

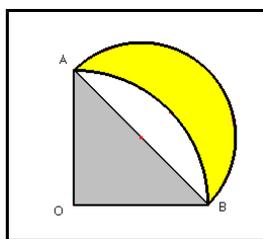
Una vez instalada la infraestructura de la red, se instruyó a los alumnos en el manejo del navegador, el correo electrónico, el uso de dos ventanas abiertas a la vez: el navegador con la pregunta y el CABRI II para elaborar la respuesta, la utilización del Tablero electrónico(foro de discusión) y la forma de enviar un archivo adjunto a un mensaje de correo electrónico. Se les fue explicando la idea del proyecto y se les insistió en la figura del profesor de la Universidad que era el tutor que recibiría sus respuestas y contestaría a sus mensajes

Autodescubrimiento

Una propiedad fundamental del programa CABRI II es que las relaciones entre las partes que forman una construcción se mantienen con el desplazamiento de uno de los elementos primarios sobre los que se ha dibujado la misma. Si una propiedad geométrica se mantiene durante el desplazamiento, esta propiedad es válida en general para todas las figuras similares a la representada. Esta propiedad habrá que demostrarla, pero se detecta inmediatamente a través de la construcción. Se insistió mucho durante el curso en que comprobaran los resultados de una construcción con las medidas que el programa proporcionaba, y que desde luego deformaran la figura, moviendo uno de los elementos primarios, que observaran y anotaran los resultados y estuvieran atentos a las posibles coincidencias que se pudieran producir. Así se descubrieron propiedades geométricas curiosas que incluso sorprendieron al propio profesorado que en ese momento no recordaba haberlas visto escritas en ninguna parte. Como muestra de éstas señalamos la siguiente:

Una actividad consistía en hallar el área comprendida entre las llamadas Lúnulas de Hipócrates.

FIGURA 1



Al hacer la construcción se comprueba que el área entre las lunas es igual al área del triángulo rectángulo isósceles que ha servido de base para construir las lúnulas.

Los alumnos estaban distribuidos dos por ordenador, esto posibilitaba que el liderazgo de uno de ellos pudiera imponerse sobre el otro. En algunos casos el trabajo entre dos enriquece la experiencia, aunque pensamos que sería mejor disponer de un ordenador para cada alumno.

3. Evaluación a partir de los registros

Los datos analizados en este trabajo están formados por la totalidad de los mensajes de correo electrónico enviados, así como por la información recogida en el Tablero electrónico–foro de discusión– y las observaciones realizadas por los profesores presentes en el aula.

Se realiza un análisis descriptivo-interpretativo considerando los resultados globales y las clases de respuestas, determinándose los principales parámetros de centralización y de dispersión. Se comparan las respuestas totales en relación a las medias.

Para cada uno de los alumnos participantes activos (26) se realizaron gráficos descriptivos del porcentaje de respuestas *correctas*, *aceptables*, *incorrectas*, *incompletas* y *no relación*. Las medias de tipos de respuestas y un gráfico comparativo de cada alumno con la «media de tipos de respuesta».

Estos gráficos permiten hacer una evaluación individualizada de cada alumno en relación al comportamiento «medio».

3.1. Estructura de los datos.

Tomando en consideración las frecuencias de los mensajes y los aspectos tratados en los mismos, se han considerado los siguientes tipos:

Tablero electrónico.

1º. *Funcionamiento y respuestas.* Los primeros hacen relación a algún aspecto técnico –relativo al cómo de la interconexión, el hardware o el software–.

2º. *Mensajes de réplica entre los propios alumnos.*

3º. *Clases de respuestas:*

Correcta

Aceptable

Incompleta

Incorrecta

No relación.

4º. *Repetidos.*

Correo electrónico..

1º. *Clases de respuestas:*

Correcta

Aceptable

Incompleta

Incorrecta

No relación.

2º. *Repetidos.*

Encuesta a los alumnos.

Al finalizar el curso se realizó una encuesta anónima a los alumnos para que expresasen su opinión sobre distintos aspectos de la experiencia.

MODELO DE ENCUESTA PASADA A LOS ALUMNOS DEL PROYECTO.

Valora de 1(poco) a 5 (mucho) las siguientes preguntas

TABLA 2

PREGUNTA	VALORACIÓN				
1.- Asisto con regularidad a clase					
2.- Asisto a gusto a esta clase					
3.- Si he necesitado ayuda en alguna actividad, la he encontrado bien a través del correo electrónico, bien de forma presencial					
4.- La atención que he recibido por parte de los profesores en las consultas que les he hecho ha sido adecuada					
5.- ¿Crees que las actividades y problemas planteados son adecuados a vuestros conocimientos de geometría?					
6.- Las actividades y los problemas están planteados con claridad?					
7.- Las respuestas efectuadas bien a través del tablón, bien a través del correo electrónico han sido efectuadas con claridad y precisión?					
8.- Los profesores se interesan por el aprendizaje de los alumnos?					
9.- Considerando globalmente todos los aspectos de las clases de taller, estoy satisfecho con el desarrollo de las mismas					
10.- Estoy satisfecho con mi trabajo realizado en clase					
11.- Estoy satisfecho con el trabajo llevado a cabo por los profesores					
12.- Los contenidos que se imparten en esta asignatura me parecen adecuados para mi formación					
13.- Me ha resultado gratificante participar en esta experiencia					
14.- ¿Volverías a participar en alguna experiencia semejante?					
15.- ¿Crees que una experiencia de este tipo se podría llevar a cabo con alguna otra asignatura? Di cuáles					
16.- Escribe si te parece oportuno algún comentario en relación con la experiencia que hemos realizado					

3.2. *Análisis de los datos del tablero electrónico*

A. RESULTADOS GLOBALES.

En una tabla se presentan los resultados globales y las clases de respuestas. Habiéndose determinado además los principales parámetros de centralización y de dispersión. El hecho de que aparezcan alumnos con 0 respuestas es debido a que al trabajar en grupo, en algunos de ellos siempre era el mismo alumno el remitía las respuestas, este hecho contribuye a que la dispersión sea bastante elevada.

En el gráfico comparativo de respuestas totales en relación a las medias se puede observar que del total de 27 alumnos participantes 12 están por encima de la media, uno en la media y 14 por debajo de la media.

1^a. *Funcionamiento y respuestas.*

Los mensajes de funcionamiento guardan relación con algún aspecto técnico –relativo al cómo de la interconexión, el hardware o el software– y las respuestas lo son en relación a las cuestiones planteadas en el Tablero electrónico.

En los gráficos realizados con los datos, se observa que el 97% de los mensajes son respuestas y sólo el 3% corresponde a aspectos de funcionamiento. Esta baja proporción de los mensajes emitidos en relación al funcionamiento del sistema viene explicada porque la mayoría de las preguntas de tipo técnico se realizaban casi exclusivamente en directo a los profesores presenciales.

2^a. *Mensajes de réplica entre los propios alumnos.*

Del total de mensajes emitidos sólo un 7% fueron mensajes de réplica y de ellos la mitad eran réplicas a sí mismos corrigiéndose respuestas anteriores. Esta falta de interactividad entre los alumnos en las respuestas del tablero, se podía explicar por la poca costumbre que los alumnos tienen de corregir y comentar las respuestas de los propios compañeros. Este aspecto creemos que debe ser trabajado de cara a conseguir como objetivo de la enseñanza de las matemáticas de secundaria –que nuestros alumnos desarrollen la capacidad de argumentación y defensa de sus respuestas–.

3^a. *Clases de respuestas:*

Del total de respuestas dadas, aproximadamente la mitad de ellas se pueden considerar correctas o aceptables y sólo un 1% no guardaban relación con la pregunta planteada – atribuible a los alumnos con necesidades educativas especiales, para los que en un principio también se les planteaban las preguntas generales–.

4^a. *Repetidos.*

El 8% del total de mensajes emitidos corresponde a mensajes enviados más de una vez, la mayoría de ellos justificado por problemas de funcionamiento del correo electrónico y por falta de destreza en el manejo de la aplicación pues fundamentalmente se dieron al comienzo de la experiencia.

B. RESULTADOS INDIVIDUALES.

Para cada uno de los alumnos participantes activos (26) se realizaron gráficos descriptivos del porcentaje de respuestas *correctas*, *aceptables*, *incorrectas*, *incompletas* y *no relación*. Las medias de tipos de respuestas y un gráfico comparativo de cada alumno con la «media de tipos de respuesta».

Estos gráficos permiten hacer una evaluación individualizada de cada alumno en relación al comportamiento «medio».

3.3. *Análisis de los datos del correo electrónico*

A.-RESULTADOS GLOBALES.

En una tabla se presentan los resultados globales y las clases de respuestas dadas mediante el correo electrónico, adjuntando en su caso el correspondiente archivo explicativo de CABRI.

Se han determinado los principales parámetro de centralización y de dispersión.

Aparecen alumnos con 0 respuestas; esto se explica porque al trabajar por parejas, en algunas siempre era el mismo alumno el que enviaba los mensajes; este detalle favorece que la dispersión que muestran las medidas sea bastante elevada.

En el gráfico comparativo de respuestas totales en relación a las medias se puede observar que del total de 27 alumnos participantes 13 están por encima de la media, y 14 por debajo de la media.

1ª. Clases de respuestas:

Del total de respuestas dadas, aproximadamente el 70% de ellas se pueden considerar correctas o aceptables, el 7% no guardaban relación con la pregunta y aproximadamente el 4% eran de ayuda solicitando alguna aclaración sobre la cuestión planteada.

El aumento de respuestas aceptables y correctas en relación a las correspondientes al Tablón muestra que el dominio de la herramienta soporte era más completo y que por otra parte los alumnos ya se habían acostumbrado a responder con más rigor y mejor expresión.

2ª. Repetidos.

El 14% del total de mensajes emitidos corresponde a mensajes enviados más de una vez, la mayoría de ellos justificado por problemas de funcionamiento del correo (fundamentalmente por dudas sobre la salida o no del mensaje).

B. RESULTADOS INDIVIDUALES.

Para cada uno de los alumnos participantes en el Proyecto se consideran, los datos individuales correspondientes al número de mensajes enviados—como ya se ha comentado con anterioridad, dado que estaban por parejas, en algunos casos las respuestas eran enviadas siempre por el mismo alumno, con lo que sus resultados en cuanto al número de mensajes enviados es 0—; gráficos descriptivos del porcentaje de respuestas *correctas*, *aceptables*, *incorrectas*, *incompletas*, *no relación* y *ayuda*. Las medias de tipos de respuestas y un gráfico comparativo de cada alumno con la «media de tipos de respuesta».

Estos gráficos permiten hacer un seguimiento y evaluación individualizados de cada alumno en relación al comportamiento «medio».

3.4. Análisis de los datos de la encuesta.

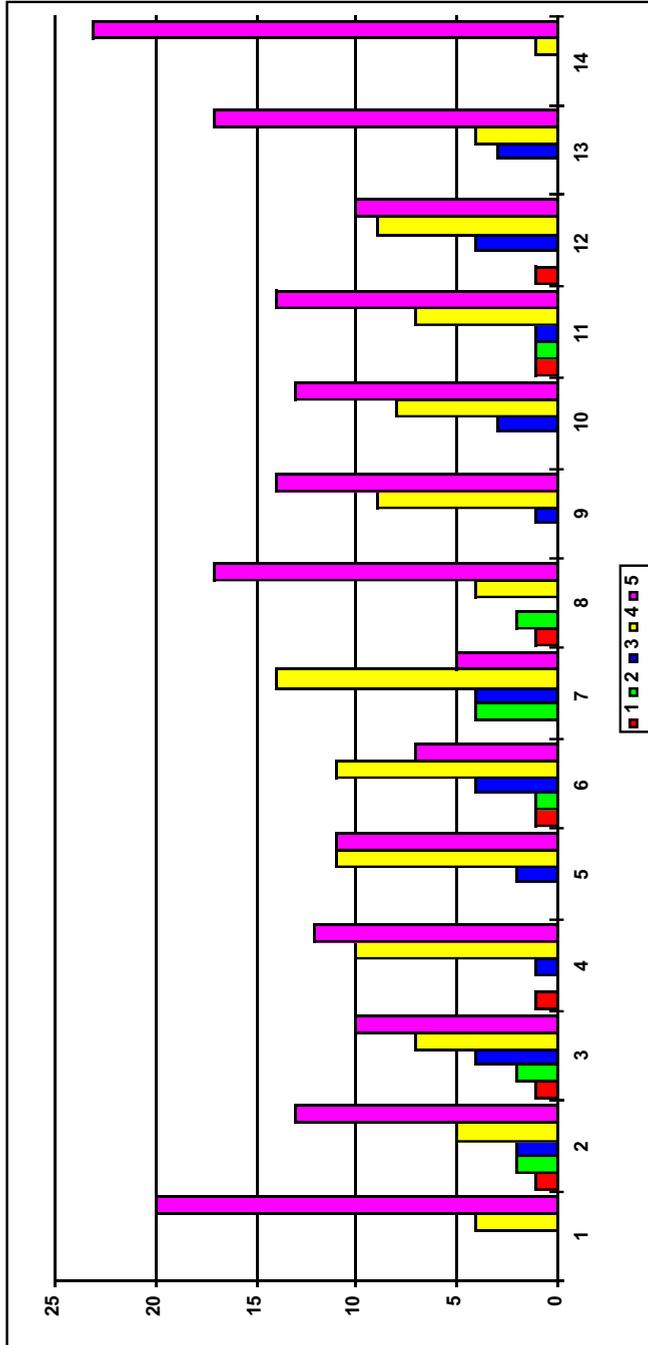
3.4.1. Datos

TABLA 3

PREGUNTA	VALORACIÓN						
	1	2	3	4	5		
1.- Asisto con regularidad a clase	0	0	0	4	20		
2.- Asisto a gusto a esta clase	1	2	2	5	13		
3.- Si he necesitado ayuda en alguna actividad, la he encontrado bien a través del correo electrónico, bien de forma presencial	1	2	4	7	10		
4.- La atención que he recibido por parte de los profesores en las consultas que les he hecho ha sido adecuada	1	0	1	10	12		
5.- ¿Crees que las actividades y problemas planteados son adecuados a vuestros conocimientos de geometría?	0	0	2	11	11		
6.- Las actividades y los problemas están planteados con claridad?	1	1	4	11	7		
7.- Las respuestas efectuadas bien a través del tablón, bien a través del correo electrónico han sido efectuadas con claridad y precisión?	0	4	4	14	5		
8.- Los profesores se interesan por el aprendizaje de los alumnos?	1	2	0	4	17		
9.- Considerando globalmente todos los aspectos de las clases de taller, estoy satisfecho con el desarrollo de las mismas	0	0	1	9	14		
10.- Estoy satisfecho con mi trabajo realizado en clase	0	0	3	8	13		
11.- Estoy satisfecho con el trabajo llevado a cabo por los profesores	1	1	1	7	14		
12.- Los contenidos que se imparten en esta asignatura me parecen adecuados para mi formación	1	0	4	9	10		
13.- Me ha resultado gratificante participar en esta experiencia	0	0	3	4	17		
14.- ¿Volverías a participar en alguna experiencia semejante?	0	0	0	1	23		
15.- ¿Crees que una experiencia de este tipo se podría llevar a cabo con alguna otra asignatura? Di cuáles	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> · Historia · Biología · Diseño · Plástica · Matemáticas </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> · Tecnología · Ciencias · Lengua · Física y Química · Cualquiera </td> </tr> </table>					<ul style="list-style-type: none"> · Historia · Biología · Diseño · Plástica · Matemáticas 	<ul style="list-style-type: none"> · Tecnología · Ciencias · Lengua · Física y Química · Cualquiera
<ul style="list-style-type: none"> · Historia · Biología · Diseño · Plástica · Matemáticas 	<ul style="list-style-type: none"> · Tecnología · Ciencias · Lengua · Física y Química · Cualquiera 						
16.- Escribe si te parece oportuno algún comentario en relación con la experiencia que hemos realizado	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> · Interesante y he aprendido bastante · Clases divertidas y he aprendido mucho · Se aprende Internet, es aprendizaje lento, no se aprende como con un profesor presencial · Oportunidad de conocer a más personas · Puedes consultar con otros alumnos sin moverte </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> · Ha aprendido el manejo del ordenador más que en dos años de informática · Aprende a trabajar con ordenador, aprende geometría y a utilizar mejor el ordenador · Puede valer · Muy satisfactorio, espero que se hagan más · No le parece oportuno hacer ningún comentario </td> </tr> </table>					<ul style="list-style-type: none"> · Interesante y he aprendido bastante · Clases divertidas y he aprendido mucho · Se aprende Internet, es aprendizaje lento, no se aprende como con un profesor presencial · Oportunidad de conocer a más personas · Puedes consultar con otros alumnos sin moverte 	<ul style="list-style-type: none"> · Ha aprendido el manejo del ordenador más que en dos años de informática · Aprende a trabajar con ordenador, aprende geometría y a utilizar mejor el ordenador · Puede valer · Muy satisfactorio, espero que se hagan más · No le parece oportuno hacer ningún comentario
<ul style="list-style-type: none"> · Interesante y he aprendido bastante · Clases divertidas y he aprendido mucho · Se aprende Internet, es aprendizaje lento, no se aprende como con un profesor presencial · Oportunidad de conocer a más personas · Puedes consultar con otros alumnos sin moverte 	<ul style="list-style-type: none"> · Ha aprendido el manejo del ordenador más que en dos años de informática · Aprende a trabajar con ordenador, aprende geometría y a utilizar mejor el ordenador · Puede valer · Muy satisfactorio, espero que se hagan más · No le parece oportuno hacer ningún comentario 						

3.4.2. Gráfico datos de la encuesta.

TABLA 4



3.4.3. Análisis. y comentarios

Basta con mirar los porcentajes en las correspondientes respuestas para ver rápidamente que las valoraciones son superiores al 75% con puntuaciones de 4 y 5 en la mayoría de los casos.

Destacar por su significación la respuesta dada a la pregunta 9 «*Considerando globalmente todos los aspectos de las clases de taller, estoy satisfecho con el desarrollo de las mismas*». en las que más del 95% la valora con las máximas puntuaciones de 4 y 5., que de alguna manera recoge el interés despertado por la experiencia en los alumnos.

La pregunta 13 «*Me ha resultado gratificante participar en esta experiencia*», con más del 87% valorándola con 4 y 5, expresaría la satisfacción muy mayoritaria de los alumnos después de haber participado en la misma.

La respuesta a la pregunta 13 «*¿Volverías a participar en alguna experiencia?*», que es prácticamente calificada con un 5 por la totalidad de los participantes. Entre otras cosas muestra el interés y satisfacción de los alumnos por la utilización de las nuevas tecnologías en la enseñanza y por la innovación educativa.

4. Reflexiones y recomendaciones didácticas

En este apartado, tomando en consideración el análisis de los datos recogidos en la investigación, la observación directa de los alumnos por parte de los profesores presenciales y la información aportada por la encuesta se plantean una serie de reflexiones, conclusiones y sugerencias.

4.1. Reflexiones.

Aspectos Técnicos.

La instalación y configuración correcta del software de la red, el software de navegación y de correo electrónico (ambos de dominio público), el protocolo de comunicación TCP/IP y el software para compartir recursos entre los ordenadores ocuparon más de 10 horas de trabajo debido a la escasa velocidad de los procesadores y a las limitaciones de capacidad de los discos duros. Hubo problemas con el funcionamiento inicial de Router hasta su plena adaptación.

Se considera que globalmente es una buena instalación, pero muy compleja y delicada que exige un mantenimiento constante, dado que el aula de ordenadores se utiliza diariamente en las clases de informática de todo el I.E.S.

Inicialmente hubo algunas dificultades con el correo electrónico a la hora de contactar con el servidor de la Universidad, pero finalmente los problemas quedaron resueltos.

Los ordenadores son muy lentos, con poca memoria y con unos discos duros de muy poca capacidad. Esto hace que cualquier modificación que se haga en ellos ocupe mucho tiempo y que sea muy lento el trabajo con cualquier aplicación, sería interesante de cara al futuro poder disponer de ordenadores más rápidos y con mayor capacidad de almacenamiento que facilitaría grandemente el trabajo a realizar.

Aspectos funcionales con alumnos.

Dadas las limitaciones de los ordenadores y por problemas de configuración iniciales el trabajo con la red ha sido lento en algunos casos.

Consideramos que Windows 95 es un entorno intuitivo y bastante atractivo que facilita mucho el trabajo con varias aplicaciones, pero hay que entender que los participantes en el proyecto han debido adaptarse a utilizar a la vez el navegador de Internet, el correo electrónico y el programa de geometría CABRI GEOMETRE II, dividiendo la pantalla en dos ventanas para tener a la vista la pregunta en el navegador y la elaboración de la respuesta con CABRI II. Además la respuesta podía hacerse: unas veces en el tablero electrónico de respuestas (Foro de discusión) que tiene su dinámica particular de respuestas, réplicas y contrarréplicas; otras a través del correo en el que debían además adjuntar su archivo de CABRI II que tenían que haber guardado previamente.

Esto ha sido realizado con toda naturalidad por nuestros alumnos, pero pensamos que es verdaderamente complicado y consideramos que es quizás el aspecto menos interesante desde el punto de vista educativo. Muchas veces el atractivo del medio y las posibilidades de los programas tropiezan con la excesiva complicación de la propia herramienta a la hora de trabajar con ella, ya que exige mucha concentración para no cometer errores. De hecho durante las clases una parte del tiempo se dedicaba a resolver aspectos de funcionamiento del navegador, el correo o el foro de discusión, pese a haber dedicado el tiempo que en un principio nos pareció suficiente para que los alumnos se familiarizaran con su manejo. No se puede dar por sentado que los jóvenes aprenden a manejar cualquier programa en poco tiempo y sin ninguna dificultad, es necesario darles el tiempo suficiente no sólo para que los utilicen correctamente, sino para que interioricen la forma especial de trabajar con ellos y sepan emplearlos adecuadamente.

Esto ha ralentizado el desarrollo de las actividades propuestas que, de no haberse hecho a través de la red, habría sido mucho más rápida su resolución debido a la menor carga de programas informáticos a utilizar, aunque quizás de una forma menos significativa y atractiva para los alumnos. Naturalmente esto es la parte menos interesante; lo más interesante y positivo es: el cambio de actitud en la clase, las interacciones distintas que se han producido, el acopio de información acumulada (la totalidad de los mensajes emitidos se han guardado y se han analizado adecuadamente), el vocabulario de especial cortesía que se ha desarrollado entre todos los niveles de comunicación, el ascendiente que tenía sobre los alumnos la figura virtual del profesor de la Universidad que acusa recibo, corrige y sugiere, el dominio por parte de los alumnos de la red, lo que les acerca más al perfil de los alumnos del siglo que viene y sobre todo el aprendizaje de una serie de técnicas de comunicación que les pueden ser útiles a nuestros alumnos en su posterior inserción laboral y profesional.

Actitud general de los alumnos.

La actitud hacia el programa era muy positiva y los alumnos estaban bastante «enganchados» con él y llegaron a «descubrir» mediante manipulaciones, errores o búsqueda de regularidades varios resultados geométricos no conocidos por ellos y muy curiosos que fueron posteriormente demostrados en la clase. En general todos se

esforzaban de acuerdo con sus capacidades en resolver los problemas planteados y en tratar de descubrir algo nuevo. El profesorado tenía que insistir mucho para conseguir que los alumnos *explicaran con sus propias palabras* los resultados obtenidos. Éstos daban con la solución del problema pero les costaba mucho esfuerzo poner las conclusiones por escrito en su hoja de trabajo. Una expresión matemática correcta obliga a cumplir unas condiciones de rigor y exactitud que a nuestros alumnos les supone bastante esfuerzo.

La actitud general siguió siendo muy positiva hacia el programa, aunque ahora debían esforzarse mucho más para dar una respuesta que inexorablemente debía ser por escrito, que podía ser examinada y contestada por todos sus compañeros y, sobre todo, por aquella figura ajena al entorno normal, del profesor universitario que efectivamente daba respuestas a todo lo que enviaban, que pedía muchas aclaraciones a las respuestas e incluso llamaba la atención sobre la ortografía utilizada.

Bien es cierto que si el trabajo se hizo mucho más lento, las preguntas había que contestarlas con mayor rigor, había que mirar las respuestas de los compañeros y replicar, aspecto que nos ha permitido alcanzar otro objetivo de la enseñanza –las matemáticas como comunicación–.

A pesar de que muchas veces la red era lenta y los correos no salían o lo hacían con bastante lentitud y se multiplicaban las preguntas en directo a los profesores acerca del funcionamiento de la red y el correo, que en ocasiones no podían ser atendidas, la actitud general de los alumnos fue muy positiva hacia la utilización de la red, el nivel de ilusión por descubrir cosas y que fueran reconocidas por el «profesor virtual» aumentó y el nivel de precisión de las respuestas fue muy superior al que había antes de la implantación de la red.

Interacciones de los alumnos entre sí a través de la red.

Los alumnos han utilizado muy poco la red para comunicarse entre ellos. Ha habido alguna réplica en el Tablón de respuestas y esporádicamente algún mensaje de correo electrónico preguntando alguna duda.

Como causas de esta poca utilización de la red en este tipo de comunicación podemos apuntar:

- Los alumnos están acostumbrados a la dinámica habitual de las clases presenciales: el alumno trata de resolver el problema y si no lo consigue consulta a su profesor. Esta dinámica está muy arraigada y cuesta mucho tiempo cambiarla por otra.
- La consulta se hace normalmente sobre un aspecto puntual del problema que *requiere una respuesta inmediata*. Enviarla por correo electrónico supone explicar bien la pregunta *por escrito*, esperar a que el compañero la reciba, piense la respuesta y la *escriba* a su vez. Es un proceso demasiado largo y que exige un esfuerzo importante al alumno. La solución podría estar en las tutorías en directo, con una interactividad más inmediata y con posibilidad de réplica y contraréplica en pocos minutos.
- La clase de Taller estaba formada por alumnos de 3 grupos distintos de 4^º de E.S.O., sólo coincidían las dos horas semanales de la asignatura, por lo que no

se conocían muy bien. Pese a todo se han comunicado entre alumnos de la misma clase y entre las distintas clases, detectando enseguida qué compañeros eran los que más dominaban los distintos temas.

Interacciones entre los alumnos y el profesor de la Universidad.

Desde el principio pensamos que la figura de un profesor actuando exclusivamente a través de la red iba a ser un estímulo educativo importante en nuestra experiencia, lo que no llegamos a intuir era la trascendental importancia que iba a tener en ella.

El «profesor virtual» consiguió sobre nuestros alumnos un prestigio, un ascendiente y una importancia que lo colocó en condiciones de conseguir objetivos distintos de los que pudiéramos haber conseguido los profesores del I.E.S.

Era para ellos un personaje «mágico», un «super-profesor» que habitaba en la red, lo dominaba todo, era capaz de hacerlo todo a la vez, no se le pasaba nada y era infatigable. Cualquier indicación del «profesor virtual» era atendida inmediatamente, incluso antes que las sugerencias de los profesores reales. La opinión de «El» primaba sobre cualquier opinión nuestra. En la idea de nuestros alumnos el profesor de la red estaba siempre en primer lugar.

El atractivo del ordenador reside en el predominio del hombre sobre la máquina: hay que demostrar que dominamos a ese ser impersonal que es el ordenador. Al aplicarlo en este caso a la enseñanza, nuestros alumnos se enfrentaban no sólo al ordenador, sino a un ser «extraño» que les corregía personalmente, se dirigía a ellos utilizando un vocabulario claro y demostraba con ellos una educación y una forma de trato exquisitos, les daba indicaciones, les devolvía los archivos con errores y pedía unas explicaciones más claras a las respuestas dadas por ellos.

Los alumnos controlaban con mayor o menor fortuna el ordenador y de él surgían las indicaciones del profesor que llegaron a ser para ellos tan incontestables y veraces como los mensajes que envía el ordenador cuando hay un error. Es necesario subsanar el error para que el «ordenador-profesor» deje de emitirlo. Pensamos que hubo una «simbiosis» entre la figura del profesor y la precisión del ordenador, a la que contribuyó en gran medida el nivel de trato amable y exquisitamente educado que se estableció entre ellos.

El vocabulario que se utilizaba en los mensajes seguía las pautas que les daba el «profesor en red» y las fórmulas de cortesía y el respeto en el trato fueron la tónica dominante. Consideramos que los alumnos de hoy no están acostumbrados a esa cortesía y delicadeza en el trato con los demás; son, en general, personas directas, sin concesiones a la galería y con poca experiencia en la expresión escrita.

Consideramos que fue una experiencia de contacto escrito muy positiva para todos cuya influencia abarca no sólo el ámbito *instructivo*, con ramificaciones en distintas áreas, sino que entra dentro del ámbito puramente *educativo* del respeto hacia los demás, de la cortesía en el trato, de las buenas maneras, de la importancia del trabajo bien hecho y la expresión clara, en fin, de esa «educación» en su sentido más amplio de la palabra, que parece estar un poco tamizada por la vorágine instruccional que nos invade.

Se pensó que el «profesor en red» hiciera una visita a la clase para conocerse y charlar. Después de tratarlo a fondo pensamos que era mejor demorar la visita y mantener ese «aura» y esa simbiosis «profesor-red-máquina» que estaba resultando tan atractiva.

La visita se realizó el último día de clase. Fue muy interesante ver las expresiones de las caras de los alumnos al verle. Pensamos que esa figura «virtual» debe mantenerse en la red el mayor tiempo posible.

Interacciones entre alumnos y Profesores del I.E.S.

Antes de la experiencia con la red, el control de la clase de nuestra optativa Taller de Matemáticas se conseguía a través del atractivo de las actividades y del medio utilizado: ordenador y programa CABRI GEOMETRE II. Es de destacar que este año el horario de la asignatura era de 14 a 14.50 horas martes y viernes, unas horas muy malas por el cansancio y la acumulación de tensiones lectivas.

Podemos decir que, a pesar de la dificultad horaria, el ambiente era excelente, los alumnos estaban muy interesados con lo que hacían y el ascendiente del profesorado del I.E.S. sobre ellos era importante. Se discutían los resultados con los alumnos, se intentaba que hicieran una demostración si se requería y ellos consultaban sobre todo aspectos geométricos, teoremas y propiedades de las figuras con las que trabajaban; en menor medida recibíamos consultas técnicas del funcionamiento del programa y del ordenador.

En el momento en que el profesor virtual entró en escena, el profesorado del I.E.S. perdió importancia y quedó un poco en segundo plano, dedicado fundamentalmente a solucionar problemas técnicos. Bien es cierto que también hacían preguntas de índole geométrica, pero en mucha menor medida que antes. Todo el aspecto científico-educativo era guiado hacia el profesor virtual. Cuando se preguntaba sobre algún asunto geométrico, las preguntas solían ser fundamentalmente de estos dos tipos: si el profesor virtual aceptaría aquella respuesta, si sería suficientemente buena para enviarla al profesor de la red.

Por otra parte también esa actitud de los alumnos era aprovechada por el profesorado presencial para afirmar la idea de que alguien que está por encima de nosotros (autoridad) nos controla y sabe ponernos a cada uno en nuestro sitio. Pensamos que esas ideas de autoridad, respeto, ascendiente, prestigio, relevancia, que están muy olvidadas en nuestras aulas son de esta manera reforzadas, con la ayuda del ordenador y de la red electrónica.

Lógicamente la complejidad técnica aumentó con el inicio de la experiencia y los problemas técnicos debían ser solucionados por los profesores presenciales, de aquí el aumento de las preguntas de esa clase al profesorado presencial. Esa tendencia a hacer preguntas a sus profesores habituales para *mejorar las respuestas que iban a enviar al profesor de la red*, puede dar una idea de la importancia de este método de trabajo en otros contextos como: *tutorías a distancia, educación de niños hospitalizados, atención a alumnado de áreas deprimidas con difícil acceso*, etc. También hemos de decir que con la visita del profesor virtual se *desmitificó* un poco todo el ambiente que se había creado.

Modificaciones de la conducta de los alumnos.

Se han notado cambios muy significativos en la conducta de los alumnos según su tipología:

Señalaremos que los alumnos *más tímidos* y reservados se comunicaban mejor con el profesor a través de la red que en directo con el profesor real. No les importaba mandar correos largos en los que explicaban sus problemas y dudas; sin embargo en directo su timidez les impedía tener una comunicación fluida con profesores y compañeros. A la hora de debatir una solución a un problema, estos alumnos casi no participaban en la discusión ; en cambio por la red era diferente, ellos controlaban el medio, se sentían desinhibidos y se expresaban francamente bien.

Los alumnos *más capaces* se esmeraban en expresar con más claridad los resultados de los problemas, las respuestas a las preguntas o la forma de describir una construcción geométrica. Sabían que el profesor de la red era exigente con los mensajes y que no sólo valoraba la corrección de la respuesta, sino también la forma de expresión, la claridad, la precisión y hasta la corrección ortográfica. Esto les enseñaba a conocer mejor sus limitaciones de expresión, a no dar por válido un razonamiento hasta que no estuviera bien elaborado, a nombrar con letras cada elemento geométrico de la construcción para que la descripción fuera lo más clara posible y, en definitiva, a interiorizar un estilo de lenguaje matemático lo más claro y preciso posible.

Los alumnos *con problemas de conducta* se han sentido fascinados por el medio que utilizaban, han demostrado que poseían una imaginación desbordante que ha dado lugar a resultados curiosos y notables. Podemos citar el *Teorema de Pitafete*, enunciado al alimón por dos alumnos de las características citadas, muy amigos ellos.

TEOREMA DE PITAFETE

Cualquier polígono semejante construido sobre los lados de un triángulo (rectángulo) respeta a Pitágoras, aunque los polígonos ocupen sólo la mitad del lado que están ocupando o cualquier medida, siempre que los polígonos ocupen la misma parte en su lado del triángulo.

Como se ve no hay precisión en la respuesta, pero la idea del «respeta a Pitágoras» ha quedado geoméricamente clara en sus mentes y derrochan imaginación a la hora de expresarla. Uno de los autores del teorema abandonó la enseñanza este curso y el otro repite año.

Pensamos que es muy significativo este hecho y podríamos poner muchos más ejemplos de alumnos de cursos anteriores totalmente problemáticos en las asignaturas tradicionales y que en estas optativas se fascinan de tal manera con el modo de hacer y trabajar que resultan ser alumnos brillantes, adaptados y que destacan. Opinamos que otro gran campo de trabajo está en la forma de llegar a estos *alumnos difíciles* y la utilización de la *red electrónica* puede ser un camino muy útil que merece la pena desarrollar.

En cuanto a los alumnos con *necesidades educativas especiales*, en general se notó un aumento de su independencia a la hora de interpretar una pregunta y elaborar una respuesta. Algunos siguieron la marcha normal de la clase con ayuda de su compañero de ordenador y a otros hubo que hacerles unas preguntas especiales que tuvie-

ron bastantes dificultad en contestar y requirieron mucha ayuda por parte de los profesores.

Aquí hemos de decir que el elaborar unas actividades especiales para estos alumnos no resultó discriminatorio en ninguna medida para ellos, porque los demás no accedían a ellas y no sabían el nivel de las mismas; simplemente se indicaba que eran unas preguntas con un asterisco que no debían contestar. Estas preguntas eran respondidas siempre por correo electrónico, salvando de esta forma el anonimato con relación a los demás. En este caso el uso de la red puede ser muy interesante porque permite esa independencia y el adaptarse con relativa facilidad a las diferencias individuales de nuestros alumnos.

El trato exquisito que se tenía en la comunicación escrita con el profesor virtual, se *extrapoló* de alguna manera al trato directo entre los alumnos y los profesores reales. Podemos decir que se establecieron unas relaciones distintas gracias a ese trabajo a través de la red. Una labor de intercambio de mensajes hecha en estas condiciones puede ser muy válida para *mejorar actitudes, formas y maneras* en el trato profesor-alumno y entre alumnos entre sí, aspectos éstos que tanto se echan en falta en los I.E.S. actuales

Alumnos con Necesidades Educativas Especiales.

En el taller se atendían a 4 alumnos con necesidades educativas especiales.

Uno de ellos ha manifestado cierto absentismo como en el resto de asignaturas. Por lo demás ha trabajado dentro de sus posibilidades, aunque no llegó a adaptarse bien al método que se utilizaba.

Otro compartía ordenador con un alumno con dificultades visuales importantes (este último, pese a tener esa dificultad, no lo consideramos un A.C.N.E.E. dado que intelectualmente estaba bien dotado y se adaptó perfectamente a la marcha de la asignatura y al uso de la red como elemento instruccional). Entre los dos han seguido la marcha normal de la clase. Consideramos que el alumno con dificultades visuales llevaba la iniciativa, pero el A.C.N.E.E. participaba del trabajo con él y siguieron perfectamente el curso.

Los otros dos alumnos restantes son un caso especial. Sus necesidades eran tales que requerían la presencia constante de un profesor para poder iniciar cualquier actividad, necesitaban incluso el contacto físico con el profesor, sentirse atendidos en cada momento. En muchas ocasiones ha habido que dedicarse intensivamente a ellos, casi un profesor para ellos solos. Su nivel de conocimientos matemáticos en general era comparable al de un alumno de 4^o curso de Enseñanza Primaria, no tenían ningún conocimiento geométrico y les costaba muchísimo intentar razonar sobre algo. En un primer momento debían estar absolutamente dirigidos e intentar que paulatinamente trabajaran con autonomía. Para ellos la relativa complejidad de la red les asustaba un poco. No obstante fueron los que más tiempo dedicaron a enviar mensajes al profesor de la red; es de destacar la amplitud de los mensajes, algunos no muy coherentes, pero que daba una idea de la necesidad de comunicación de estos alumnos. Se prepararon unas actividades especiales y ellos intentaron resolverlas dedicando mucho tiempo a hacerlo. Cuando tenían una resuelta enviaban un amplísimo mensa-

je al profesor de la red en el que le preguntaban cómo le iba en el trabajo y le contaban incluso cosas personales.

Si bien no se consiguieron grandes logros con ellos, sí que se notó una mejora en su autonomía de trabajo, sobre todo en el último mes, y que la dependencia tan exclusiva y agobiante del profesor presencial fuera un poco menor. Pensamos que eran unos alumnos con unas necesidades educativas tan importantes que hubieran requerido desarrollar un proyecto educativo a través de la red, exclusivamente para ellos solos.

Este tipo de alumnado es el que más se puede beneficiar del uso de la red, porque les permite un tratamiento individualizado y adaptado a sus necesidades, les deja disfrutar de más tiempo y tranquilidad a la hora de elaborar sus conclusiones, debido al hecho de no sentirse presionados por el resto de la clase, les obliga a utilizar intensivamente la expresión escrita que es absolutamente necesaria en este tipo de enseñanza, lo que les va a permitir mejorar sus niveles de conocimiento, expresión y autoafirmación de sus posibilidades.

Actividades abiertas o más dirigidas. Connotaciones didácticas.

Se utilizaron en la experiencia dos tipos de actividades: unas, al comienzo, *muy dirigidas* que tenían como misión enseñar a utilizar el programa y el entorno informático en el que se desenvolvía; y otras, al final, *abiertas*, que no eran evidentes, que no se adivinaba inmediatamente la solución, que había que esforzarse para llegar a resultados y que no se sabía bien dónde estaba el final.

Consideramos que estos dos tipos de actividades deben coexistir. Las primeras enseñan el manejo de la herramienta, deben estar diseñadas de modo que se puedan resolver con *muy poca ayuda exterior*, ser lo suficientemente *interesantes* como para mantener la atención del alumno y permitir que su *gran imaginación* se manifieste, es decir, no deben buscar un único resultado para todos igual, sino que deben dar salida a ese enorme caudal de creatividad de los alumnos, dejando que se ponga de manifiesto, bien en la originalidad de la respuesta, o en el método para llegar a ella.

Las segundas, una vez conocido el manejo del programa informático y después de saber utilizar adecuadamente el entorno de la red, deben plantearse a fin de poner en contacto al alumno con la *genuina actividad matemática* de creación y búsqueda de soluciones utilizando todos sus conocimientos, habilidades y capacidades, recurriendo en muchísimos casos a la imaginación, a la creatividad y utilización de la libertad que el entorno les permite.

No vamos a hacer un análisis del programa informático CABRI GEOMETRE II, que es sobradamente conocido, pero desde luego consideramos que es un medio adecuado para que el alumno maneje los conceptos geométricos de una manera muy intuitiva, que le permite comprobar propiedades, descubrir coincidencias que más tarde hay que demostrar, utilizar sus propias construcciones (macros) para resolver distintos problemas y que en definitiva le da una enorme libertad para que formule conjeturas, las compruebe, las formule, e incluso que les ponga nombre.

Utilización de los errores como elemento didáctico.

Una de las virtudes del programa CABRI II es que permite comprobar casi cualquier conjetura geométrica que se haga, dado que permite medir longitudes, áreas, perímetros y ángulos con la precisión que deseemos, cuando se produce un error, el programa permite detectarlo y esto obliga a reconsiderar todo el problema hasta determinar por qué se ha producido. El error comprobado permite aclarar conceptos que no estaban muy claros en nuestros alumnos, incluso reconsiderar toda la teoría sobre la que se basaba la resolución de la actividad. Muchas veces un error ha permitido determinar la inconsistencia de construcciones geométricas que parecían correctas a simple vista.

Un error muy frecuente en los alumnos era que al manejar el Teorema de Pitágoras, lo interpretaban como sigue: «La suma de las áreas *al cuadrado* de los cuadrados construidos sobre los catetos es igual *al cuadrado* del área del cuadrado construido sobre la hipotenusa». Fue necesario comprobar con el programa, para que se admitiera que no es así. Es muy frecuente el desconocimiento de nuestros alumnos del enunciado geométrico del Teorema de Pitágoras y se llevan grandes sorpresas al tratar de comprobar tanto este como otros resultados mediante el programa.

Como detalle de lo señalado anteriormente: al intentar dividir un ángulo recto en tres partes iguales, dos alumnos lo intentaron dibujando un triángulo rectángulo isósceles, dividiendo la hipotenusa de ese triángulo en tres partes iguales (utilizando el teorema de Tales) y uniendo mediante segmentos los puntos de división con el vértice del ángulo recto. El programa dio inmediatamente el error con sólo medir cada parte del ángulo recto, pero esto provocó una discusión muy interesante desde el punto de vista geométrico y didáctico.

4.2. *Sugerencias*

- La primera y más importante sería la de poder disponer de ordenadores más rápidos para poder hacer la experiencia. Los ordenadores actuales estimamos que son demasiado lentos para poder trabajar con comodidad, no obstante pensamos que son útiles y que la experiencia se puede continuar con esta misma infraestructura.
- De igual manera señalamos que debería haber una estructura más amplia de ordenadores que permitiera a los alumnos utilizarlos en su tiempo libre. Esto con los medios actuales es imposible.
- Con la experiencia acumulada pensamos que se podría extender el uso de la red electrónica a la enseñanza con alumnos a distancia que se comunicarían con el tutor a través de la red. Una vez analizada la importancia de la figura del «profesor virtual» pensamos que sería muy interesante para aquellos grupos de alumnos que por su lejanía o su imposibilidad de acudir a clases presenciales no tuvieran acceso a la enseñanza presencial. Esto puede extenderse a todas las materias.
- En nuestro propio ámbito de docencia, desarrollando mediante actividades de CABRI II todo el temario de 4^º de E.S.O. de geometría se podría, mediante un ordenador y el módem, realizar el seguimiento de los alumnos del instituto que

por causa de enfermedad no pudieran asistir temporalmente a las clases presenciales.

- Esta experiencia realizada en Geometría se podría realizar en otras partes de las matemáticas como la Estadística que podría perfectamente ser desarrollada con una hoja de cálculo, incluso con la del programa WORKS proporcionado por el M.E.C.
- Sería igualmente extensiva esta experiencia a enseñanzas no obligatorias como bachillerato tanto en geometría como en estadística. Se podrían trabajar las cónicas y la geometría analítica del plano con el programa CABRI II y la estadística con una hoja de cálculo, naturalmente todo a través de la red.

4.3. *Otras consideraciones.*

Pasamos a señalar algunos de los aspectos destacables que se han puesto de manifiesto en relación con la enseñanza y tutoría telemática tal y como se ha llevado a cabo en el Proyecto, atendiendo a diferentes componentes básicos de todo proceso educativo.

En relación con los alumnos.

- Posibilidad de dirigirse a una población heterogénea en cuanto a la edad y las cualificaciones frente a la enseñanza presencial que en general va dirigida a una población homogénea, al menos en cuanto a la edad. Más aún en el aula han convivido alumnos de diferentes edades, niveles cognitivos y capacidades. Por supuesto para los alumnos con necesidades educativas especiales fue necesario diseñar actividades específicas.
- Aprendizaje en situación libre, en un contexto de independencia frente a una situación controlada, generalmente en un contexto de dependencia.
- Registros completos, precisos y conteniendo numerosa información.

En relación con los medios.

- Un tiempo mínimo de respuesta a los problemas y a las demandas de los alumnos, a pesar de la distancia, utilizando la tutoría telemática, bien mediante el tablón o el correo electrónico. Se podrían desarrollar estrategias que mejorasen el tiempo de respuesta.

En relación con la evaluación.

- La evaluación a distancia ha planteado problemas de validez; siendo difícil detectar el fraude.
- Las prevenciones contra el fraude son difíciles, haciendo que se reduzca la credibilidad.

En relación con la metodología.

- Enseñanza a través de combinación de diversos medios técnicos, en algunos casos muy sofisticados, que requiere una formación específica de los enseñantes en cuanto a metodología y uso de los recursos tecnológicos.

- Requiere producción de material específico y muy bien elaborado.
- Formación específica de los aprendices en cuanto al uso de los recursos tecnológicos, no se puede dar por sentado la destreza en la utilización de los mismos.
- La oferta de actividades se puede adaptar a entornos, niveles y estilos diversos de aprendizaje.
- Permite ritmos propios de aprendizaje, dando autonomía suficiente para programar su ritmo y forma de aprender.
- Convertir al alumno en el centro del proceso de aprendizaje y en sujeto activo de su formación.
- El material didáctico se puede estructurar de manera que sea posible la autoevaluación, con lo que el motivador tiene conocimiento con inmediatez los progresos del propio aprendizaje.
- Se potencia la iniciativa personal, el alumno adquiere actitudes, intereses, valores y hábitos formativos que le facilitan los mecanismos precisos para registrarse a sí mismo y para aprender a aprender.
- Un inconveniente de este tipo de enseñanza puede ser alcanzar aquellos objetivos que no atienden a capacidades que se expresen por escrito, que en gran parte podrían ser obviados con una utilización adecuada y complementaria de la teledifusión y videoconferencia de grupo.
- Es fundamental a la hora de preparar las actividades tener en consideración el tipo de alumnos destinatarios de la formación.
- La eficacia de los sistemas formativos depende en gran parte de la formación, capacidades y actitudes de sus docentes. En este sistema de enseñanza, la docencia no es directa, se utilizan recursos técnicos más o menos sofisticados para posibilitar la comunicación bidireccional en la que colabora un profesor/ tutor, por lo que además de ser expertos en los contenidos de la disciplina correspondiente se requiere un período de capacitación tecnológica, que en principio no puede darse por sentada.

En relación con los objetivos del Proyecto.

- Se ha conseguido básicamente el objetivo de establecer una red electrónica como medio de instrucción; no obstante y como ya se ha dicho anteriormente en cuanto a su validación como soporte podíamos decir que la instalación de red realizada es globalmente aceptable, aunque cabe señalar que dado que el aula en la que se había instalado era de uso general, fue necesario realizar un mantenimiento diario de la red, sobretodo para comprobar que no habían sido modificados alguno de los parámetros del sistema operativo que hicieran imposible la conexión en red.
- Se han diseñado actividades para los alumnos, que les han permitido encontrar modelos conceptuales propios colaborando a despertar un mayor interés por las matemáticas y han elaborado en algunos casos teoremas propios –por ejemplo en relación con el teorema de Pitágoras, el llamado Teorema de Patufete ya señalado anteriormente.

- Los errores cometidos por los alumnos, en algunos casos nos han permitido utilizarlos como recurso de aprendizaje.
- Finalmente y en relación con la utilización con alumnos con necesidades educativas especiales, aunque hubo que diseñar actividades específicas –en relación con el tema considerado– también pudieron participar de forma activa en el Proyecto.

6. Referencias Bibliográficas

- AAAS, 1989. "Science for all americans" American Assotiation for the Advancement of Science. Washington.
- ATKINS, M.J. et al., 1991. "L'enseignement des sciences, des mathematiques et de la techcologie dans les pays de l'OCDE". CERI/SMT. Paris.
- C.E.C., 1995. "Telematics for Flexible and Distance Learning". Commission of the European Communities.
- D. NIX & R. SPIRO, 1990. "Cognition, Education and Multimedia". Lawrence Erlbaum Ass. N.J.
- D.A. SCHÖN, 1991. "Educating the reflective practitioner" J. Bass. SF.
- FETTERMAN, D.M., 1996. "Videoconferencing On-Line: Enhancing Communication Over the Internet". Educational Researcher. May. p 23-27
- L.B. RESNICK, 1989. "Knowing, Learning and Instruction". Lawrence Erlbaum Ass. N.J.
- LABORATOIRE LEIBNIZ - CABRI-GÉOMÈTRE . Cabri Classe Collège : Apprendre la géométrie avec le logiciel Cabri-géomètre. Grenoble (France) . Editions Archimède.
- LABORATOIRE LEIBNIZ - CABRI-GÉOMÈTRE . Apprivoiser la géométrie avec CABRI - GÉOMÈTRE . Grenoble (France) . Editions Archimède.
- MEC, 1989. "Diseño curricular base". Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES AND THE NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING, 1995. Reinventing schools: The technology is now!.Reinventing schools: The technology is now!.<http://www.nas.edu/nap/online/techgap/welcome.html>.
- NCTM, 1991. "Professional standards for teaching mathematics". Reston, VA (USA)
- TEXAS INSTRUMENTS, 1997. Introducción a Cabri Géometre II. Texas Instruments.