

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE EDUCACIÓN
Departamento de Didáctica Organización Escolar



**ESTUDIO TEÓRICO, DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN
Y EVALUACIÓN DE UN ENTORNO DE ENSEÑANZA
COLABORATIVA CON SOPORTE INFORMÁTICO (CSCL)
PARA MATEMÁTICAS**

**MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
POR Melchor Gómez García**

Bajo la dirección de los Doctores:
Evaristo Nafría López
Martín Garbayo Moreno
Madrid, 2002

ISBN: 84-669-2339-X

**Estudio teórico, desarrollo,
implementación y
evaluación de un Entorno
de Enseñanza Colaborativa
con Soporte Informático
(CSCL) para Matemáticas**

Doctorando:

Melchor Gómez García

Directores:

Dr. Evaristo Nafría López

Dr. Martín Garbayo Moreno

Índice

1	Introducción	1
1.1	Objetivos de la tesis	2
1.2	Justificación	4
1.3	Elementos	8
1.3.1	Herramientas	8
1.3.2	Investigador	9
1.3.3	Procedimiento básico	9
1.4	Motivaciones	10
1.5	El navegador educativo	11
1.6	Originalidad	12
1.7	Difusión del trabajo en publicaciones y congresos	14
1.8	Conclusiones	15
2	Marco teórico	17
2.1	Competencias matemáticas	18
2.2	Aprendizaje en matemáticas	20
2.3	Resolución de problemas y desarrollo de competencias	21
2.4	Creación colectiva de conocimiento	23
2.5	Interacción social y conflicto socio-cognitivo	24
2.6	El salto a colaborar. Punto de partida	29
2.7	Colaboración o cooperación	33
2.8	Didáctica de las matemáticas	35
2.9	Teoría de situaciones	36
2.9.1	La Didáctica Fundamental	36
2.9.2	La Teoría de Situaciones	37
2.9.3	Las situaciones a-didácticas	38
2.9.3.1	Situaciones de acción	39
2.9.3.2	Situaciones de formulación	40
2.9.3.3	Situaciones de validación	40
2.9.3.4	Situaciones de institucionalización	41
2.9.4	La situación fundamental	42
2.9.5	Los obstáculos	43
2.9.6	La transposición didáctica	44

2.9.7	El contrato didáctico	46
2.9.8	La ingeniería didáctica	47
2.9.9	La dialéctica útil-objeto.....	47
2.9.10	Los campos conceptuales.....	49
2.10	Entornos informáticos de aprendizaje humano en D.M.....	50
2.10.1	Relación alumno-saber.....	52
2.10.2	Relación alumno-software	54
2.10.3	Relación saber-software	55
2.10.4	Relación alumno-alumno	57
3	Entornos informáticos de aprendizaje colaborativo.	
	Computer supported collaborative learning (CSCL)	59
3.1	Entornos de aprendizaje colaborativo en soporte TIC	60
3.2	Aprendizaje colaborativo	62
3.2.1	Antecedentes teóricos del aprendizaje colaborativo.....	62
3.2.2	Antecedentes pedagógicos.....	63
3.2.3	Colaboración en entornos de aprendizaje	64
3.2.4	Colaboración en Didáctica de las Matemáticas	66
3.2.5	Colaboración con Tecnología de la Información y la Comunicación.....	69
3.2.6	Técnicas concretas de aprendizaje colaborativo.....	71
3.3	El trabajo colaborativo con soporte informático. Computer supported collaborative working (CSCW)	73
4	Herramientas y sistemas CSCL	79
4.1	Aprendizaje colaborativo con soporte TIC	80
4.2	Herramientas y sistemas locales de aprendizaje colaborativo en Matemáticas (around computers).....	81
4.2.1	Programas individuales convencionales reorientados en un contexto colaborativo	82
4.2.1.1	Logo.....	82
4.2.1.2	Cabrí-Geometre	83
4.2.2	Programas con propiedades especiales para facilitar la colaboración.....	83
4.2.2.1	Tele-Cabrí.....	83

4.2.2.2	Algebraland y Geometry Tutor	83
4.2.2.3	Tap y Heron	84
4.2.2.4	Alel	84
4.2.2.5	Design Studio	84
4.2.2.6	Memolab	84
4.3	Herramientas y sistemas en Red de aprendizaje colaborativo en Matemáticas (“trough computers”)	84
4.3.1	Espacios compartidos	86
4.3.2	Sistemas de recomendaciones.....	87
4.3.2.1	Herramientas adaptadas para el aprendizaje.....	88
4.3.2.2	Herramientas de aprendizaje	88
4.3.3	Sistemas colaborativos.....	89
4.3.3.1	Herramientas adaptadas para aprendizaje	89
4.3.3.2	Herramientas de aprendizaje	90
4.3.4	Sistemas combinados multi-herramientas	92
4.3.4.1	MC.....	93
4.3.4.2	CoVis.....	93
4.3.4.3	Clavijo	94
4.3.4.4	Delta	94
4.3.4.5	Baghera.....	95
4.3.5	Sistemas Integrales	95
4.3.5.1	Herramientas adaptadas para el aprendizaje.....	96
4.3.5.2	Herramientas de aprendizaje	97
4.3.5.3	Herramientas de gestión del conocimiento.....	98
4.3.5.4	Otros tipos	98
5	Metodología	101
5.1	Diseño	102
5.1.1	Fase previa: formulación y diseño	103
5.1.2	Fase de despliegue	105
5.1.3	Fase de desarrollo	106
5.1.4	Fase de evaluación y optimización	106
5.1.5	Fase de distribución	107
5.2	Manual del navegador	108
5.2.1	Generalidades	108

5.2.2	Instalación.....	109
5.2.2.1	Instalación modo alumno.....	110
5.2.2.2	Instalación modo profesor	111
5.2.3	Navegador del alumno	114
5.2.3.1	En la zona superior	114
5.2.3.2	En la zona inferior	116
5.2.3.3	Zona gráfica central	117
5.2.3.4	Realización de las actividades	117
5.2.4	Navegador del profesor.....	122
5.2.4.1	En la zona superior	122
5.2.4.2	En la zona inferior	124
5.2.5	Valores añadidos del “modo profesor”	126
5.2.5.1	Administración de favoritos.....	126
5.2.5.2	Creación de unidades didácticas	128
5.2.5.3	Creación de contenidos	131
5.2.5.4	Administración de unidades didácticas.....	140
5.2.5.4.1	Importar Unidad Didáctica desde el Disco Duro	140
5.2.5.4.2	Vista previa	142
5.2.5.4.3	Actividades con los alumnos.....	142
5.2.5.4.4	Imágenes asociadas	143
5.2.5.5	Recursos en EducaRed.....	145
5.2.5.6	Gestión de la clase.....	147
5.2.5.6.1	Página del profesor.....	148
5.2.5.6.2	Consola del profesor. Gestión de accesos.	151
5.2.5.6.3	Consola de control de alumnos	151
5.2.5.6.4	Consola de control de accesos.....	153
5.2.5.6.5	Iniciar Unidad Didáctica	154
5.2.5.7	Guía y ayuda	155
5.2.5.8	Editor de contenidos.....	156
5.3	Innovación e indagación.	157
5.3.1	Metodología de innovación	157
5.3.2	Metodología de indagación.....	157
5.4	Características de las actividades	158
5.4.1	Elementos para el diseño de actividades	158
5.4.2	Actividades abiertas.....	161
5.4.3	Estructura de las actividades.....	164

5.5	Actividades propuestas.....	166
5.5.1	La excursión a Salamanca.....	166
5.5.1.1	Descripción general	166
5.5.1.2	Sensibilización	166
5.5.1.3	Planificación.....	166
5.5.1.4	Supuestos que queremos desmentir.....	167
5.5.1.5	Enunciado del problema para los alumnos.....	167
5.5.1.6	Primeras estrategias individuales o en parejas	168
5.5.1.7	Ayudas disponibles	168
5.5.1.8	Papel del alumno	169
5.5.1.9	Papel del profesor.....	169
5.5.2	Simetrías virtuales	171
5.5.2.1	Descripción general	171
5.5.2.2	Sensibilización	171
5.5.2.3	Planificación.....	172
5.5.2.4	Supuestos que queremos desmentir.....	173
5.5.2.5	Enunciado del problema para los alumnos.....	173
5.5.2.6	Primeras estrategias individuales o en parejas	174
5.5.2.7	Ayudas disponibles	174
5.5.2.8	Puesta en común de estrategias y respuestas.....	176
5.5.2.9	Papel del profesor.....	176
5.5.3.10	Papel del alumno	177
5.5.3	La ruta del cole	178
5.5.3.1	Descripción general	178
5.5.3.2	Sensibilización	178
5.5.3.3	Planificación.....	180
5.5.3.4	Supuestos que queremos desmentir.....	180
5.5.3.5	Enunciado del problema para los alumnos.....	181
5.5.3.6	Primeras estrategias individuales o en parejas	181
5.5.3.7	Ayudas disponibles	182
5.5.3.8	Papel del profesor.....	182
5.5.3.9	Papel del alumno	183
5.5.4	La caja negra.....	184
5.5.4.1	Descripción general	184
5.5.4.2	Sensibilización	184
5.5.4.3	Planificación.....	185

5.5.4.4	Supuestos que queremos desmentir.....	186
5.5.4.5	Enunciado del problema para los alumnos.....	186
5.5.4.6	Primeras estrategias individuales o en parejas	187
5.5.4.7	Ayudas disponibles	187
5.5.4.8	Puesta en común de las estrategias.....	189
5.5.4.9	Papel del profesor.....	189
5.5.4.10	Papel del alumno	190
6	Resultados.....	191
6.1	Elementos de valoración	192
6.1.1	Elementos de valoración generales.....	192
6.1.2	Elementos de valoración del grupo especial.....	193
6.2	Parámetros a tener en cuenta.....	193
6.2.1	Grupo general	193
6.2.2	Grupo especial	193
6.3	Resultados del cuestionario a los centros.....	197
6.3.1	Tiempo empleado	197
6.3.2	Complejidad.....	198
6.3.3	Frecuencia de uso	199
6.3.4	Ayudas	200
6.3.5	Uso posterior.....	201
6.3.6	Ventajas	202
6.4	Valoración de la encuesta a los centros.....	204
6.4.1	Valoración inicial de resultados.....	204
6.4.2	Valoración general de los items.....	206
6.5	Resultados de las hojas de los profesores	207
6.5.1	En relación a la estructura.....	207
6.5.2	Necesidad de profundizar	208
6.5.3	Algunas dificultades	208
6.5.4	Se echa en falta	209
6.5.5	Aspectos a mejorar	209
6.5.6	Intercambio de material entre docentes	210
6.5.7	La conexión con el currículum	210
6.5.8	Las diferencias de nivel académico	210
6.5.9	Los papeles dentro de un grupo	211
6.5.10	Los profesores.....	211

6.5.11 Refuerzo en las disciplinas	211
6.5.12 Inquietud y curiosidad	212
6.5.13 Escritura y lectura	212
6.5.14 Buen clima en el aula.....	212
6.5.15 Una prueba bien planificada. Conclusiones interesantes	213
6.6 Resultados la evaluación de las actividades de los alumnos..	216
6.6.1 Evaluación comparativa.....	216
6.6.1.1 Trabajo individual	216
6.6.1.2 Trabajo cooperativo.....	217
6.6.1.3 Trabajo cooperativo con soporte TIC.....	218
6.6.1.4 Resultados comparados	219
6.6.2 Evolución de la resolución de ejercicios.....	227
6.6.2.1 Abanico de soluciones.....	227
6.6.3 Evaluación del cambio.....	233
6.6.3.1 Del individual al cooperativo	233
6.6.3.2 Del cooperativo al soporte TIC	233
6.6.3.3 Mejoras del cooperativo (frente a individual).....	235
6.6.3.4 Mejoras del TIC (frente al presencial)	235
6.6.3.5 Mejoras del TIC	236
6.6.4 Evaluación de resultados por cada actividad	240
6.7 Resultados de la encuesta a los alumnos.....	244
6.7.1 Ayuda en la resolución	244
6.7.2 Gusto.....	245
6.7.3 Tiempo empleado	247
6.7.4 Dificultad	250
6.7.5 Preferencia	252
7 Optimizaciones.....	255
7.1 Optimizaciones en el aprendizaje.....	256
7.2 Optimizaciones en Didáctica de las matemáticas	257
8 Conclusiones	259
8.1 En Didáctica de las matemáticas.....	260
8.1.1 Ventajas	260
8.1.2 Aspectos mejorados	271
8.1.3 Aspectos a mejorar	271

8.2 En didáctica.....	273
8.2.1 Ventajas	273
8.3 Navegador EducaRed.....	275
8.3.1 Ventajas	275
8.3.2 Aspectos mejorados	278
8.3.3 Aspectos a mejorar	279
8.4 Futuro y posibilidades.....	280
8.4.1 Futuro inmediato.....	280
8.4.2 A corto plazo.....	280
9 Bibliografía.....	283

1 Introducción

1.1 Objetivos de esta tesis

De nada sirve refugiarse en lo tradicional –y por tanto seguro– si el mundo va por otros caminos: las necesidades formativas hace tiempo que cambiaron, los empleos para toda la vida desaparecieron, el ocio ha cambiado radicalmente y las relaciones familiares han evolucionado. Si algo nos obliga a remeditar el papel que tiene la tecnología en nuestra labor matemática no es la curiosidad intelectual del “a ver qué pasa” sino el intento de renovar una formación que ya, para muchos, es obsoleta. [Alsina, 1998]

La aparición de las nuevas tecnología de la información y la comunicación (TIC) en el campo educativo, en concreto en la didáctica de las matemáticas, está ocasionando importantes modificaciones en la práctica docente. El tradicional clase de Matemáticas con pizarra, tiza y papel está pasando a ser un espacio ocupado también por equipos informáticos y conexión de banda ancha. Los libros de Matemáticas ya no hacen su trabajo en solitario, vienen acompañados de tutores informáticos y programas multimedia para el ordenador.

En la actualidad no puede pensarse en ordenadores aislados y las capacidades de éstos pasan a un segundo plano ya que lo que interesa es que el ordenador sea un vehículo de transporte y presentación de información en el momento y sitio donde sea necesaria. No hay informática, ni computación, ni telecomunicaciones sin redes. La información no debe estar contenida en el ordenador donde se trabaja o aprende, sino se debe poder viajar hacia ella con el ordenador.

Así, el primer objetivo de este trabajo consiste en hacer un recorrido por estos nuevos elementos antes citados, de modo que queden perfectamente establecidos, relacionados y definidas sus características principales.

Diversos autores han sido y continúan siendo una referencia clave e indispensable para entender el fenómeno actual de la educación con soporte tecnológico informático, pero algunos de ellos han hecho notar como, en este

terreno, desde hace tiempo no se dispone de una suficiente base teórica. [Barberá, 2000], [Peters, 1998]. Esta constatación resulta muy importante para justificar la entrada de nuevas disciplinas en la interpretación de los procesos en la didáctica de la matemática, en especial, en aquellos donde la tecnología juega un papel importante.

Del mismo modo, se echa de menos, en toda la bibliografía tratada, la definición de las condiciones que desde el punto de vista estrictamente matemático, deben cumplir las aplicaciones utilizadas en el aprendizaje colaborativo con soporte TIC para esta área. Esta idea la haremos extensiva en el presente trabajo para todos los casos posibles y se establecerán, cuando sea preciso, las limitaciones planteadas por la aplicación informática que forma parte del presente trabajo.

Es objetivo también del presente trabajo es la optimización de un paquete informático que permita el aprendizaje colaborativo con soporte informático para Matemáticas. Dicho paquete deberá tener una estructura, en cuanto a su presentación, que atienda a criterios puramente matemáticos, evitando dar importancia a las presentaciones al uso que se hacen atendiendo a aspectos ornamentales, estéticos o comerciales.

El último y principal objetivo será determinar hasta qué punto la introducción de las tecnologías de la información y la comunicación colaborativas en el ámbito de la didáctica de las matemáticas comporta un cambio de paradigma en su conceptualización y qué modificaciones en su desarrollo didáctico. Se abordarán diferentes aspectos relacionados, como: si la tecnología ha ocasionado un cambio real de paradigma en la enseñanza y aprendizaje matemáticos, qué teorías psicopedagógicas educativas deben fundamentar este tipo de enseñanza, cómo se deberían conceptualizar los entornos virtuales de aprendizaje desde un punto de vista matemático, cómo mejorar la construcción del conocimiento matemático a través de medios tecnológicos, qué dificultades y/o facilidades aporta este tipo de desarrollos o qué dudas se pueden formular alrededor de la calidad de la enseñanza colaborativa con soporte TIC.

Con tales ideas, se aportarán elementos diferenciadores originales, esencialmente en diseño y uso del sistema, que representarán claras ventajas frente a otras aplicaciones existentes y que podemos sintetizar en los siguientes puntos:

1. Integración en una única herramienta del sistema de comunicación y el sistema de creación y elaboración de materiales didácticos.

Éste sistema integral simplifica enormemente los requisitos tecnológicos necesarios para su uso por parte de profesores y alumnos y potencia la relación didáctica.

2. Gestión por parte del profesor de los elementos claves del sistema.

Esta gestión de los controles permite organizar el conocimiento en función de quién o quienes lo utilizan. El profesor tendrá el control y conocimiento de las páginas que los alumnos estén visitando y el contenido que hay en ellas. Aseguramos de este modo una navegación educativa.

3. Acomodación sencilla del sistema al método colaborativo tanto para profesores como para alumnos. Se pueden diseñar entornos colaborativos de aprendizaje sin necesidad de modificaciones del sistema, tanto para actividades con alumnos, como para material o necesidades del profesorado.

4. Sistema de libre acceso y distribución.

Se puede acceder libremente tanto al sistema como a los recursos que éste pueda necesitar, a través de la página web. Esto se realiza de un modo sencillo, rellenando un cuestionario informativo.

1.2 Justificación

Los informes escolares muestran desde hace tiempo que el índice de fracaso escolar tiene uno de sus principales frentes en el área de matemáticas, lo cual ha preocupado al profesorado, a los psicólogos y a los

educadores en general durante las últimas décadas. Partiendo de este fracaso, urge buscar medios eficaces para combatirlo y de promover el interés del alumnado por las matemáticas y el gusto por aprenderlas. Además, como este fracaso es un fenómeno multideterminado, conviene tener varios planos de actuación para abordarlo.

Diferentes estudios han mostrado el importante papel que juegan las interacciones sociales como facilitadoras del desarrollo cognitivo desde los años setenta [Doise et al, 1975], [Doise et al, 1976] [Doise, Mugny, 1981]. Lo que hicieron fue basándose en pruebas piagetianas, pedir a los niños que las resolvieran por parejas o en grupos pequeños, para verificar si eso promovía su nivel de aprendizaje. Estos estudios no se realizaban en ambiente escolar pero abrieron la puerta para otros estudios posteriores.

Estos estudios posteriores se han contextualizado en un ambiente escolar y en áreas concretas. Las interacciones constituyen pues, un elemento que favorece el desarrollo cognitivo, la adquisición de conocimientos y habilidades, y en general la obtención de buenos resultados escolares. Esto se hace especialmente importante en el campo de las matemáticas [Cesar, 1998], [Cobo et al, 1998], [Sternberg y Wagner, 1994].

Existe además una larga lista de investigaciones que muestran que las condiciones colaborativas y cooperativas son una gran ayuda para el aprendizaje [Slavin, 1997]. Esto es especialmente cierto en condiciones donde la división del trabajo y los incentivos colectivos tienen su énfasis puesto en el buen funcionamiento de todos los miembros del grupo. Las teorías del aprendizaje colaborativo se basan en que la noción de construcción del conocimiento es básicamente un hecho social, una colaboración adecuada es básicamente importante para un aprendizaje en el conocimiento complejo y de las habilidades cognitivas.

Consideremos las dos metáforas del conocimiento: la metáfora de la adquisición y la metáfora de la participación. Las cuestiones concernientes al aprendizaje pertenecen al paradigma más tradicional de la adquisición que

interpreta el aprendizaje como la adquisición de algo en una mente individual y el conocimiento en términos de propiedad y posesión. Las ideas del aprendizaje colaborativo pertenecen en parte a la emergente metáfora de la participación. De acuerdo con esta aproximación no está de más preguntar cuánto o cómo de bien organizado está el conocimiento que ha adquirido un estudiante. Esta aproximación trata de mostrar el aprendizaje como una participación y el conocimiento como un aspecto de práctica, discurso y actividad. [Sfard, 1998]

En este contexto aparecen con fuerza las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), y la pregunta pasa a ser ¿cuál es el valor añadido que aportan los ordenadores en los entornos de aprendizaje colaborativo? Las nuevas tecnologías de información y comunicación –el correo electrónico, grupos de noticias, fóruns, web – potencian la interactividad, y en consecuencia el desarrollo socio-cognitivo de los alumnos y una actitud más positiva hacia las matemáticas.

Una gran cantidad de análisis sobre la efectividad de los ordenadores han mostrado que en la mayoría de los experimentos el uso de tecnología ha marcado un gran progreso en el aprendizaje. [Fletcher et al, 1995], [Khaili et al, 1994], [Kulik et al, 1994]. Aunque estos estudios no distinguen entre diferentes ideas pedagógicas sobre cómo usar el ordenador en un aula, por lo que no es fácil dibujar unos resultados sobre dicha efectividad.

Pero también hay estudios que corroboran que aunque las expectativas de hace años han sido que el uso de ordenadores que facilitaran el aprendizaje sería una realidad en la educación en pocos años [Balacheff et al, 1996], la utilización del ordenador permanece como una parte relativamente pequeña en la práctica diaria del aula.

Con todos los elementos anteriores se desarrolla lo que conocemos como CSCL, (Computer Supported Collaborative Learning) o entornos de aprendizaje colaborativo con soporte informático. Numerosos estudios de entornos de aprendizaje colaborativo con soporte informático demuestran los

alentadores efectos de la cantidad y calidad de las interacciones sociales y otros rasgos del proceso de enseñanza y aprendizaje. [Amigues et al, 1992], [Crook et al, 1994], [Davis et al, 1995], [Fishman, 1997], [Lamon et al, 1996], [McConnel, 1994], [Murillo, 1997], [Scardamalia et al, 1994], [Suzuki et al, 1997].

Después de éste optimista punto de vista, aparecen también un par de investigaciones en las que se trata de analizar los puntos débiles y los problemas que los alumnos tienen cuando participan en entornos de aprendizaje colaborativo con soporte informático. En particular la general pasividad y la desigual participación trabajo son comunes, pero casi nunca son estudiados a fondo. [Eraut, 1995], [Lehtinen et al, 1996]. Cuando esto tiene lugar en la comunicación con ordenadores, las restricciones de la interacción social son distintas que las de la comunicación cara a cara. Estos cambios no están suficientemente analizados en recientes investigaciones en CSCL.

Un estudio publicado en la década de los noventa [Rysavy, 1991] revisaba los resultados de una docena de investigaciones sobre aprendizaje colaborativo con soporte informático. En ellos se discutían hallazgos relativos los logros de los alumnos y a la motivación.

De los 10 referidos a los logros de los alumnos, seis mostraron que los grupos en condiciones de CSCL tenían mejores resultados de aprendizaje que los grupos de control, mientras que en cuatro no había diferencias significativas.

La motivación fue analizada en dos estudios, y en ambos se obtuvieron resultados positivos.

El número de estudios referentes al tema del CSCL es cada vez mayor, la mayoría de ellos con grupos pequeños de estudiantes, pero que al menos muestran el positivo impacto del CSCL en el aprendizaje de los alumnos. [Anderson et al, 1995], [Hooper, 1993], [Mevarech et al, 1991]

Internet es la red más grande de ordenadores a nivel mundial: a pasado de ser un lugar de trabajo y comunicación de unos pocos a convertirse en una herramienta crítica par millones de usuarios de ordenadores. Gates describe las herramientas informáticas de este tipo como “mediadores simbólicos que amplían el intelecto”. [Gates, 1995]

Resulta claro pues, que en la enseñanza de las matemáticas, promover, diseñar y validar entornos de aprendizaje que favorezcan la interacción social en el marco de las TIC resulta de gran interés de cara a mejorar y aumentar el aprendizaje de las matemáticas y en consecuencia a disminuir el fracaso escolar. [Murillo, 2000]

Estamos ante alternativas a la enseñanza tradicional que obligan a un replanteo radical en la forma y en el fondo, que ponen en duda la tan querida magistralidad para incidir más en un papel esencial de guía, de motivación, de soporte, de incitación, de interacción, de humanidad y de afecto. [Alsina, 1998]

1.3 Elementos

1.3.1 Herramientas

En el proyecto de investigación cuya memoria presentamos se ha diseñado un entorno interactivo de aprendizaje y se ha contado con varios grupos de alumnos (clases completas) de varios centros de la Comunidad de Madrid. Estos centros cuentan con redes locales que comunican a todos los ordenadores (intranet) y con salida al exterior (línea RDSI) y con el servidor de Educared así como su página web. Hay un ordenador por cada dos o tres alumnos, dependiendo del centro, y cada uno de ellos tiene cuenta de correo electrónico y una serie de contraseñas que le permiten acceder a la página principal donde se presentan las actividades a realizar por el alumno. Como software de navegación se cuenta con un sistema en versión betta (de prueba) que permite además de navegar por la red, tener una serie de

registros y operaciones de creación y colaboración que describiremos en el capítulo correspondiente al sistema. Como software de correo se usan los de dominio público. Los diálogos y comunicaciones del investigador con los alumnos los realiza el investigador desde su despacho en la Universidad y los alumnos desde el aula de informática del centro.

En la actualidad no puede pensarse en ordenadores aislados. Las capacidades de éstos pasan a un segundo plano ya que lo que interesa es que el ordenador sea un vehículo de transporte y presentación de información en el momento y sitio donde sea necesaria. No hay informática, ni computación, ni telecomunicaciones sin redes. La información no debe estar contenida en el ordenador donde se trabaja o aprende, sino se debe poder viajar hacia ella con el ordenador

1.3.2 El investigador

El investigador es el encargado (en este caso) de añadir y modificar las actividades mediante el Navegador, para lo cual dispone de un nombre de usuario y contraseña. Está previsto que cada profesor pueda contar en adelante con un nombre de usuario y una contraseña para poder desempeñar igualmente estas mismas funciones.

1.3.3 El procedimiento básico

Un profesor y diferentes grupos de estudiantes participan en una discusión sobre determinados contenidos, problemas o conocimientos que desean comprender y cuyo enunciado aparece en la página de actividades a la que los alumnos acceden directamente al conectarse a Internet. Las discusiones son libres y se deben enviar los resultados parciales a los que se vaya llegando, los cuales van a ir siendo accesibles al resto de alumnos colaboradores casi en directo.

El procedimiento que se ha seguido en los problemas del estudio ha sido:

i) Un enunciado inicial del problema o problemas que queremos resolver y una primera resolución individual o con el compañero-pareja usando las matemáticas personales, sin influenciar por la explicación. Recientes trabajos de investigación en didáctica de las matemáticas han mostrado que en ciertas situaciones escolares, el alumno necesita utilizar conocimientos que no le han sido enseñados. [Ruiz 2001]

ii) Una resolución posterior en grupos pequeños de alumnos de una misma clase (colaboración presencial) con sus discusiones y argumentaciones.

iii) Una resolución colaborativa con soporte tecnológico de información y comunicación, comparando resultados y estrategias a través de la red.

Las actividades que se han diseñado se han clasificado atendiendo a los contenidos curriculares. En concreto en Matemáticas, los problemas que finalmente han sido usados para comparar los distintos entornos, se clasifican por el número y el tipo de soluciones que tienen.

1.4 Motivaciones

El proyecto se inició en el curso 2000/2001 por una serie de acontecimientos que coincidieron en el tiempo:

- Por una parte el interés del investigador por la didáctica de las matemáticas, que constituye la actividad profesional, así como la afición personal por la tecnología informática y de comunicación.
- Por otra la participación en un grupo de investigación en educación a través de internet, que me permitió conocer las investigaciones que se estaban realizando en ese momento sobre las posibilidades de la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) en el campo educativo.

- Por último la propuesta que se le hizo al grupo de perfilar y optimizar una versión beta (de prueba) del navegador educativo Educared desde el punto de vista didáctico, y que iba a ser lanzado en el curso 2001/2002

Otros parámetros que también han contribuido al desarrollo del proyecto de un modo central han sido los planteamientos personales y la creencia en una educación más enfocada a actitudes colectivas, de colaboración y de diálogo, y menos de competitividad, individualismo y pasividad.

1.5 El navegador educativo EducaRed

El navegador EducaRed es un programa que se crea con la finalidad principal de aprovechar todos los recursos que hoy en día ofrece Internet, para el beneficio de todos los agentes que intervienen en la enseñanza. Permite al profesorado aprovechar los recursos disponibles en Internet para facilitar su tarea pedagógica como una potente herramienta para gestionar la navegación de sus alumnos, orientándola hacia sus propios objetivos curriculares.

La utilización de esta herramienta en el día a día de las clases impartidas por los profesores a sus alumnos favore no sólo la gestión de las mismas, sino que además contribuye al trabajo de las disciplinas impartidas, enriqueciéndose con toda la información que se encuentra en la Red. El Navegador integra la utilización de Internet, las nuevas tecnologías y todo lo que esto conlleva en la tarea educativa diaria. Además ofrece una navegación segura y controlada en todo momento por el profesor. Con este Navegador se puede navegar y trabajar directamente en las páginas, creando el profesor sus propias Unidades didácticas, con la información sobre la materia que vaya a impartir a los alumnos. Los alumnos, asimismo, pueden realizar las actividades propuestas por el profesor sin necesidad de salir de este entorno de trabajo.

El Navegador de EducaRed pretende ser una herramienta útil y sencilla para el profesor, ayudándole a tratar las materias por medio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

1.6 Originalidad

De lo comentado en la primera sección de esta presentación, es de destacar los siguientes aspectos que diferencian el Navegador EducaRed de los distintos navegadores y sistemas informáticos existentes de tipo educativo.

1. Integración en una única herramienta del sistema de comunicación y el sistema de creación y elaboración de materiales didácticos.

Éste sistema integral simplifica enormemente los requisitos tecnológicos necesarios para su uso por parte de profesores y alumnos pues con un único sistema quedan integrados todos los recursos que se van a utilizar. Esta mejora potencia la relación didáctica entre los distintos sujetos de la relación didáctica.

2. Gestión por parte del profesor de los elementos claves del sistema.

El profesor tiene el control y conoce las páginas que los alumnos están visitando y el contenido que hay en ellas. Aseguramos de este modo una navegación educativa eficaz, previniendo dispersiones no deseadas o incluso visitas a lugares poco adecuadas o bien alejados de los temas curriculares objeto de la sesión. Esta gestión de los controles permite organizar el conocimiento en función de quién o quienes lo utilizan.

3. Acomodación sencilla del sistema al método colaborativo tanto para profesores como para alumnos.

Se pueden diseñar entornos colaborativos de aprendizaje sin necesidad de modificaciones del sistema, tanto para actividades con alumnos, como para material o necesidades del profesorado. En concreto el presente estudio plantea las actividades en las dos versiones sin modificar los requisitos.

4. Sistema de libre acceso y distribución.

Tanto al sistema como a los recursos que éste requiere son de libre acceso a través de la página web. Con un sencillo cuestionario y la descarga del software se tiene acceso a unas claves de reconocimiento (de profesor y alumno) con los que consultar de modo gratuito todos los recursos compartidos.

5. Los profesores pueden compartir sus materiales

El profesor podrá compartir con profesores de otros centros académicos las unidades didácticas creadas, potenciando así la cooperación y el intercambio de material pedagógico curricular entre centros educativos.

6. Presentación de la información en unidades didácticas de modo atractivo e innovador

El profesor puede contar con una fuente infinita de información para preparar el contenido y unidades didácticas. En estas unidades didácticas pueden incluirse explicaciones que el profesor crea relevantes, así como imágenes y dibujos, aparte de las páginas que desea que los alumnos visiten para completar los contenidos. Para el uso del Navegador no son necesarios altos conocimientos de Internet ni de informática, y la confección de las unidades didácticas es muy ágil.

El contenido en formato de página web resulta muy atractivo e innovador y proporciona un complemento valioso a los soportes tradicionales (libros, audiovisuales...)

7. Uso habitual en el aula de las TIC

Con el uso del Navegador se pretende, en primer lugar, introducir las nuevas tecnologías en el funcionamiento habitual de la clase, proporcionando un acercamiento guiado al mundo de Internet y sus aplicaciones y facilitando su uso como medio de aprendizaje.

1.7 Difusión del trabajo en publicaciones y congresos

El proyecto del trabajo y la parte correspondiente a las primeras pruebas de optimización del sistema fue presentada en las XVI Jornadas del SI-IMD (Seminario Interuniversitario de Investigación en Didáctica de las Matemáticas) en la Universidad de Alicante.

Asimismo, ya mejorada y concluida la herramienta, fue presentada en el I Congreso Internacional Educared celebrado en Madrid 2001, y por sus connotaciones didácticas, en III Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE) en el Instituto Tecnológico de Viseu (Portugal) 2001 y en el ICTE 2002 (International Conference on Information and Communication Technologies in Education) en Badajoz en Noviembre de 2002.

Dentro del campo de la Didáctica de las Matemáticas se presentó en el V Simposio Didáctica de la Matemática, que se centró en la influencia de la Matemática en otros campos y disciplinas y se celebró en Alicante en 2001

Es de resaltar la excelente acogida que ha tenido el trabajo en sus distintas exhibiciones públicas, habiendo sido solicitado su envío a diversos centros de todo el mundo.

También se ha recogido la experiencia en distintas publicaciones de ámbito matemático – Aportaciones de la didáctica de la matemática a diferentes perfiles profesionales” Editorial Universidad Alicante. Alicante 2002. (ISBN:84-699-7201-4) , o “S.I. Informática Educativa” Editorial Universidad de Coimbra (Portugal) 2001 (ISBN-972-98523-4-0) –, educativo – Magisterio Español en noviembre 2002 – y tecnológico –Educational Technology Vol 1. Ed Consejería de Educación Ciencia y Tecnología Junta de Extremadura. (ISBN-84-95251-77-9) –.

1.8 Conclusiones

A la vista del trabajo plasmado en la presente memoria queda de manifiesto que:

- El **seguimiento de las instrucciones** por parte de los alumnos cuando se les plantea un problema, es más fácil en un entorno colaborativo con soporte TIC que en un entorno de aprendizaje individualizado.
- Los estudiantes son más persistentes en sus tareas matemáticas cuando la actividad se realiza con TIC colaborativa, y en este entorno los alumnos llegan a obtener **conclusiones** en la práctica totalidad de los problemas. En términos de la Teoría de Situaciones hay una mejora en la “devolución”.
- Los problemas matemáticos de solución única tienen menor **número de respuestas diferentes** (y por tanto menos respuestas incorrectas) en un entorno colaborativo con TIC que en entorno individualizado tradicional o colaborativo presencial; y donde hay soluciones múltiples (con más de una solución correcta) ocurre lo contrario: cada vez hay más respuestas diferentes y correctas.
- El aprendizaje colaborativo tiene mejores prestaciones en términos de eficacia resolutoria, es decir en la **resolución correcta de los problemas** planteados, y esas prestaciones mejoran si esta colaboración es con soporte TIC.

En cuanto al Navegador educativo, entendemos representa un avance en el tratamiento informático y de comunicación de la resolución de problemas matemáticos por:

- su tratamiento integral de la actividad (herramientas de creación de unidades y problemas, comunicación, consulta de información, gestión de los recursos, seguimiento, valoración,...).

- el almacenamiento de las unidades propuestas por los profesores –y la posibilidad de compartirlas – y las soluciones y estrategias de los alumnos.
- el Sistema de Gestión del aula proporcionado.

Creemos que es una herramienta que facilitará el trabajo y aprendizaje en distintos campos de la resolución de problemas matemáticos, y similares.

Madrid, diciembre de 2002.

2 Marco Teórico

2.1 *Competencias matemáticas*

El modelo epistemológico acorde con las tendencias nuevas en la filosofía de las matemáticas debería adoptar los siguientes supuestos sobre las matemáticas.

- La matemática es una actividad humana que implica solución de problemas. En la búsqueda de respuestas o soluciones a estos problemas externos o internos emergen y evolucionan progresivamente las técnicas, reglas y sus respectivas justificaciones, las cuales son socialmente compartidas. La competencia matemática requiere familiaridad con los tipos de problemas y los recursos disponibles para su solución.
- La competencia matemática requiere dominio y fluidez en el uso de los recursos lingüísticos y operatorios, es competencia comunicativa. En la actividad matemática se utilizan estos recursos lingüísticos y expresivos que desempeñan un papel comunicativo e instrumental.
- La matemática es un sistema de reglas (definiciones, axiomas, teoremas), que tienen una justificación fenomenológica y están lógicamente estructuradas. La competencia matemática requiere el dominio de los sistemas matemáticos disponibles y capacidades de resolver nuevos problemas (comprensión relacional).

En síntesis podemos distinguir tres facetas básicas en el conocimiento matemático:

- El componente práctico que comprenden situaciones-problema y técnicas de resolución.
- El componente discursivo-relacional, formado por el sistema de reglas y justificaciones.

- El componente lingüístico, en el que se apoyan ambos componentes, por lo que el lenguaje matemático (en sus diversos registros) constituye un tercer componente sin el cual los otros dos no pueden desarrollarse.

El reconocimiento de la complejidad del conocimiento matemático debe llevarnos a reconocer también una complejidad para el logro de la competencia y comprensión matemática, las cuales no pueden ser concebidas como estados dicotómicos, esto es, se tiene o no competencia, se comprende o no se comprende un tema matemático. Se tratan más bien de procesos en progresivo conocimiento y mejora. [Godino, 1992].

La atención a estos tres aspectos o dimensiones de las matemáticas está en la base de la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau (1997), quien propone un diseño de situaciones de formulación, comunicación, validación e institucionalización como complementos imprescindibles de las situaciones de acción o investigación. El tipo de discurso realizado por el profesor y los alumnos es un aspecto central determinante de lo que los alumnos aprenden sobre matemáticas. Si el núcleo de la comunicación solo se produce del profesor hacia los alumnos, de forma escrita a través de la pizarra, los alumnos aprenderán unas matemáticas distintas, y adquirirán una visión diferente de las matemáticas que si tiene lugar una comunicación más rica entre el profesor y alumnos y estos entre sí. Además, las situaciones de acción deben estar basadas en problemas genuinos que atraigan el interés de los alumnos a fin de que estos los asuman como propios y deseen resolverlos; constituyen un primer encuentro de los alumnos con los objetos matemáticos implícitos, en el que se les ofrece la oportunidad de investigar por sí mismos posibles soluciones, bien individualmente o en pequeños grupos.

La Teoría de Situaciones Didácticas constituye una teoría de aprendizaje organizada de las matemáticas, esto es, una teoría de instrucción matemática en consonancia con los presupuestos epistemológicos y cognitivos expresados anteriormente. [Godino, 2000].

Describe un entorno de aprendizaje potente en el que se presta atención al saber matemático puesto en juego en las tareas. Constituye una potencial ayuda para el logro de la competencia y comprensión matemáticas, como veremos posteriormente.

2.2 Aprendizaje en Matemáticas

Partimos de que el aprendizaje se produce por adaptación al medio, a una situación concreta, y los conocimientos se adquieren por progresos relativamente discontinuos que suponen rupturas cognitivas, cambios de modelos implícitos y de concepciones. [Brousseau, 1983]

Esta concepción del aprendizaje se apoya básicamente en tres principios [Anthony, 1996]:

- i) El aprendizaje es un proceso de construcción del conocimiento y no de mera retención y absorción del mismo.
- ii) El aprendizaje es dependiente del conocimiento previo del alumno, pues utiliza el conocimiento que ya posee para construir nuevo conocimiento.
- iii) El alumno es consciente de sus progresos cognitivos, y puede llegar a controlarlos y regularlos.

El aprendizaje resulta ser el proceso personal de construcción significativa del conocimiento, para lo que se necesita participación activa, en vez de una simple recepción de normas y conocimiento objetivado. [Bauersfeld, 1994]

En este marco surge la metáfora del desarrollo individual respecto al concepto aprendizaje: el desarrollo individual se basa en la participación de los alumnos en las actividades de la comunidad.

Nadie que se dedique a la didáctica de las matemáticas, en cualquiera de los niveles, dejaría de reconocer en la actividad de resolución de problemas

una característica esencial, central: hacer matemática es, ante todo, resolver problemas.

Además, estaremos de acuerdo en que la resolución de problemas y el saber cómo comportarse en situaciones problemáticas constituyen un vehículo excelente para la formación de conceptos matemáticos. [D'Amore 1997]

2.3 Resolución de problemas y desarrollo de competencias

En los programas ministeriales se puede encontrar el tema “Problemas”, y este tema tiene una justificación clara. El pensamiento matemático se caracteriza por la actividad de resolución de problemas y esto está en sintonía con la tendencia natural del niño a hacer preguntas y a buscar respuestas. Por consiguiente las nociones matemáticas básicas se apoyan y constituyen partiendo de situaciones problemáticas, que ofrecen la oportunidad de verificar qué estrategias resolutivas utiliza y cuáles son las dificultades que encuentra. ¿Cómo no compartir esta posición? [D'Amore 1997]

La resolución de problemas utilizada como recurso metodológico puede contribuir poderosamente a desarrollar las capacidades de los estudiantes. En realidad la capacidad para resolver problemas englobaría a todos los demás, ya que cuando resolvemos problemas ponemos en juego buena parte de las capacidades deseables en un matemático. [García, 1992].

“Resolver un problema es encontrar un camino allí donde no se conocía previamente camino alguno, encontrar la forma de salir de una dificultad, de sortear un obstáculo, conseguir el fin deseado, que no se consigue de forma inmediata, utilizando los medios adecuados”. [Polya, 1981].

Enumerando la lista de las capacidades de la inteligencia podemos encontrar: [Hofstadter, 1989]

- Responder a situaciones con flexibilidad.
- Sacar partido en circunstancias fortuitas.

- Encontrar semejanzas entre situaciones a pesar de las diferencias que puedan separarlas. Encontrar diferencias entre situaciones a pesar de las semejanzas que las unan.
- Sintetizar nuevos conceptos considerando viejos conceptos y uniéndolos de manera nueva.
- Proponer ideas nuevas. Modificar hipótesis.

En el campo de las matemáticas estas capacidades pueden desarrollarse mejor que de ningún otro modo por medio de la resolución de problemas. Los problemas tienen que ser vistos como situaciones que se resuelven mediante un proceso razonado en el que se dan oportunidades a los estudiantes para que se cuestionen, experimenten, hagan conjeturas y ofrezcan explicaciones.

Esta es una notable paradoja de la matemática –observó el comentarista John Tierny–. No importa con cuánta decisión ignoren el mundo quienes la practican, constantemente producen mejores herramientas para entenderlo. Los griegos decidieron estudiar, por ninguna razón en particular, una curva llamada elipse, y dos mil años más tarde los astrónomos descubrieron que describía la manera en que los planetas se mueven alrededor del sol. [Hoffman, 2001]

2.4 Creación colectiva de conocimiento

La creación del conocimiento es un proceso personal que necesita de un diálogo solidario con los demás. Una dialéctica entre lo individual y lo colectivo. El diálogo es una herramienta imprescindible para una construcción democrática de los conceptos y algoritmos matemáticos, aunque el sistema funcione guiado por otras prioridades. [Ramírez, 2001]

Si el objeto fuera hacer que los discípulos pensarán, antes que hacer que acepten ciertas conclusiones, la educación se llevaría de modo completamente distinto: habría menos rapidez de instrucción y más discusión, más ocasiones de que los discípulos se encontraran animados a expresarse por sí mismos. (Bertrand Russell)

El interés por la didáctica de las matemáticas me lleva al interés por el diálogo, pues la relación entre ambos es estrecha. Las tradicionales clases magistrales no pueden convivir con él. ¿Cómo es posible que un profesor no pueda decir nada sobre su alumnado después de dos meses de clase, más allá del número registrado en su libreta? (Cosa que en ciertos ámbitos educativos es demasiado frecuente, y más cuanto más edad tienen los alumnos, y no digamos el nivel universitario). No es cuestión de desinterés o metodología. Es ausencia de diálogo.

Los efectos del diálogo son fascinantes e inesperados. Pero se dan, así que hay que tener fe y echar la caña a ver si pican; a veces incluso sin saber muy bien qué cebo colocar, o incluso sin cebo.

Cuenta Holt: “Pienso en mis alumnos de 5º grado, enseñándome sus ejercicios de Aritmética y preguntando con ansiedad: ¿Están bien?. Me miran como si estuviese loco cuando les replico: ¿Tú qué crees?. Porque, ¿qué importa lo que ellos piensen? Lo correcto no tiene nada que ver con lo real, con la coherencia ni con el sentido común: lo correcto es lo que el profesor dice que es correcto: y la única forma de averiguar si algo está bien consiste en preguntárselo al profesor. Quizá el mayor de todos los daños que infligimos

a los niños en la escuela es el de arrebatarles la posibilidad de juzgar la validez de su propio trabajo, privándoles así de la capacidad de emitir tales juicios o incluso de la creencia de que pueden emitirlos.” [Holt, 1977]

Sin preguntas interesantes no hay diálogo. Con preguntas cerradas tampoco. El ejemplo más paradigmático de esta situación son esas inútiles y vacías entrevistas a futbolistas en las que el periodista incluye en su pregunta la respuesta. El jugador, quizá abrumado, suele empezar: ”La verdad es que sí”(?).

Podría pensarse que el trabajo en grupo favorece el diálogo, pero no es necesariamente así. Depende de los alumnos y alumnas que haya en la clase y de las relaciones establecidas entre ellos. Las posibilidades son múltiples, y según se plantee el funcionamiento de una clase el diálogo se verá más o menos favorecido. No hay que irse a las posiciones extremas, porque la realidad, como siempre, impone modelos mixtos. Se puede empezar trabajando individualmente y continuar, cuando la tensión de la resolución del problema lo haga necesario, colectivamente, bien mediante un diálogo dirigido o en grupos. [Ramírez et al, 1998]

El objetivo didáctico es la implicación de los estudiantes en lo que están haciendo, tanto si hablan como si leen, escriben o escuchan. Es lo que más adelante (apartado 5) denotaremos como devolución didáctica, en términos de Brousseau.

2.5 Interacción social y conflicto socio-cognitivo

Desde un punto de vista interaccionista del aprendizaje, un punto fundamental del mismo son las interacciones y sus efectos positivos en el proceso educativo.

El saber contemplado como una construcción social mediada por factores sociocognitivos pone de manifiesto la importancia de los procesos que se utilicen en el aula para facilitar el contacto de los alumnos con el saber, posibilitando la deconstrucción del saber existente y su posterior reconstrucción por el sujeto que lo aprehende. Y es precisamente en este proceso de apropiación del saber donde las interacciones sociales tienen un papel fundamental. [Cesar, 1998]

El conflicto socio-cognitivo aparece, y de ahí su nombre, en las interacciones sociales entre individuos en las que se manifiesta un sistema de centraciones cognitivas opuestas que los individuos tienen que coordinar para resolverlo. El papel del conflicto socio-cognitivo en la construcción cognitiva individual ha sido puesto de manifiesto en numerosas investigaciones, en tanto que se trata de un conflicto estructurante fuente de cambios en el individuo. [Chamorro, 1995]

Provocar estos conflictos socio-cognitivos es de gran interés desde un punto de vista metodológico. La contradicción de puntos opuestos de vista es de mayor nitidez que la que proviene únicamente de hechos que un individuo confronta aisladamente. La ausencia de otro individuo con quien confrontarse podría llevar al individuo aislado a ignorar tal contradicción o incluso a pasar de un punto de vista al otro de forma oscilante sin resolver el conflicto. [Doyse, Mugny, 1984]. Se puede contrastar en diversos estudios de la psicología social, que se obtiene un mejor resultado de la coordinación de acciones entre individuos que de una coordinación individual en los procesos de elaboración del conocimiento.

Ya desde la psicología del desarrollo, con un enfoque contextual, se pretende un cambio del estudio “cognición contra individuo” a “cognición socialmente compartida”. La cognición se contempla como una construcción intersubjetiva o contrato comunicativo, una co-construcción de significados social e institucionalmente situados. Aparece la ya mencionada metáfora del desarrollo individual respecto al concepto aprendizaje: el desarrollo individual se basa en la participación de los alumnos en las actividades de la comunidad.

Hay que destacar que para promover interacciones (entre profesor y alumnos, alumnos con alumnos) que permitan desarrollar estrategias de resolución, es necesario percibir cómo se negocian significados (contrato didáctico¹) y qué papel juega éste aspecto en el establecimiento de interacciones.

Cuando se pretende promover interacciones entre iguales en el aula, llevando a los estudiantes a aprender a hacer conjeturas y a defender sus argumentos, es necesario que el contrato didáctico se vuelva más flexible, que los alumnos sientan que tienen tiempo para pensar, que sus razonamientos son apreciados, que no es un drama escoger una estrategia de resolución equivocada y después modificarla. Es preciso establecer un contrato didáctico en el que las preocupaciones formativas se superpongan a las evaluativas. [César, 1998]

Concretando más, profesorado y alumnado deben negociar unas normas que faciliten la participación de los alumnos en el proceso de interacción, es decir negociarán el contrato didáctico.

¹ Contrato didáctico. Ver capítulo de Teoría de Situaciones.

Podemos hacer la distinción entre dos tipos de normas.

a) Normas sociales, independientes de la materia en estudio, que deben seguirse en la interacción son: [García, Martínón, 1998].

- Los alumnos deben argumentar sus opiniones y criterios, y la forma como han llegado a ellos.
- Cuando se está discutiendo una situación los alumnos deben participar, procurando aportar enfoques y consideraciones diferentes a las ya expuestas.
- Cuando el alumno expone sus criterios, opiniones o soluciones deber dirigirse al conjunto de la clase, no sólo al docente.

b) Normas sociomatemáticas, propias específicas de la actividad matemática que desarrollan los estudiantes. [Yackel, 1996]. Entre ellas se encuentran:

- Decidir lo que es una explicación aceptable. Por ejemplo, una buena explicación matemática es aquella en la que los alumnos no se limitan a explicar cómo realizan un cálculo concreto, sino que explican cómo llegaron a que había que realizar tal cálculo.
- Decidir lo que se entiende por una solución matemática a un problema.
- Decidir lo que se entiende por una solución diferente a una dada.

Para el profesor, estas normas de interacción suponen un papel diferente al habitual. Sigue siendo el representante oficial de las matemáticas, pero debe ser más que transmisor y evaluador de su aprendizaje. Los estudiantes buscarán en su autoridad la aprobación expresa de sus actos y el profesor deberá evitarlo, porque las clases tradicionales han creado en los alumnos la disposición a intentar imaginar lo que el docente quiere que hagan o digan. Además deberá romper la tradición de los argumentos de autoridad –porque así lo pone el libro, porque yo soy el profesor- como final de las discusiones,

y deberá discutir y negociar lo que es una solución matemática y argumentarlo suficientemente.

Cuando cada alumno de un grupo colaborativo se enfrenta a conjeturas y argumentaciones de un compañero de grupo, se ve obligado a un trabajo de descentración de sus propias explicaciones. Por otro lado, como también ha de explicar sus estrategias de resolución tiene que clarificarlas por sí mismo, lo que le lleva a darse cuenta de pasos que de otro modo no tomaría en consideración. Así el aprendizaje se vuelve más comprensivo y menos mecanizado.

En este marco, –entorno educativo de las matemáticas y con soporte informático y de comunicación – podemos pensar que se establecen entre los alumnos y el profesor o de unos alumnos con otros, un tipo de relaciones que producen retroacciones. Tomando en consideración estos aspectos podemos dar la definición de **interacción electrónica** como el intercambio de mensajes electrónicos que tienen lugar entre dos o más personas que se influyen mutuamente intercambiando información y producen resultados que probablemente ninguno de ellos hubiera producido por separado. [Murillo, 2000]

En un sentido más amplio, la interacción por medios telemáticos entre todos los actores que participan en la actividad educativa se debe entender no sólo como puesta en contacto de deferentes elementos de un sistema informático o tecnológico, sino como una actividad sociocultural situada o actividad relacional y discursiva que se puede desarrollar en un determinado contexto virtual para favorecer (o no) un mayor aprendizaje del alumno. Esto es lo que se entiende por **interacción virtual**. [Barberá, 2000]

Existen estudios detallados de cómo se construye el conocimiento a través de las interacciones sociales. [César, 1997], [César, 1998], [Murillo, 2000].

Es necesario destacar el papel que juega el **error**. Los alumnos con la interacción con sus iguales pierden el miedo a explicar sus razonamientos y

consecuentemente ganan capacidad para aportar soluciones y sus correspondientes argumentaciones; todo ello porque desdramatizan el error y éste pasa a formar parte del proceso de aprendizaje. En otras palabras, el error se usa como fuente de reflexión y como método de trabajo; y promueve y legitima el trabajo de descubrimiento del grupo.

En matemáticas existen fundamentalmente dos modalidades de funcionamiento de procesos interpersonales [Laborde, 1994]. Según sea donde se haga:

- i) Problemas que tienen una dimensión social en sí mismos. Es el caso de los juegos de mensajes en geometría para describir y reproducir una figura conforme a un mensaje recibido, el uso de códigos y símbolos matemáticos –como unidades de medida, escrituras económicas–, es decir, las situaciones de formulación² que describe Brousseau.
- ii) Problemas resueltos por un grupo de alumnos, al margen de que el problema tenga una dimensión social. Ello va a permitir a los alumnos confrontar sus estrategias con las de otros compañeros, favoreciendo así la descentración del individuo. Todo ello redundará en una más sencilla negociación en el rechazo o validez de una estrategia.

En ambos casos hay procesos sociales, en el primero son internos al problema y en el segundo externos .

Por último, aclarar que la interacción no es aplicable siempre a toda situación como un remedio milagroso. Determinadas tareas que demandan conocimientos muy lejanos aún para los alumnos, o que están muy automatizadas, no se resuelven mejor por el hecho de provocar una interacción social. [Chamorro, 1995]

² Situación de formulación. Ver capítulo de Situaciones adidácticas.

2.6 El salto a colaborar. Punto de partida.

Desde un enfoque constructivista, el ajuste pedagógico mutuo que produce la interacción social –de la que hablábamos en el apartado anterior– nos permite interpretar gran cantidad de dimensiones y aspectos de los procesos generales de enseñanza y de aprendizaje en contextos virtuales. También nos permite abordar con perspectivas y aportaciones interesantes temas que han sido tópicos en los últimos años en educación con soporte tecnológico, como son la colaboración y la cooperación virtuales o los debates virtuales.

“El término conflicto socio-cognitivo pone el acento de manera excesiva en dos momentos del debate: el examen y la toma de consideración de posiciones contradictorias, y enmascara una condición indispensable para su buen funcionamiento: la cooperación de alumnos de cara a la construcción de un saber común verdadero” [Brousseau, 1990]

Lo que es más importante, todos estos efectos positivos en el proceso educativo que produce la interacción, son más beneficiosos cuando los estudiantes desarrollan un trabajo colaborativo [Bishop, 1989], [Cole, 1996]

Un entorno colaborativo de aprendizaje es un entorno en el que:

- i) las tareas que se plantean son “abiertas”(con más de un posible camino de resolución o incluso con varias soluciones)
- ii) las actividades tienen varias fases: resolución del problema en pequeño grupo, informe, reflexión.
- iii) utilización de herramientas informáticas (TIC)

Usando la terminología de Hershkowitz, a un entorno de estas características se le denomina “entorno rico” (rich environment). [Hershkowitz et al, 1999]

Si los alumnos trabajan en red (mejor con soporte informático) la colaboración se ve favorecida, y si los estudiantes trabajan de forma colaborativa se

puede acometer un aprendizaje significativo. La colaboración para resolver una tarea se define como la construcción común de una solución, acompañada de un esfuerzo de los colaboradores para mantener una comprensión mutua del razonamiento a lo largo de toda la resolución. La cooperación corresponde a una división de responsabilidades y adjudicación de las tareas en las que cada participante adopta a priori las metas y los resultados de otros. [Baker, 1992]

Por ello se usan cada vez más los métodos de enseñanza a partir del trabajo en grupos pequeños. Los grupos pequeños permiten a los estudiantes colaborar y trabajar juntos en un problema, facilitando así que puedan compartir conocimientos previos y estrategias. Los grupos pequeños también crean un contexto de aprendizaje de apoyo, no amenazador, para aquellos alumnos que quizás no son tan brillantes en matemáticas y que se sienten puestos a prueba al estar en la misma clase que aquellos que tienen un nivel más alto.

Algunos profesores de matemáticas no están suficientemente familiarizados con los métodos de trabajo colaborativo en grupos pequeños. Parece que se teme dejar que los alumnos discutan, colaboren, comparen ideas y elaboren productos conjuntamente. No obstante, cuando los profesores participan en cursos de formación permanente es así como prefieren trabajar. [Bishop, 2000]

Pongamos como últimos argumentos dos ejemplos:

i) Uno bastante conocido en el ámbito matemático que es una versión del “dilema del prisionero”, formulado en 1950 por el matemático Alber Tucker, pionero en la teoría de juegos.

Un caco y su cómplice han entrado por la noche en un laboratorio rural y han robado la fórmula secreta de un revolucionario yogur con sabor a bacterias coliformes. La policía les da el alto a las salidas del laboratorio, pero a los ladrones les da tiempo a ocultar la fórmula

robada junto a un poste de teléfonos. Luego les detienen y les enjaulan en dos calabozos separados para que no puedan comunicarse. Uno de los guardias le esboza la situación al caco:

-Mira, listo, lo mejor es que me digas dónde habéis escondido la formulita. Si tú cantas y tu colega no, saldrás libre y a él le caerán dos años.

-Un momento -responde el caco- ¿Y si él también confiesa?

-Entonces pringáis un año cada uno.

-Pero espere, espere, y ¿qué pasa si no confesamos ninguno de los dos? Sin prueba no hay delito.

-No, pero les calzo a los dos un multazo.

-¿Por qué?

-Por beber en la calle, mismo.

-Hombre, eso no está mal, pero claro, si yo no confieso y él si, el tipo se va de rositas y a mi me caen dos años.

-Justamente, así que a cantar.

¿Tiene razón el guardia? ¿Le conviene cantar al caco? La situación ideal sería que ni el caco ni el cómplice confesaran, desde luego, porque así se irían los dos de rositas pagando una simple multa. Pero ¿se puede fiar el caco de su cómplice? Porque si no canta, pensando que él es un buen tipo y va a hacer lo mismo, y luego resulta que si canta, al caco le caen dos años y el maldito cómplice vuela y encima se lleva la fórmula, y por ahí si que no. Más aún, el cómplice estará pensando lo mismo en ese momento, seguro que el tío canta la traviata por lo que pudiera pasar y como el caco no le haga la segunda voz se cuece en la trena. Vaya problema endemoniado. Si al final iba a tener razón el guardia.

Se trata de una paradoja porque el resultado más frecuente de una situación semejante será que los dos cómplices confiesen (cada uno por miedo a que lo haga el otro), cuando es obvio que lo mejor para los dos sería que ninguno lo hiciera.

La moraleja podría formularse así: “Hay veces que, incluso desde un punto de vista egoísta, más vale COOPERAR”.

ii) El segundo argumento es un estudio publicado en El País el 11 de Agosto mientras terminaba de escribir el presente trabajo.

Gregory Berns y sus colaboradores de la Universidad de Emory han dado un giro interesante al asunto del “dilema del prisionero”. Utilizando la técnica de “resonancia magnética funcional”, que permite ver qué zonas del cerebro se activan durante la ejecución de alguna tarea mental, y la aplicaron a 36 voluntarios distribuidos en diversas combinaciones de dos o más, mientras jugaban a una versión informatizada del dilema del prisionero. Cuando un voluntario decidía confesar –es decir, hacerle la pascua a los demás–, los patrones de activación cerebral eran los propios de la actividad del juego, la toma de decisiones, etc: nada particular. Pero cuando un voluntario decidía cooperar, en su cerebro aparecían activadas cuatro zonas nuevas y muy bien conocidas: las del mecanismo de la recompensa. Es decir, esas sensaciones de placer que nos hacen biológicamente sensatos, y nos hacen comer cuando hay hambre y beber cuando hay sed. Como dice el propio Berns: “El estudio demuestra que la cooperación social es intrínsecamente placentera para el cerebro humano, incluso cuando hay presiones racionales en sentido contrario”. (Lo que no quita que si esto es así, el mundo esté lleno de masoquistas) [Sampedro, 2002]

2.7 *Colaboración o cooperación*

Resulta ya clásica la distinción de las tres dimensiones o escenarios de las interacciones educativas entre iguales [Damon, Phelps, 1989]. A partir de las características de los miembros, los objetivos y el tipo de interacción se hace distinción entre:

1. Tutoría: relación entre dos alumnos que, ante un problema específico, presentan un nivel de habilidad diferente.
2. Cooperación: relación, centrada en la adquisición y/o aplicación de un conocimiento, establecida entre un grupo de alumnos con habilidades heterogéneas dentro de márgenes de proximidad.
3. Colaboración: relación, centrada en la adquisición y/o aplicación de un conocimiento, entre dos o más alumnos con habilidades similares.

Cuando hablamos de interacción nos referimos a dos elementos:

1. La igualdad de los miembros de la interacción, en la que se trata de ver si las relaciones son simétricas (en igualdad) o asimétricas (diferentes papeles).
2. La mutualidad de la interacción, en la que se trata de la conexión, la profundidad y bidireccionalidad de las transacciones comunicativas.

	<i>Tutoría</i>	<i>Cooperación</i>	<i>Colaboración</i>
<i>Igualdad (simetría)</i>	Baja (asimétrica)	Elevada (simétrica)	Elevada (simétrica)
<i>Mutualidad</i>	Baja	Media	Elevada

En la *tutoría entre iguales* la igualdad es baja, ya que cada alumno desempeña un papel diferente en función de su condición de tutor o tutorado. Aunque la mutualidad puede ser variable –depende de la competencia y de las habilidades instruccionales del tutor, así como de la receptividad del tutorado –, por lo común será baja, ya que es una interacción dominada por el alumno tutor.

En la *cooperación*, los roles desempeñados por los alumnos son relativamente similares o tienen un nivel de responsabilidad equivalente. Por lo tanto, se produce una relación general de simetría, aunque en determinados momentos haya asimetrías (relaciones tutoriales) que se van compensando. La mutualidad es media y depende de la competencia entre equipos, la distribución de responsabilidades o roles entre los miembros y la recompensa extrínseca o intrínseca que reciban.

En la *colaboración* la igualdad entre los miembros es elevada, pues éstos comparten un nivel similar de habilidad (por lo común bajo) respecto al problema que hay que resolver. Y la mutualidad también es elevada, ya que los sujetos contribuyen en la interacción en un plano de igualdad.

En las tres dimensiones que acabamos de describir, la cooperación desempeña un papel central y comparte muchas de las características de los otros dos escenarios. [Monereo, Durán, 2002]. Si en la aproximación teórica esto ya es así, cómo no será en una práctica educativa.

2.8 Didáctica de las Matemáticas

Partimos de la definición de didáctica que propone Comenius en su libro “Didáctica Magna” publicado el año 1657: “La Didáctica es el arte de enseñar”. En su forma y brevedad no es fácil de mejorar.

Parece más adecuado aceptar como definición de Didáctica, aplicada a las Matemáticas como objeto específico del saber la siguiente: “La Didáctica de las Matemáticas se considera el estudio de la evolución de las interacciones entre un saber, un sistema educativo y los alumnos, con objeto de optimizar los modos de apropiación de este saber por el sujeto” [Brousseau 1996].

La Didáctica de las Matemáticas considera el sistema didáctico formado por tres polos (o los tres vértices del famoso triángulo): el Profesor, el Alumno y el Saber y las diferentes relaciones o interacciones que se producen entre ellos. Brousseau llama la atención respecto al papel del saber, en el sentido de que sólo es objeto de la Didáctica de las Matemáticas lo que es específico del saber matemático.

La Didáctica de las Matemáticas es una ciencia que cuenta con unos 30 años de historia, por tanto es relativamente nueva, y tiene además diferentes líneas de desarrollo en las que no vamos a entrar.

En el presente trabajo nos centraremos básicamente en la línea de lo que se ha dado en llamar la Didáctica Francesa, y más concretamente en la Teoría de las Situaciones Didácticas de Guy Brousseau y la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergniaud.

2.9 Teoría de Situaciones Didácticas

2.9.1 La Didáctica Fundamental

El marco didáctico del que vamos a partir dentro de la Didáctica de las Matemáticas es lo que se conoce como “Didáctica Fundamental”, que se distingue por una reflexión teórica sobre el objeto y los métodos de investigación específicos en Didáctica de las Matemáticas. Como característica de esta línea, llamada por sus autores “fundamental”, puede citarse el interés por establecer un marco teórico original, desarrollando sus propios conceptos y métodos.

Los modelos desarrollados comprenden dimensiones epistemológicas, sociales y cognitivas, y tratan de tener en cuenta la complejidad de las interacciones entre el saber matemático, los alumnos y el profesor, dentro del contexto particular de la clase.

Una característica relevante de estos marcos teóricos, aunque no sea original ni exclusiva de la Didáctica Fundamental, es su consideración de los fenómenos de enseñanza-aprendizaje bajo un enfoque sistémico. El funcionamiento global de un hecho didáctico no se explica con un estudio separado de cada uno de sus componentes, hay que considerar de forma conjunta los sistemas didácticos materializados en una clase, que están formados por el profesor, los alumnos y el saber enseñado.

La Didáctica Fundamental, de origen sistémico, tiene como núcleo generador la Teoría de las Situaciones Didácticas, de Guy Brousseau, además de las aportaciones realizadas por otros investigadores como Chevallard, Vergnaud, Douady, Artigue, etc.

Algunos de los objetos de estudio y elementos de modelización que necesitamos trabajar son los siguientes, atendiendo a las interacciones entre los vértices del triángulo:

- Respecto al subsistema Alumno-Profesor: El contrato didáctico.
- Respecto al subsistema alumno-saber: Los errores. Los obstáculos.
- Respecto al subsistema profesor-saber: La transposición didáctica. Los obstáculos didácticos.

2.9.2 La Teoría de Situaciones

La Teoría de Situaciones, que parte de una influencia piagetiana, es una teoría de corte constructivista y un intento de crear modelos en los que el conocimiento se construye por adaptación del individuo a las situaciones problemáticas propuestas. El alumno aprende por adaptación a las distintas situaciones que el profesor le plantea en un contexto escolar.

“En este modelo de aprendizaje por adaptación, las variaciones en las condiciones del medio, las acciones y las retro-acciones, producen como respuesta comportamientos de los alumnos tendentes a modificarlo, de manera que tras una situación en desequilibrio se pueda alcanzar un equilibrio interno.” [Chamorro 1999]:

El medio es fundamental en este planteamiento, pues es el conjunto de límites dentro de los cuales el alumno puede actuar libremente y ejercer su racionalidad. Pero además estos límites deben garantizar el funcionamiento de la actividad.

2.9.3 Las situaciones a-didácticas

Los distintos funcionamientos de una noción o conocimiento pueden concebirse como una familia de situaciones en las que dicho conocimiento aparece como respuesta a unas limitaciones y condicionamientos.

Así, cuando la noción buscada puede funcionar como conocimiento, se habla entonces de situaciones de acción; puede funcionar como saber, en situaciones de validación, o bien puede responder a necesidades de comunicación con otro u otros sujetos, en el caso de las situaciones de formulación.

El aprendizaje va a consistir en el cambio de estrategia (desde la estrategia de base que permite al alumno entrar en la situación del juego), lo que implica el cambio en los conocimientos que le están asociados y la aparición de un conocimiento específico como resultado del cambio.

Este aprendizaje conlleva una modificación por parte del alumno de la relación con el conocimiento, que el maestro consigue a través de la gestión de las variables didácticas de la situación.

Una relación didáctica no es una simple comunicación o interacción social, sino que requiere la intervención del “medio”. El medio debe enviar información al alumno sobre las consecuencias de sus respuestas, de modo que modifique los conocimientos del alumno o su forma de utilizarlos con otra elección de estrategias o con otras nuevas.

La teoría de Situaciones considera al alumno en la medida en que éste entra en interacción con el medio matemático.

El medio es fundamental pues es causa de adaptaciones de aprendizaje. Pero un medio sin intenciones didácticas es insuficiente para inducir en el alumno los conocimientos que socialmente debe adquirir, así el profesor debe producir las adaptaciones deseadas –a través de la elección de las situaciones que propondrá al alumno– para que éste pueda construir su relación con el conocimiento, o bien modificarlo, como respuesta a las exigencias del medio.

Las situaciones de este tipo reciben el nombre de situaciones a-didácticas, es decir, el alumno tiene conciencia de implicarse, no por razones ligadas al contrato didáctico, sino al razonamiento matemático. Dicho de otro modo, las intenciones didácticas no se revelan al alumno.

Las distintas situaciones que se dan son:

2.9.3.1 Situaciones de acción

El alumno actúa sobre el medio, de modo que formula, prevé, y explica la situación. En una situación de acción se llama medio a todo aquello que actúa sobre el alumno, o bien aquello sobre lo que el alumno actúa, éste es el sistema antagonista del alumno.

Organiza las estrategias a fin de construir una representación de la situación que le sirva de modelo y le ayude a tomar decisiones. Las retroacciones proporcionadas por el medio funcionan como sanciones de sus acciones. Hay entonces una movilización y creación de modelos implícitos.

Para que la situación sea a-didáctica se necesitan una serie de requisitos:

- Que exista un procedimiento de base insuficiente.
- Que el medio permita retroacciones y que el juego sea repetible
- Que se requiera, de forma lógica, el conocimiento buscado para pasar de la estrategia de base a la estrategia óptima.

2.9.3.2 Situaciones de formulación:

El alumno intercambia con una o varias personas informaciones. Esta comunicación puede conllevar asimilaciones y también contradicciones.

Las interacciones entre el emisor y el receptor pueden producirse a través de acciones sin codificación, o bien a través de un lenguaje. En cualquier caso el fracaso de un mensaje obliga a su revisión.

Finalmente se crea un modelo explícito que pueda ser formulado con ayuda de signos y reglas, conocidas o nuevas.

Para que la situación sea a-didáctica se necesitan una serie de requisitos:

- Que haya necesidad de comunicación entre alumnos cooperantes.

- El medio debe forzar al alumno a utilizar sus conocimientos para producir formulaciones

2.9.3.3 *Situaciones de validación:*

El alumno debe hacer declaraciones que se someterán a juicio de su interlocutor. Se produce entonces una interacción entre varios y el interlocutor debe protestar, rechazar una justificación que él considere falsa, probando sus afirmaciones.

La discusión no debe desligarse de la situación, para evitar que el discurso se aleje de la lógica y la eficacia de las pruebas.

Para que la situación sea a-didáctica se necesitan una serie de requisitos:

- Que haya necesidad de comunicación entre alumnos oponentes.
- Que el medio permita retroacciones a través de la acción (mensajes), y con el juicio del interlocutor.

2.9.3.4 *Situaciones de institucionalización:*

- Las respuestas encontradas al problema planteado deben ser transformadas para que los conocimientos puedan ser convertidos en saberes.
- El profesor tiene la responsabilidad de cambiar el estatuto de los conocimientos construidos.
- Paso de un saber personal a un saber institucional.

Las condiciones indispensables que deben ser revisadas en el análisis “a priori” de la situación, para que esta sea vivida como a-didáctica por el alumno son las siguientes [Margolinas 1989]:

- *“El alumno debe poder dar una respuesta al problema planteado.*
- *El procedimiento de base debe mostrarse rápidamente como insuficiente.*
- *Debe existir un medio de validación de las estrategias.*
- *Debe existir incertidumbre, por parte del alumno, en las decisiones a tomar.*

- *El medio debe permitirse retro-acciones.*
- *El juego debe ser repetible.*
- *El conocimiento buscado debe aparecer como el necesario para pasar de la estrategia de base a la estrategia óptima”.*

Una situación es no didáctica si nadie la ha organizado para llegar un aprendizaje. En ella no hay maestro ni alumno.

Una situación didáctica es una situación que se lleva a cabo normalmente en la clase, entre un maestro y uno o varios alumnos, alrededor de un saber a enseñar. Las intenciones de enseñar y aprender se manifiestan públicamente.

Para que un alumno pueda percibir una situación como a-didáctica es necesario que el alumno sea el responsable de la resolución del problema que le plantea la situación, es decir, que el alumno acepte el problema como su problema, esté dentro de sus proyectos, y para ello no basta con comunicárselo. La acción mediante la que el profesor busca esta aceptación por parte del alumno, recibe el nombre de devolución.

2.9.4 La Situación Fundamental

La noción de situación fundamental designa un grupo restringido de situaciones en las que la noción de enseñar juega para el alumno el papel de respuesta de adaptación óptima. Una situación fundamental debe permitir una creación efectiva del saber, de manera que el alumno fabrique una concepción correcta del conocimiento. Encontrar situaciones fundamentales es un importante objetivo a conseguir para todas las situaciones de enseñanza, aunque a veces resulte utópico dada la gran dificultad que hay para hallarlas.

La búsqueda y construcción de situaciones fundamentales debe comenzar por [Chamorro 1999]:

1. *“Enunciar un problema cuya solución requiera el empleo por parte del alumno de ese único conocimiento, si es posible sin que intervengan otros conocimientos.*
2. *Hacer aparecer las variables de esta situación cuyo cambio, provoca modificaciones cualitativas de las estrategias óptimas, lo que indica una modificación de la significación del conocimiento buscado.*
3. *Hacer aparecer aquellas variables que cambian el estatuto cognitivo en tanto que:*
 - *Medio de control de la acción.*
 - *Medio de comunicación.*
 - *Medio de prueba.*
 - *Algoritmo de referencia.*
4. *Asegurarse de que la situación así obtenida, permite engendrar por este sistema de variables, todos los problemas culturalmente conocidos en los que este conocimiento interviene”.*

Entenderemos por variable didáctica “Un elemento de la situación que puede ser modificado por el maestro, y que afecta a la jerarquía de las estrategias (por distintas razones: validez, complejidad, etc.) de solución que pone en funcionamiento el alumno” [Briand, Chevalier 1995]. Es importante observar la gran responsabilidad de los maestros para controlar y gestionar de forma correcta las variables didácticas por su trascendencia en el aprendizaje de los alumnos, ya que su cambio (el de las variables) implica cambios en él.

2.9.5 Los obstáculos

Aunque la noción de obstáculo epistemológico fue introducida por Bachelard, lo auténticamente novedoso de la noción de obstáculo en Didáctica de la Matemática se debe a Brousseau: *“El error no es solamente efecto de la ignorancia, de la incertidumbre, del azar, sino del efecto de un conocimiento anterior que tenía su interés, su éxito, pero que ahora se rebela falso o simplemente inadaptado. Los errores de este tipo no son erráticos e imprevisibles, se constituyen en obstáculos. Así, el error es constitutivo del sentido del conocimiento adquirido, según se creía en las teorías empíricas o conductistas del aprendizaje; si no el efecto de un conocimiento anterior, que tuvo su interés, su éxito, y que ahora se revela falso o simplemente inadaptado. Los errores de este tipo no son fortuitos e imprevisibles, se constituyen en obstáculos”* [Brousseau 1983].

Según su origen consideraremos cuatro tipos de obstáculos: epistemológicos, didácticos, psicológicos, ontogenéticos.

Los obstáculos ontogenéticos se deben a una disfunción entre el saber enseñado con respecto al desarrollo psicogenético del alumno. Esta disfunción puede producirse tanto por exceso como por defecto.

Los obstáculos epistemológicos van ligados íntimamente a la constitución del conocimiento, su existencia es independiente de las elecciones didácticas que haga el profesor, y son por tanto inevitables.

Los obstáculos didácticos están ligados a los procesos de transposición didáctica que se hacen del saber-sabio a efectos de ser enseñado. El causante principal de ellos es el profesor debido a sus elecciones didácticas. La trascendencia para el alumno de este tipo de obstáculos es siempre fundamental.

Los obstáculos psicológicos se producen por alguna experiencia anterior que afectó al alumno de tal manera, que al encontrarse en una nueva situación que él evoca o recuerda como similar a la antigua, le provoca malestar e incluso bloqueos, que le hacen muy difícil resolver la situación.

2.9.6 La Transposición Didáctica

La transposición didáctica es un término que proviene de Y. Chevallard y que se define como el conjunto de transformaciones que sufre un saber a efectos de ser enseñado. Esto es, el paso del saber-sabio al saber enseñado, utilizando como intermedio el saber-a enseñar. El estudio de la transposición didáctica muestra que el saber que es enseñado, resultado final de estas transformaciones, está a veces lejos del saber sabio del que se partió y tiene características muy distintas. Esto indica ya la necesidad de ejercer una vigilancia epistemológica sobre la distancia entre estos dos saberes, vigilancia que corresponde a la Didáctica de las Matemáticas. [Chamorro, 1992]

La sociedad pide al profesor enseñar parte del denominado saber-sabio, en poder de los investigadores, que son sus creadores permanentes, pero este conocimiento no es enseñable directamente, requiere de ciertas modificaciones para poder ser enseñado en un nivel dado.

Vamos a ver que las características de unos y otros saberes son bien distintas. El saber-sabio en matemáticas se caracteriza por ser: [Arsac, Develay, Tiberghien 1989]

- *Despersonalizado.*
- *Descontextualizado, en el ámbito de las publicaciones.*
- *Ordenado por los problemas encontrados.*
- *Sincrético; los saberes están ligados unos a otros en el ámbito de los investigadores.*

El profesor, para que el alumno pueda construir el conocimiento correspondiente, debe recontextualizar ese conocimiento y repersonalizarlo.

Finalmente para que la resolución descubierta pase a formar parte del saber oficial, necesita ser institucionalizado, lo que requiere un nuevo proceso de despersonalización y descontextualización similar al del investigador, y en un marco artificial creado por el enseñante.

El saber a enseñar tiene propiedades muy distintas del saber-sabio; destacamos, a continuación algunas principales [Arsac, Develay, Tiberghien 1989]:

- “El saber-a enseñar está ordenado en una progresión en el tiempo.
- Es legal, viene definido por los programas oficiales.
- Es lógico, progresa según una estructura lógica lineal, cada capítulo supone conocido el anterior”.

Una de las consecuencias más importantes de la transposición didáctica es el estudio de las diferencias entre el tiempo de enseñanza y el tiempo de aprendizaje. El primero es fijo, y viene delimitado en los propios programas oficiales. El segundo es variable, depende de cada alumno en particular. Frecuentemente el tiempo didáctico y el tiempo de aprendizaje no tienen por qué coincidir, lo que supone una de las cuestiones más importantes en el ámbito didáctico.

2.9.7 El contrato didáctico

El contrato didáctico es *un conjunto de reglas, generalmente implícitas que organizan las relaciones entre el saber enseñado, los alumnos y el profesor* [Brousseau 1996]. Las reglas implícitas son las que no se dicen, no están escritas, pero, sin embargo están ahí y son las que realmente rigen el contrato.

El contrato didáctico fija cómo se organizan las responsabilidades didácticas de profesores y alumnos, así como su evolución a lo largo de la enseñanza. La parte del contrato que va a interesar a la Didáctica de las Matemáticas, es la específica del conocimiento matemático buscado, lo que va a permitir la negociación correspondiente.

Un elemento importante a trabajar aquí lo constituye la “ruptura”, bien del contrato tradicional, que debe reemplazarse por un auténtico contrato didáctico, bien de alguna de las reglas. El hecho de que las partes del contrato sean capaces de reconocer que hay una regla que no funciona y hagan un esfuerzo para eliminarla o para cambiarla lo hace dinámico y lo revitaliza. Por tanto entendemos la ruptura como un elemento necesario, positivo y esencial del contrato.

Otro elemento importante, en parte la razón del contrato, es el denominado “devolución didáctica”. Este concepto, cuyo origen semántico estaría relacionado con el Derecho (Devolución: “transmitir a alguien un bien o un derecho”), se refiere a la aceptación por parte del alumno de su derecho a ser enseñado, como traspaso hacia él, del deber del profesor de enseñar, y a ejercer este derecho activamente.

2.9.8 La Ingeniería didáctica

Se denomina con este término a una forma de trabajo didáctico equiparable con el trabajo del ingeniero quien, cuando propone realizar un proyecto determinado, además de basarse en sus conocimientos específicos, acepta someterse a un control de tipo científico.

Por otra parte, al mismo tiempo, se ve obligado a trabajar con objetos mucho más complejos que los objetos depurados de la ciencia y, por lo tanto tiene que abordar prácticamente, con todos los medios disponibles, problemas de los que la ciencia no quiere o no puede hacerse cargo.

2.9.9 La dialéctica “útil-objeto”

La dialéctica del carácter “útil/objeto” (en castellano “herramienta/objeto”) de un conocimiento matemático parte de la idea aceptada de que la actividad principal en Matemáticas consiste en resolver y plantear problemas. Douady hace la distinción entre conocimientos que realizan la función de herramienta, (útil) para resolver problemas y conocimientos que descontextualizados se convierten en objetos del saber matemático para las comunidades científicas y escolar. Es necesario distinguir entre ambos caracteres de un conocimiento matemático.

El carácter herramienta de un conocimiento puede ser implícito o explícito. Para el alumno es implícito cuando moviliza una noción o técnica sin ser capaz realmente de dar una explicación del por qué y cómo la emplea.

Douady basa la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en tres puntos: la dialéctica útil/objeto, la dialéctica antiguo/nuevo y el “juego de marcos”, que implica el binomio desequilibración/reequilibración.

El término *marco* “*está constituido por objetos de una rama de las Matemáticas, sus formulaciones, eventualmente diversas, y las imágenes mentales que el sujeto asocia en un momento dado a estos objetos y a estas relaciones.*” [Douady y Perrin 1989].

Estos marcos son los siguientes:

- El marco algebraico de la resolución por fórmulas.
- El marco numérico de la resolución numérica aproximada.
- El marco geométrico.

Tras estos marcos, el análisis se efectúa siguiendo tres dimensiones:

1. La dimensión epistemológica asociada a características del saber en juego.
2. La dimensión cognitiva asociada a las características cognitivas de los alumnos a los cuales se dirige la enseñanza.
3. La dimensión didáctica asociada a las características del funcionamiento del sistema de enseñanza.

1.8.10 Los campos conceptuales

Un campo conceptual es un espacio de problemas o de situaciones-problema cuyo tratamiento implica conceptos y procedimientos de varios tipos pero en estrecha conexión. [Vergniaud, 1981]

Dicho más específicamente un campo conceptual como un conjunto de situaciones y el conjunto de conceptos y teoremas que permiten analizar estas situaciones como tareas matemáticas. Por ejemplo, para el campo conceptual de las estructuras aditivas, el conjunto de situaciones exige una o más adiciones, una o más sustracciones o una combinación de ambas operaciones; y para las estructuras multiplicativas, el conjunto de situaciones que se necesitan son una o más multiplicaciones, una o más divisiones o una combinación de ambas, fracciones, proporciones, razón.

Un campo conceptual tiene dos aspectos importantes. El primero ligado al hecho de que se trata de un conjunto de situaciones (entendidas no sólo como situaciones didácticas, sino de forma más amplia como tareas y situaciones-problemas), y el segundo, correspondiente a los conceptos y teoremas. Puesto que un concepto no alcanza su significación con una única clase de situaciones, y una situación es raramente analizable con sólo un concepto, esto lleva a descomponer el saber matemático en franjas bastante amplias que permiten, entonces, la búsqueda de filiaciones y rupturas en periodos de tiempo más largos. En este modelo se privilegia el papel que juegan los contenidos matemáticos.

Entre otros citamos algunos de los siguientes campos conceptuales en matemáticas: [Vergnaud 1996]

- Las estructuras aditivas.
- Las estructuras multiplicativas.
- Las magnitudes espaciales, longitud, superficie y volumen.
- La lógica de clases.

2.10 Entornos Informáticos de Aprendizaje Humano en Didáctica de las Matemáticas

Primeramente aclarar que la Didáctica de las Matemáticas va a ser el marco al que nos ceñiremos en todo momento que tratemos los diferentes aspectos teóricos de estos entornos informáticos de aprendizaje.

Un concepto que se ha originado bajo el enfoque tecnológico –originado por la introducción de las TIC en la educación– es el de **entorno virtual**, (o también llamado entorno informático) conceptualizado como el soporte tecnológico que hace posible la existencia de la interacción virtual por medios telemáticos.[Barberá, Badia, Mominó, 2001]

Dado que existen entornos que permiten la creación de buenas condiciones de aprendizaje en el niño, trataremos de proponer herramientas que permitan analizar y gestionar el uso de dichos entornos.

Los entornos informáticos permiten a los usuarios manipular de forma más directa los objetos matemáticos y sus relaciones, concretando de alguna manera los conceptos matemáticos abstractos. Lo que los diferencia de otros materiales pedagógicos utilizados en la enseñanza de las matemáticas es su naturaleza intrínsecamente cognitiva [Balacheff et al, 1997]

Como complemento a la noción de entorno virtual surge el término **contexto virtual**, reservado a significar aquellas características de la actividad educativa que enmarcan las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la globalidad de las acciones de enseñanza y aprendizaje virtual. Éste contexto virtual –particularizado para la didáctica de las matemáticas– podemos destacar cuatro componentes:

Los tres que formarían el llamado triángulo didáctico:

- Alumno, como sujeto que debe realizar un determinado aprendizaje.
- Saber, el conocimiento matemático objeto de aprendizaje.

- Software, el programa informático que proponemos al alumno con el objetivo de que aprenda un determinado conocimiento al trabajar con él.

Y un cuarto polo que sería:

- Profesor, cuyo papel en dicho triángulo pasa a ser el de proponer y gestionar el medio informático para que el alumno interactúe con él (y con otros alumnos, según el modelo que propondremos), de manera similar a la gestión en otro tipo de medios.

En la propuesta didáctica que defendemos se propone que en el triángulo didáctico el alumno también se relaciona con otros alumnos, con su correspondiente subsistema e interacciones cognitivas.

A partir de la noción de contexto virtual es posible reflexionar sobre aspectos de la didáctica de las matemáticas con soporte TIC que pueden ser interesantes para optimizar la construcción de conocimiento de los estudiantes, como pueden ser los diferentes microcontextos educativos (también llamados subsistemas didácticos del triángulo didáctico), configurados a través de las diversas relaciones que pueden establecerse entre los cuatro elementos anteriores o la naturaleza de cada uno de ellos.

A continuación veremos algunos de ellos más detenidamente:

2.10.1 Relación alumno-saber

Las matemáticas como ya hemos denotado en el apartado (MarcoTeórico-competencias matemáticas y MarcoTeórico-ResolucionProblemas) son consideradas como una importantísima herramienta que toma sentido a partir de las acciones y esquemas que permiten resolver un problema o responder a una pregunta.

Esta construcción tiene unas características propias:

- No se hace de una vez. Conlleva ensayos y retroacciones que permiten comprender lo que se hace y por qué se hace. Ciertos entornos informáticos van a proporcionar enormes posibilidades a este respecto.
- Origina un conocimiento que no es plenamente operativo hasta que no es movilizado en contextos diferentes a los que dieron lugar a su construcción. El uso de diferentes entornos informáticos o no informáticos condicionará el aprendizaje de una noción matemática.
- Es un proceso personal pero una creación colectiva. Tiene un marco de referencia interaccionista. Existen algunos aspectos beneficiosos en la integración de las TIC, por sus características comunicativas y de interacción.

En orden a las características anteriores, las situaciones didácticas que diseñemos deben cumplir algunas características:

1. Posibilitar la modificación del estado del conocimiento, que partiendo de un conocimiento previo, pueda revisarlo, modificarlo, completarlo o rechazarlo. Podría llegar a construir concepciones nuevas en su caso.
2. Alcanzar la implicación del alumno. Para ello el alumno debe percibir una dificultad que desea resolver y tiene posibilidades para ello. El campo de búsqueda debe ser adaptado al alumno – ni muy grande ni muy pequeño–, y que le permita la búsqueda con sus conocimientos anteriores.
3. Permitir interacciones entre los alumnos y de éstos con el profesor, y que esta interacción evolucione. Los alumnos podrán hacer intercambios en la situación –sin la sanción del maestro–, y poner a prueba todos sus recursos.

Así pues, según sea capaz de generar estas condiciones una situación, así serán sus capacidades didácticas. [Belmonte et al, 2002]

Estas condiciones idóneas se pueden crear:

1. Automáticamente por el software. Estos son los llamados “programas tutor”, en los que el alumno tiene interacción con la máquina pero el profesor no tiene apenas grados de libertad.
2. Provocadas por el docente. Los llamados “microcosmos”, en los que el software dispone de herramientas para que el profesor cree las condiciones que crea necesarias, bien:
 - Independientemente: para que un alumno interactúe sólo con un ordenador
 - Colaborativamente: para que uno o varios alumnos interactúen con un ordenador y con el ordenador de otros alumnos.

2.10.2 Relación alumno-software

Los aspectos que debe atender una aplicación son:

- i) El modelo teórico de los conceptos.

Para ello recurrimos a la inteligencia artificial, que es el modelo de representación del conocimiento en computación. Los sistemas basados en reglas de producción permitirán modelizar los conceptos y las relaciones entre ellos en el marco de un sistema formal. El lenguaje que alcance este sistema formal será el que nos dará el medio en el que establecer variables y situaciones, y desde el que sistema dará sus respuestas.

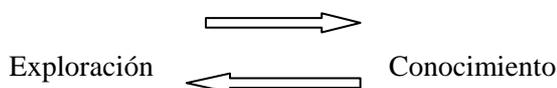
- ii) La presentación del conocimiento.

Recurrimos a las redes semánticas como modelo de representación. En ellas creamos los objetos sobre los que trabajará el sistema, y de los que se obtendrán los ejemplares buscados (por sus propiedades y relaciones que se establezcan). De este modo el conjunto máquina-sistema-aplicación es considerado un sistema cognitivo, pues es capaz de ejemplificar y modificar su “conocimiento” en función de las “conversaciones” con el alumno-usuario.

Podemos hablar pues de la interacción de dos sistemas cognitivos: uno el formado por el conjunto máquina(alfabeto)-sistema operativo-aplicación y el del alumno.

Debemos tener en cuenta un aspecto importante a la hora de hablar de informática educativa, y es la doble dirección de la flecha guía entre el conocimiento y la exploración. Normalmente se suele indicar el hecho de que el conocimiento es guiado por la exploración (si el niño explora las posibilidades de un software, su conocimiento va detrás cuando va viendo los resultados) pero también en sentido inverso, la exploración va guiada por el conocimiento (cuando varios niños ven la misma presentación en una pantalla del

ordenador no todos ven lo mismo, en unos se movilizarán unos conocimientos y en otros no). [Belmonte et al, 2002]



El grado de iniciativa del alumno en las aplicaciones puede ir: desde el **tutor inteligente** que modeliza el aprendizaje y conocimiento humano para ir guiando al alumno dejándole pocos grados de libertad –teniendo en cuenta sus acciones para poder ir reformulando sus respuestas– , hasta el **micro-mundo** que modeliza un entorno susceptible de favorecer el aprendizaje y el grado de libertad del alumno es total.

2.10.3 Relación saber-software

Transposición didáctica es un término que describe el complejo proceso de transformaciones, en el que intervienen tanto instituciones como individuos, que sufre un saber a efectos de ser. El estudio de la transposición didáctica muestra que el saber, resultado final de estas transformaciones, que es enseñado, está a veces muy lejos del saber sabio (saber original en estado puro) del que se partió y que tiene características muy diferentes.

Éste es un concepto ya clásico en el área de Didáctica de las Matemáticas, caracterizado por Chevallard [Chevallard , 1991] y que en el caso de aprendizaje en entornos informáticos presenta ciertas variaciones.

Los conceptos que queramos usar se basan en el modelo de referencia (las matemáticas) pero al querer tratarlos con el software se ven restringidos por el lenguaje de programación que estemos usando y esto da lugar a un sistema formal que es el universo interno del ordenador. Es más, el dominio de fenomenología –lugar donde se produce el intercambio de información– también se verá restringido a los periféricos del ordenador.

Los entornos informáticos de aprendizaje son construyen a partir de una representación del conocimiento para un sistema de objetos y relaciones, representación accesible al usuario en la interacción de una forma más o menos significativa en relación al conocimiento. [Balacheff, 1994]

Como trabajamos con representaciones de un concepto, parte de la información queda oculta por la representación que utilizemos. Tendremos pues que decidir qué tipo de representación –geométrica, algebraica, de sombras– queremos.

“Cuando se crea un medio para mostrar, al mismo tiempo se crea un medio que impide ver. Esta paradoja es central en el problema de la comunicación y en el del aprendizaje”. [Balacheff , 1998]

Con lo anterior nos cuestionamos la distancia que separa el interface – dominio donde se produce el intercambio de información– del modelo de referencia teórico del que se partió. Al estudio de esta cuestión y al de las implicaciones que de ella se derivan es a lo que podemos llamar **transposición informática**. [Belmonte et al, 2002]

Es decir, el conjunto de transformaciones –y consecuencias que de ellas se derivan– que sufre un conocimiento desde el saber sabio (saber en estado puro) a efectos de que aparezca por pantalla.

El aprendizaje es el resultado de una construcción de conocimientos en el curso de una interacción con el entorno. El trabajo realizado con el conocimiento para que resulte manejable por el sistema –transposición informática– determina fuertemente la interacción entre el usuario y el sistema y por tanto el conocimiento que emerge de esta interacción. [Balacheff, 1994]

Cuando trabajemos un concepto matemático en un EIAH habrá que investigar qué aspectos de estos conceptos van a quedar resaltados por la específica construcción del micromundo. Dicho de otro modo, habrá que atender al **dominio de validez epistemológica**. [Balacheff et al, 1994]

2.10.4 Relación alumno-alumno

Los alumnos forman un plano en que tienen lugar todas sus relaciones e interacciones. Es una relación entre iguales, y se generan en el desarrollo del trabajo colaborativo, en torno a acciones del tipo: clarificar, valorar, animar, replicar...

Conseguir la participación activa de los alumnos en el aprendizaje supone desarrollar métodos de aprendizaje que produzcan interacciones efectivas. Esto corresponde a la llamada “enseñanza recíproca” [Järvelä, 1996] en la que en las situaciones didácticas los alumnos asumen progresivamente la responsabilidad de su aprendizaje y que también es un modelo colaborativo de resolución de problemas.

Una de las características que aportan el ajuste pedagógico mutuo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje es la naturaleza que puede tomar la interacción por medios telemáticos entre los alumnos colaboradores. Como vimos cuando hablamos de interacción, no es la posibilidad de poner en contacto distintos alumnos o grupos de ellos, sino el tipo de actividad sociocultural situada o actividad relacional y discursiva que se puede desarrollar en un determinado contexto virtual para favorecer (o no) un mayor aprendizaje del alumno. Esto es lo que se entiende por **interacción virtual**. [Barberá, 2000]

3 Entornos informáticos de aprendizaje colaborativo . (Computer Supported Col- laborative Learning CSCL)

3.1 Entornos de aprendizaje colaborativo con soporte TIC

Como consecuencia de los planteamientos expuestos anteriormente, podemos sin duda considerar que uno de los requisitos básicos de la educación del futuro es preparar a los alumnos para la participación en redes de trabajo de la sociedad de la información, pues en esta sociedad el conocimiento es un recurso fundamental para el desarrollo social y económico. Las instituciones educativas se están viendo forzadas a buscar nuevos y mejorados métodos pedagógicos que se acoplen a estos nuevos cambios. En este desarrollo se tienen muchas expectativas puestas en el papel que el ordenador pueda jugar en la reestructuración de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los entornos de aprendizaje colaborativo con soporte informático o CSCL (Computer Supporte Collaborative Learning) constituyen una de las más prometedoras innovaciones para desarrollar la enseñanza y el aprendizaje con ayuda de la tecnología de la información y la comunicación (TIC), especialmente en las disciplinas donde se desarrolla la lógica y las conexiones cognitivas, como es el caso de las Matemáticas.

Todavía en los 80, muchas experiencias de aprendizaje con soporte informático estaban basadas en el aprendizaje individual, que parecía crucial en el futuro de los ordenadores. Esta omisión de la interacción social fue la que llevó al fracaso a muchos enseñantes en esta década. [Isenberg, 1992], [Kreuger et al, 1989]

Durante los diez años siguientes la situación cambia radicalmente. La mayoría de los autores coinciden en señalar que el uso de las TIC en educación es una posibilidad tecnológica para facilitar la interacción social entre el profesor y los alumnos, y entre los alumnos. Colaboración y comunicación son una importante idea en los entornos de aprendizaje de trabajo en red, y la interacción social ha ido siendo tenida en cuenta cada vez más en el diseño de sistemas locales (que no funcionen en red). [Vosniadou et al, 1996]

En la actualidad no puede pensarse en ordenadores aislados y las capacidades de éstos pasan a un segundo plano ya que lo que interesa es que el ordenador sea un vehículo de transporte y presentación de información en el momento y sitio donde sea necesaria. No hay informática, ni computación, ni telecomunicaciones sin redes. La información no debe estar contenida en el ordenador donde se trabaja o aprende, sino se debe poder viajar hacia ella con el ordenador.

El aprendizaje colaborativo no es un simple aprendizaje en grupo (o cooperativo). [Dillemburg et al, 1996], [Roschelle et al, 1992]. Es importante distinguir entre ambos. La diferencia se basa en las distintas ideas que tienen del papel y la participación de los individuos participantes.

- El aprendizaje en grupo está estructurado en una división del trabajo entre los participantes. Es una actividad donde cada persona es responsable de una porción de la resolución del problema.
- El aprendizaje colaborativo envuelve el mutuo interés de los participantes en un coordinado esfuerzo en resolver el problema juntos.

El desarrollo de proyectos colaborativos a través de redes informáticas es una estrategia valiosa pero difícil de introducir en la institución educativa, ya sea por falta de acceso a e-mail, por las dificultades derivadas de la integración en el currículum de la telecomunicación o de la falta de comprensión de cómo se puede usar este recurso en el aula. El proveer de una herramienta de organización del aula, permite que los profesores vean por si mismo los espacios donde sus disciplinas deben ser reforzada, producto de un modelo organizado de trabajo independiente del contenido a enseñar, y que además se puede co-construir junto a otros profesores o establecimientos educativos.[Dreves, Parra, Campos, Flores, 2002]

Hay dos aspectos que han contribuido enormemente al desarrollo de las ideas del aprendizaje colaborativo con soporte informático CSCL.

1. La primera es el aprendizaje colaborativo, que fue un elemento importante en los programas pedagógicos de principios del siglo XX. El aprendizaje colaborativo ha constituido uno de los sucesos históricos más importantes en la historia de la educación. [Slavin, 1997].
2. La otra es el enorme desarrollo del trabajo en grupo con soporte informático CSCW (Computer Supported Collaborative Work). Diversos autores revelan que hay infinidad de aspectos sobre la naturaleza cooperativa del trabajo en un contexto informatizado. [Baskerville et al, 1995], [Tuomisto, 1994].

Un grupo cooperativo no mejora automáticamente la construcción de las habilidades cognitivas y las estructuras del pensamiento complejo. Para incrementar las posibilidades de mutuo entendimiento y de interacción social, son necesarias herramientas interactivas y adecuar éstas herramientas tanto a los nuevos conceptos de aprendizaje como al conocimiento previo de los estudiantes. [Katz, 1993]

3.2 Aprendizaje colaborativo

3.2.1 Antecedentes teóricos del aprendizaje colaborativo

La investigación en el aprendizaje cooperativo ha sido guiada, al menos, por tres teorías generales previas en el tiempo:

1. **La Teoría de la Interdependencia Social.** Quizá la teoría que más influye en el aprendizaje cooperativo se enfoca en la interdependencia social. Kurt Kafka, uno de los fundadores de la Escuela de Psicología de la Gestalt, propuso que los grupos eran un todo dinámico en el que la interdependencia entre los miembros variaba.
2. **La Teoría del Desarrollo Cognitivo.** Tiene gran parte de su fundamento en los trabajos de Piaget, Vigostky y otros teóricos. Para Piaget, cuando los individuos cooperan en el medio, ocurre un conflicto sociocognitivo que crea un desequilibrio, que a su vez estimula el desarrollo cognitivo.
3. **La Teoría del Desarrollo Conductista.** Se enfoca en el impacto que tienen los refuerzos y recompensas del grupo en el aprendizaje. Skinner se enfocó en las contingencias grupales, Bandura en la imitación, etc. Según Johnson y Johnson (1979) y más recientemente Slavin han hecho énfasis en la necesidad de recompensar a los grupos para motivar a la gente para que aprendan en grupos de aprendizaje cooperativo. [Slavin, 1991]

3.2.2 Antecedentes pedagógicos

Entre los muchos antecedentes que podríamos mencionar en el campo de la pedagogía, sólo consideraremos tres.

i) *J. J. Rousseau*: con una relación sólo periférica con el aprendizaje colaborativo, es conocida su insistencia en que el alumno se desarrolle libremente, sin “violencia” alguna desde fuera, dejándole que se comporte de forma natural, ya que “el hombre es bueno por naturaleza”. También consideramos como antecedente su rechazo total a la competición, a pesar de lo extendido que estaba en la educación de la época.

ii) *F. Ferrer i Guardia*: fundador de la Escuela Moderna, es un claro antecedente del aprendizaje cooperativo. Incluía elementos como la falta de competición a diferentes niveles, pretendiendo basarse en el conocido principio libertario de “solidaridad”, o sea, el apoyo mutuo que requiere la libre actividad cooperadora del educando.

iii) *C. Freinet*: difusor de la moderna pedagogía que se produjo al finalizar la I Guerra Mundial, motivado por las dudas que le origina la escuela que él vivió, se ve en la necesidad de crear técnicas que apuntan a una educación totalizada, que prepare para la vida. Su característica principal es la colaboración entre maestros, entre alumnos y de ambas partes entre sí. Esta corriente se llamó Movimiento Cooperativo de Escuela Moderna.

3.2.3 Colaboración en entornos de aprendizaje

El trabajo cooperativo lo hemos de entender como agrupación de personas que orientan sus esfuerzos para obtener resultados satisfactorios en el manejo de un tema o trabajo común.

Al realizar actividades cooperativas en el aula, los alumnos establecen metas que son beneficiosas para sí mismos y para los demás miembros del grupo, buscando así optimizar tanto su aprendizaje como el de los otros. El

equipo trabaja junto hasta que todos los miembros del grupo han entendido y completado la actividad con éxito.

El aprendizaje cooperativo es aquel en que el alumno construye su propio conocimiento mediante un complejo proceso interactivo en el que intervienen tres elementos claves: los alumnos, el contenido y el profesor, que actúa como facilitador y mediador entre ambos.

El profesor tiene un papel de seis partes en el aprendizaje cooperativo formal. [Johnson et al, 1994]

- Especificar los objetivos de la clase.
- Tomar decisiones previas acerca de los grupos de aprendizaje, el arreglo del salón y distribución de materiales dentro del grupo.
- Explicar la estructura de la tarea y de la meta a los estudiantes.
- Iniciar la clase de aprendizaje cooperativo.
- Monitorear la efectividad de los grupos de aprendizaje cooperativo e intervenir de ser necesario.
- Evaluar los logros de los estudiantes y ayudarlos en la discusión de cuan bien ellos colaboraron unos con los otros”

El profesor sabe que durante el trabajo de los grupos se van a perder cosas. Están oyendo lo que ocurre en pequeños grupos, observando acontecimientos simultáneos en el tiempo, escuchando cuestiones y propuestas... Otra función docente es socializar esas propuestas locales para facilitar el proceso. [Lopes, 1998]

Un aspecto muy valioso está relacionado con la heterogeneidad de los grupos de alumnos, que en la metodología tradicional no suele ser una ayuda, pero no es así en el aprendizaje cooperativo.

Las diferencias a nivel académico son muy potentes para el enriquecimiento del trabajo en el aula, pues los alumnos rápidos tienen la oportunidad de reforzar lo estudiado a través de la ayuda que ellos presten a sus compañeros y por su parte los alumnos de aprendizaje normal o lento tendrán la oportunidad de recibir un apoyo más cercano a través de su profesor y de sus compañeros. [Dockterman, 1992]

Las diferencias actitudinales también son combinadas. A los alumnos inquietos o “difíciles” se les asignan papeles (responsabilidades) en el grupo,

por ejemplo a un niño desordenado se le da el papel de observador del grupo (que le ayuda a tomar conciencia de su propia conducta), al más inquieto hace de cartero (manda los correos electrónicos a otros grupos), al niño más autoritario se le puede dar el papel de animado del grupo (debe asegurarse de que todos participan).

3.2.4 Colaboración en didáctica de las matemáticas

Un caso particularmente interesante de la eficacia del aprendizaje cooperativo lo constituye el caso del aprendizaje de las matemáticas. Éste es el campo donde hoy día más se está utilizando el aprendizaje cooperativo, pues si la instrucción de las matemáticas consiste en ayudar a los estudiantes a pensar, entender las conexiones entre varios hechos y procedimientos y ser capaces de aplicar flexible y significativamente el conocimiento formal, entonces el aprendizaje colaborativo debe ser empleado en las clases de matemáticas, al menos por estas razones. [Johnson et al, 1990a], [Johnson et al, 1990b], [Maruyama et al, 1983]

1. Existen pocas dudas de que la cooperación lleva aun mayor rendimiento en clase de matemáticas que los esfuerzos competitivos e individualistas.
2. Los conceptos y habilidades matemáticos son mejor aprendidos como parte de un proceso dinámico como una activa implicación por parte de los estudiantes. El aprendizaje de las matemáticas necesita ser activo más que pasivo. La enseñanza tradicional de las matemáticas se ha basado en el supuesto de que los estudiantes eran absorbentes pasivos de información, que almacenaban lo que aprendían en fragmentos fácilmente recuperables, como un resultado de una práctica y un reforzamiento repetidos. El aprendizaje activo requiere un reto intelectual y una curiosidad que surgen más fácilmente en las discusiones con otros estudiantes.
3. La solución de problemas matemáticos es una empresa interpersonal: el método de enseñanza es inseparable del contenido del currículum. Comentar los problemas de matemáticas con los compañeros ayuda a los estudiantes a entender cómo solucionarlos correctamente. Explicar las estrategias de razonamiento y los análisis de problemas a los compañeros a menudo lleva a la comprensión de los descubrimientos, a la utilización de estrategias de razonamiento de más alto nivel, y a implicarse en

pensamiento metacognitivo. Es más, tal discusión requiere que los estudiantes utilicen el lenguaje de las matemáticas y demuestren a los otros su razonamiento matemático.

4. El aprendizaje colaborativo aporta –a la hora de movilizar las energías potenciales del niño– un valor añadido: la investigación. Obtener resultados por investigación propia es más valioso en Matemáticas, desde muchos puntos de vista, que estudiar lo que otros han descubierto. No solo porque así profundizamos mucho más en la materia, sino porque la indagación propia exige más de nosotros. Se desarrollan aptitudes que el mero estudio no requiere y por ende tampoco fomenta: tenemos que proyectar, establecer contacto con la realidad, clasificar, juzgar, comparar y finalmente exponer lo elaborado para hacerlo accesible a los demás.
5. El aprendizaje cooperativo es un abordaje de la enseñanza en el que grupos de estudiantes trabajan juntos para resolver problemas y para terminar tareas de aprendizaje. Es un intento deliberado de influir en la cultura del salón de clases mediante el estímulo de acciones cooperativas. La enseñanza cooperativa es una estrategia fácil de integrar con el enfoque de la indagación al enseñar, [Hassard, 1990] que es fundamental en matemáticas, podríamos añadir.
6. Los grupos de aprendizaje de las matemáticas deben ser estructurados cooperativamente. Con una estructura de clase competitiva o individualista los estudiantes no se implican en el intercambio intelectual necesario para aprender matemáticas. Los estudiantes que compiten entre sí o que trabajan individualmente tienden a cortar la comunicación, a evitar el compartir con los otros análisis y estrategias, e incluso a comunicarse unos con otros deliberadamente información falsa.
7. El trabajo cooperativo tiene en las relaciones socioafectivas que se establecen entre los estudiantes. Se usa la cooperación como estrategia para disminuir la dependencia de los estudiantes de sus profesores y aumentar la responsabilidad de los alumnos por su propio aprendizaje. Esto tiene una importancia grande en la resolución de problemas de matemáticas, por el valor que tiene el que los alumnos comprendan los razonamientos y las soluciones de los problemas y no las acepten bajo el argumento de autoridad que pueda tener el profesor.

8. Trabajando cooperativamente en las clases de matemáticas, los estudiantes ganan confianza en su propia capacidad para las matemáticas. Dentro de los grupos cooperativos, los estudiantes reciben un gran estímulo y apoyo en sus esfuerzos para aprender procesos, estrategias y conceptos matemáticos.
9. En situaciones de aprendizaje cooperativo, en comparación con las competitivas individualistas, a los estudiantes suelen gustarles las matemáticas más y están motivados más intrínsecamente a aprenderlas de una forma continuada.

En suma, los datos sobre aprendizaje cooperativo indican que de cara a trabajar en proyectos de matemáticas y a convertirse en solucionadores más exitosos y confiados de problemas matemáticos, los estudiantes necesitan trabajar cooperativamente con otros. No sólo el éxito a la hora de resolver problemas y el rendimiento individual son mayores en los grupos cooperativos que en las situaciones competitivas e individualistas, sino que cuanto más conceptual sea el aprendizaje y cuanto más análisis se requiera, mayor será la necesidad de discutir, explicar y elaborar lo que está siendo aprendido, todo lo cual aumenta la capacidad de los estudiantes para comunicarse matemáticamente.

Pero no sólo es eficaz el aprendizaje cooperativo para el rendimiento de los estudiantes de enseñanza elemental o secundaria, sino también para estudiantes de enseñanza superior e incluso para adultos como profesores, científicos o ingenieros. Así, se ha dicho muchas veces por parte de la comunidad empresarial que la principal cuestión en la contratación de ingenieros no es sólo la competencia técnica sino también la capacidad del candidato para trabajar eficazmente en equipo. Por otra parte, tampoco los profesores poseen, porque no se les ha enseñado, las habilidades necesarias para la cooperación. Y sin embargo, si los profesores o los científicos quieren aprender unos de otros, deben interaccionar dentro de un contexto cooperativo.

3.2.5 Colaboración con tecnología de la información y la comunicación

Todo esto necesita pasarse por el filtro de las TIC y sufrir importantes adaptaciones, pues indudablemente las TIC aportan ventajas, pero también están sujetas a restricciones y complicaciones. El aprendizaje cooperativo con soporte TIC significa algo más que sentar un grupo de estudiantes frente al ordenador e internet, y decirles que se ayuden los unos a los otros.

Las nuevas tecnologías de la información y comunicación perfilan un nuevo paradigma informático-telemático, el cual incorpora alguna de las ventajas ya logradas con el paradigma multimedia e introduce nuevos elementos del uso de redes telemáticas. Éstos últimos crean ambientes en los que se integran los distintos medios de comunicación empleados por el hombre para transmitir un mensaje, –tales como texto, gráficos, imágenes, sonido y vídeo–, además de un aspecto fundamental como es la interacción del usuario con el sistema –de la que hablaremos detenidamente más adelante–.

Vamos a analizar herramientas o sistemas de gestión del conocimiento basándonos en dos características técnicas que consideramos fundamentales:

- el apoyo que prestan al trabajo colaborativo.
- el enfoque que tiene el sistema para proporcionar una estructura al conocimiento que maneja.

Utilizando estas características, seleccionaremos los que a criterio nuestro son los sistemas para la gestión del conocimiento más adecuados y relevantes tanto en el ámbito comercial, como en el desarrollo de proyectos de investigación.

El comportamiento del grupo está determinado en gran medida por las normas de comunicación que se desarrollan y por la naturaleza de la estruc-

tura que se forma como resultado de la interacción. [Bany et al, 1980] Es decir que lo que realmente determina la dinámica del aprendizaje colaborativo son los procesos de comunicación y de interacción dentro del grupo.

- a) **Interacción:** se refiere a las relaciones entre dos o más personas en las cuales los actos de cada una de ellas afectan a las de la otra u otras. Está más que suficientemente comprobado que los niños y los adultos se comportan de manera diferente cuando forman parte de un grupo y cuando forman parte de otro.
- b) **Comunicación:** para establecer un grupo cooperativo es necesario establecer buenas relaciones entre los alumnos y entre el profesor y los alumnos. Por ello será fundamental una buena comunicación. La escuela suele proporcionar muy pocas oportunidades durante los periodos regulares de clase para discutir e intercambiar ideas.

Estos dos elementos determinantes son grandes cualidades de las T.I.C., pues no sólo pueden permitir mucha interacción, sino que con internet, se ha entrado en una dinámica donde la comunicación es fácil, rápida y eficaz.

El concepto de **interacción educativa** se interpreta como situaciones en donde los protagonistas actúan simultáneamente y recíprocamente en un contexto determinado, en torno a una tarea o un contenido de aprendizaje con el único fin de lograr objetivos claramente determinados [Coll, 1997]

3.2.6 Técnicas concretas de aprendizaje colaborativo

La cooperación es mucho más que estar cerca unos estudiantes de otros, discutiendo el material con otros, ayudando a otros estudiantes, o distribuyendo el material con otros, aunque cada uno de estos aspectos es importante

en el aprendizaje cooperativo. Para que haya realmente aprendizaje cooperativo se deben incluir al menos estos cuatro elementos:

- Interdependencia positiva
- Interacción directa entre los alumnos
- Responsabilidad individual
- Utilización por parte de los miembros del grupo de las habilidades interpersonales.

[Ovejero, 1990]

Existen varios métodos que cumplen adecuadamente tales requisitos y que están siendo implementados exitosamente en las escuelas. Vamos a detenemos un poco más detenidamente en los que se usan preferentemente en Matemáticas.

- Técnica del rompecabezas o “Jigsaw”. En ella el material que trabajan los estudiantes ha sido partido o rompecabezado en tantas secciones o trozos como miembros tenga el grupo. Esta técnica tiene dos características importantes:
 - primero, ninguno de ellos podría hacerlo bien sin ayuda de cada uno de los otros miembros del grupo
 - segundo, cada miembro tiene una única y esencial contribución que hacer [Aronson et al, 1980].

Este método de aprendizaje interdependiente incrementa la atracción de los estudiantes hacia sus compañeros y hacia la escuela, aumenta su autoestima, mejora su rendimiento académico, disminuye su competitividad y les ayuda a ver a sus compañeros como fuentes de aprendizaje.

- Equipo asistido por el individuo, o TAI (Team Assisted Individuation). Se aplica preferentemente en la enseñanza de las Matemáticas. [Slavin et al, 1986]
 - A los estudiantes se les pasa una prueba de matemáticas antes de formar los grupos después de una instrucción individualizada.

-
- Después se forman parejas o tríos en los que se intercambian sus respuestas a las preguntas planteadas.
 - Cada estudiante trabaja 4 problemas de su hoja, y verifica las respuestas con sus compañeros. Si son correctas pasa a la siguiente fase. Si hay alguna errónea pide ayuda a sus compañeros (o al profesor) hasta que logre tener correctas 4 seguidas.
 - Cuando tiene correctas 4 seguidas pasa a hacer un control de otros 4 problemas en los que vuelve a trabajar sólo. Los compañeros del grupo corrigen, y si logra hacer bien más de la mitad lo firma como válido. En caso contrario llama al profesor para que les ayude.
 - Co-op Co-op. Es una forma de aumentar la implicación de los estudiantes en el aula. Tiene los siguientes pasos: [Kagan, 1985]
 - Se diseñan experiencias iniciales, incluyendo discusiones, para centrar el tema y estimular la curiosidad.
 - Se construyen equipos y se selecciona un tema para cada equipo, de modo que unos temas se complementen con otros.
 - El grupo subdivide el tema y cada estudiante se hace experto en un aspecto. Luego individualmente recogen y organizan información.
 - Cada estudiante presenta al grupo lo que ha aprendido del tema elegido. En una segunda ronda de presentaciones del subtema se tiene oportunidad para discutir y relacionar todo el tema.
 - Se presentan los temas a toda la clase, y se discute o pregunta lo que sea necesario.

Además se consideran los siguientes métodos adecuados para la disciplina matemática [Serrano, 1992]:

- *Jig saw II*. En este método todos conocen todo, pero cada uno debe profundizar en una parte.
- *Teams games tournaments*. Se preparan para jugar individualmente, repercutiendo en el grupo los éxitos de sus compañeros. Este método está recomendado para grupos de alumnos con relaciones de interdependencia complicadas.
- *Students teams and achievement divisions*. Se divide el alumnado por rendimiento académico, y a continuación se hace partícipe al grupo de los éxitos de sus miembros en pruebas estandarizadas.
- *Investigación en grupo*. Trabajan sobre un proyecto o problema seleccionado por ellos y acaban la actividad redactando un informe.

3.3 El trabajo colaborativo con soporte informático. CSCW

El ingreso a la nueva era de e-business ha traído consigo cambios significativos en la forma de trabajar e interactuar entre personas y compañías. La enorme fuerza con que han surgido las llamadas nuevas tecnologías, repletas de posibilidades – sobre todo comunicativas –, está ocasionando profundas reformas en la manera de entender el trabajo.

Es conocido que el trabajo en las organizaciones se está convirtiendo cada vez más en trabajo colaborativo y en grupo.

Dos tipos de argumentos para una cada vez más profunda colaboración:

- i) Desde el punto de vista de la teoría de la organización, la colaboración es el principal proceso de trabajo en grupo que produce confianza, integridad y buenos resultados construyendo verdaderos consensos. [Marshall, 1995]
- ii) Desde el punto de vista de la distribución, muchas de las demandas cognitivas del trabajo moderno hacen de la colaboración y del trabajo en red herramientas necesarias para el éxito en la resolución de los problemas.

El éxito en el trabajo colaborativo requiere una cultura de colaboración, una visión común, equipos de procesos y sistemas de información y comunicación.

El trabajo colaborativo con soporte informático, CSCW (Computer Supported Collaborative Work) está basado en el Groupware, que es el soporte de los individuos que trabajan juntos en una organización. El "Groupware" o también llamado "Trabajo Colaborativo" es una de las más incipientes tecnologías de interacción personal y comercial del mundo de los negocios es. El concepto "Groupware" es la convergencia de lo que anteriormente se consideraban tecnologías independientes: como la mensajería, la conferencia y los

flujos de información dentro de una organización o entre diferentes organizaciones.

Podemos referirnos [Coleman, 1997] a diferentes definiciones de groupware:

- Proceso grupal intencionado mas software para darle soporte. (Peter Johnson-Lenz)
- Sistema de desarrollo conjunto entre hombre y herramientas (Doug Englebart)
- Colaboración mediante el ordenador que aumenta la productividad y funcionalidad de los procesos entre personas (David Coleman)

Muchas de las aplicaciones groupware dan soporte a una base de datos en una mano, y en la otra sirven como sistema de desarrollo de plataformas en las que construir aplicaciones de trabajo. Estas permiten colaboración síncrona y asíncrona al introducir estructuras que facilitan el proceso de participación, organización y navegación informática en un espacio electrónico interactivo. [Vandenbosch et al, 1997]. Video conferencias, conferencia en línea, aplicaciones de co-autor, sistemas de trabajo conjunto, calendarios de grupo son ejemplos de groupware. [Grudin, 1991]

Poniendo el concepto en tres planos diferentes: la comunicación, la coordinación y la colaboración, podemos decir que Groupware es una herramienta que ayuda a los individuos a trabajar juntos en un modo cualitativamente mejor que el planteado por los esquemas de organización tradicionales, proporcionando:

- Comunicación con colegas a través de correo electrónico.
- Colaboración en grupos de trabajo a través de un espacio de trabajo virtual.

- Coordinación de procesos estratégicos rediseñando la estructura del proceso de negocios para comunicar y crear mecanismos de colaboración así como implementar políticas bien definidas en la empresa.

Las empresas de esta manera buscan:

1. Hacer que la tecnología mantenga comunicados a todos los integrantes de una corporación, sin importar barreras geográficas o de tiempo.
2. Hacer que la tecnología provea una manera efectiva de diseñar y de evolucionar las prácticas productivas para la corporación (Políticas y Procedimientos).
3. Hacer que la tecnología permita a la organización capitalizar conocimientos, experiencias, creatividad e iniciativa de los individuos.
4. Hacer que esta tecnología promueva una cultura de compromiso a través de los procesos de la corporación.

La tecnología groupware ofrece la oportunidad de incrementar positivamente la colaboración en organizaciones al permitir la creación de comunidades de conocimiento que puedan alentar organizaciones a través de ideas más abiertas y participadas. [Vandenbosch et al, 1997], [Coleman, 1997], [Hiltz et al, 1993]

La conectividad e interacción social de usuarios que adoptan una comunicación a través del ordenador aumenta notablemente, y provoca una tendencia fuerte hacia una participación más equitativa y un requerimiento-ofrecimiento mayor de opiniones. [Hiltz et al, 1993]

De esta manera cada corporación capitaliza beneficios mediante diversos mecanismos que permite el trabajo en grupo, es decir:

- Recolectando la Información que generan.
- Almacenándola.

- Generando diagnósticos.
- Administrándola.
- Armando planes de acción alrededor de esta información.
- Implantando los planes de acción.
- Dando un seguimiento detallado de cada instancia.
- Recolectando de nuevo la información.
- Retroalimentando los procesos.

Los problemas en la implementación del CSCW no están originados siempre por las aplicaciones groupware. La naturaleza básicamente competitiva de las organizaciones es la que limita el interés por la tecnología que da soporte a la colaboración. [Orlikowski, 1992]. En una revisión de estudios acerca del CSCW incluso se llega a concluir que este tipo de trabajo permite manejar colaboración sólo en las organizaciones que tienen una inherente cultura de colaboración. [Kiely, 1993]

En otros estudios al caso se determina que estas tecnologías sólo promoverán la colaboración de una organización cuando:

- i) Los miembros de la organización tengan la necesidad de colaborar.
- ii) Los usuarios entiendan la tecnología y cómo puede ésta dar soporte a la colaboración.
- iii) La organización ofrezca un soporte apropiado para la adopción, implementación y uso continuado de la tecnología.
- iv) La cultura de la organización de soporte a la colaboración.

Sin un cuidadoso plan de introducción y los cambios que conlleve, el impacto del sistema de colaboración con ordenadores estará tremendamente limitado. Una implementación que tenga éxito de tecnología de la colaboración requerirá tanto un asesoramiento tecnológico detallado como un buen

programa de formación para introducir esta nueva tecnología y su potencial a los miembros de la organización [Vandenbosch et al, 1997].

4 Herramientas de CSCL

4.1 Aprendizaje colaborativo con soporte TIC

Un grupo cooperativo no desarrolla automáticamente la construcción del conocimiento y las estructuras del conocimiento de los individuos. En orden a aumentar las posibilidades de entendimiento mutuo y las tareas de interacción social, herramientas de interacción son necesarias y deben ser adaptadas y adecuadas a los nuevos conceptos de aprendizaje y experiencias previas de los estudiantes [Katz & Lesgold, 1993].

Diferentes herramientas se han ido diseñando para facilitar el trabajo cooperativo de los estudiantes y el aprendizaje colaborativo en Matemáticas. Algunas de ellas han sido originalmente planificadas para ser usadas como herramientas colaborativas de aprendizaje de las matemáticas, pero hay otros programas que se han encontrado útiles para la interacción social aunque originalmente fuesen pensadas para el aprendizaje individual.

No se puede pensar que haya solución sencilla en la selección y el uso de tecnologías en la educación convencional o virtual. De hecho, la toma de decisiones en esta área se vuelve cada vez más difícil con la proliferación de nuevas tecnologías, nuevos sistemas y nuevas iniciativas de enseñanza. [Bates, 1999]

No hay un único criterio para clasificar estos sistemas de aprendizaje colaborativo con soporte informático, las CSCL (Computer Supported Collaborative Learning). En esta revisión haremos algunas distinciones básicas, basadas en el tipo de tecnología usada y las soluciones pedagógicas aportadas. Muchos autores [eg. Dede, 1996] han mostrado cómo muchos programas y aplicaciones pueden ser usados para facilitar el aprendizaje y la enseñanza colaborativos, incluyendo aplicaciones especiales para trabajo en red, diferentes aplicaciones multimedia e hypermedia y simulaciones experimentales. No es el único camino de aplicación de la tecnología pero es un buen camino de implementación de la tecnología que apoye la colaboración entre estudiantes.

Un análisis profundo de cómo los ordenadores pueden facilitar el aprendizaje colaborativo hace distinción entre interacción alrededor de los ordenadores (around computers) e interacción con los ordenadores (through computers). [Crook, 1994].

La primera perspectiva son lo que se llaman “sistemas locales de aprendizaje” que consideran los ordenadores como herramientas que facilitan y promueven la comunicación cara a cara entre pares de estudiantes o en grupos pequeños. La tecnología puede, en estos casos, servir como soporte colaborativo al proveer a los estudiantes de “puntos de enganche”. Se parte de que la situación de una clase tradicional no tiene recursos fuertes para una colaboración con éxito. No hay suficientes puntos de enganche en los que coordinar acción y atención. [Jarvela et. al, 1998]

La segunda perspectiva son los llamados “sistemas de aprendizaje en red” y se refieren al uso de redes informáticas. Las redes de área local (LAN) o globales, como Internet, proveen a la educación de herramientas de colaboración y de multimedia (e-mail, tableros electrónicos, sistemas de conferencia, sistemas de trabajo en grupo).

4.2 Herramientas y Sistemas LOCALES de aprendizaje colaborativo en Matemáticas. (“around computers”)

Como acabamos de ver estos sistemas interpretan los ordenadores como herramientas que facilitan y promueven la comunicación cara a cara entre pares de estudiantes o en grupos pequeños, es decir, sirven como soporte colaborativo y de “punto de enganche” en la colaboración presencial.

4.2.1 Programas individuales convencionales reorientados en un contexto colaborativo

En muchos experimentos educativos los ordenadores se han usado para facilitar el aprendizaje colaborativo cara a cara de los estudiantes. Dos ejemplos:

4.2.1.1 LOGO

Quizá la idea original de LOGO, el programa desarrollado por Seymour Papert (1980) fuese dar oportunidades para la construcción espontánea de procesos en un estudiante solo; muchos trabajos de campo han mostrado la importancia de la colaboración entre estudiantes en este entorno. [Crook, 1994]

Pero hay argumentos que demuestran que las capacidades que LOGO produce para descubrir y facilitar la colaboración entre estudiantes son las que le han hecho tan importante como herramienta pedagógica. [Eraut, 1995], [Järvelä, 1996]

Es un claro ejemplo de cómo con los principios del constructivismo (Papert trabajó junto a Piaget desde 1959 hasta 1964 en el Centro de Epistemología Genética de Ginebra) unidos a la Inteligencia Artificial (posteriormente Papert trabajó con Marvin Minski en el Instituto Tecnológico de Massachusetts) dan lugar a un lenguaje que atiende a los principios de la Didáctica Fundamental, aun sin haberse desarrollado ésta cuando se creó.

4.2.1.2 Cabri-Geométre

Es el mundo de la geometría con regla y compás. Esta aplicación ha sido desarrollada por J.M. Laborde en el IMAG de Grenoble y se considera la primera aplicación de este tipo con divulgación a nivel mundial.

Las construcciones se hacen sin más que “pinchar y arrastrar” y las modificaciones del mismo modo, pero quedando modificados en tiempo real todos los demás elementos relacionados con el “arrastrado”.

Los conceptos claves utilizados en la elaboración de Cabri-geomtre y que lo caracterizan son los de “micromundo”, “manipulación directa” y “compromiso directo con la tarea”. [Laborde, 1995]

Contínuamente se están realizando mejoras y aplicaciones sobre él manteniendo los principios teóricos: Cabri-Euclide, Tele-Cabri

4.2.2 Programas con propiedades especiales para facilitar la colaboración

4.2.2.1 TELE-CABRI.

Es la versión java del Cabri-Geométre, y mantiene sus principios teóricos, con el valor añadido de poder ejecutar todas sus funciones a través del web. Esta mejora permite una actividad colaborativa a distancia a través de internet, y por tanto una más fácil colaboración.

4.2.2.2 ALGEBRALAND y GEOMETRY TUTOR.

Muchos entornos de aprendizaje han sido diseñados directamente para que la propia herramienta y el interface del programa sean el soporte de una interacción social entre los estudiantes. Es posible incluso facilitar respuestas al aprendizaje con ayuda de programas informáticos [Collins et. al, 1988] que de algún modo ponen en pantalla los caminos para el aprendizaje y las soluciones.

4.2.2.3 TAP y HERON

Posteriormente otras aplicaciones han utilizado esta idea para implementar la respuesta del estudiante, pero sólo entre el estudiante y la máquina. Son aplicaciones como TAPS [Derry, 1990] y HERON [Reusser, 1996]. Tanto TAPS como HERON están diseñados para trabajar en resolución de problemas matemáticos. Una de las líneas principales de ambos programas es el interface gráfico, que está planificado para exteriorizar el proceso de resolución de problemas en forma de diagrama. El interface de HERON se ha probado como ayuda para aprendizaje individual y para aprendizaje colaborativo. [Pauli et. al, 1997]

4.2.2.4 ALEL

Ha sido desarrollado para la enseñanza experimental de estadística en niveles universitarios y tiene resultados parecidos a los programas anteriores. [Lehtinen et al, 1998]. En el entorno ALEL los estudiantes planifican y conducen su propio experimento en un simulador. Cuando están realizando el experimento, el sistema genera paso a paso una representación externa de la estructura de la actividad. Esta representación se pasa por pantalla como un diagrama en tres dimensiones. Los estudiantes crean diseños experimentales que se definen en secuencias de acciones. Partiendo de las observaciones en los procesos de interacción de los estudiantes Lethinen y sus colaboradores concluyen que el grado de efectividad de ALEL está basado, al menos en parte, en la propiedad del programa de dar soporte a interacciones sociales entre estudiantes en un dominio conceptual complejo. [Lethinen et al, 1998], [Lethinen et al, 1996]. Las representaciones gráficas de las actividades de los alumnos son una magnífica herramienta de respuestas en actividades colaborativas.

4.2.2.5 DESIGN STUDIO

Es una herramienta para el aprendizaje colaborativo con ordenador para Matemáticas, que también promueve la colaboración cara a cara de los alumnos en una línea parecida a los anteriores.

4.2.2.6 MEMOLAB

Es sin duda uno de los entornos más especiales para el aprendizaje colaborativo dentro de este apartado. En este entorno, los estudiantes tienen una interacción social con un “socio artificial”, es decir, el que acompaña en el aprendizaje al alumno es un agente artificial. Desarrollado por Dillenbourg y un grupo de colaboradores, el programa de enseñanza provee al estudiante de una serie de agentes que colaboran con él durante las simulaciones (entrenador, tutor, experto). [Dillenbourg et al, 1994], [Dillenbourg et al, 1996]

4.3 Herramientas y Sistemas EN RED de aprendizaje colaborativo en Matemáticas. (“through computers”)

Estos sistemas se apoyan en las redes informáticas y en la última década en Internet. Surgen como consecuencia del rápido desarrollo y expansión de las redes informáticas, y de su fuerte influencia en las herramientas y métodos de CSCL. Estas redes facilitan la colaboración de los estudiantes incluso en situaciones donde no puede haber comunicación cara a cara. El profesor y los estudiantes pueden interactuar por el ordenador, libres de las limitaciones de tiempo y espacio.

Pero en estos sistemas hay diferentes niveles según sea el soporte colaborativo del entorno informático, que puede ir desde el simple correo electrónico hasta redes colaborativas hypermedia.

Dejando aparte las características que deben cumplir estos sistemas o herramientas, vamos a clasificar las que ponen el énfasis en el manejo colaborativo del conocimiento y dan especial importancia al usuario y sus características, y a la comunidad de usuarios como unidad de trabajo. Estas son las herramientas que proporcionan espacios compartidos, los sistemas de recomendación, los que están destinados al trabajo colaborativo, y por último los sistemas integrales.

1. Espacios compartidos
2. Sistemas de recomendación
3. Sistemas colaborativos
4. Sistemas integrales
5. Sistemas combinados multi-herramientas

4.3.1 Espacios compartidos

En primer lugar tenemos una serie de herramientas o sistemas que nos proporcionan una interfaz de espacio compartido donde el grupo de alumnos pueden interactuar para compartir conocimiento, crear nuevo conocimiento de manera colaborativa, etc.

Estos sistemas típicamente ofrecen una serie de funcionalidades:

1. Herramientas para compartir contenidos: para compartir ficheros, contactos, enlaces.
2. Herramientas de actividades conjuntas: navegación por la Web en conjunto, dibujo y edición.

3. Herramientas de comunicación: mensajería, foros de debate, charla o chat. multiusuario, calendario en grupo.

[Cobos et. al., 2001]

Ejemplos de sistemas de este tipo tenemos:

- BSCW (Basic Support for Cooperative Work): herramienta desarrollada por GMD, German National Research Center for Information Technology <http://bsew.gmd.de/>
- Groove, desarrollado por Groove Networks <http://www.groove.net>

4.3.2 Sistemas de recomendaciones

Los sistemas de recomendación se basan en el filtrado colaborativo de información que hace que le llegue a cada alumno lo que podría ser más de su interés teniendo en cuenta sus gustos, preferencias o intereses. El objetivo de estos sistemas es encontrar la información que otros alumnos de similares características han encontrado útil y recomendarla [Wyner, 1998]. De forma general el término "sistema de recomendación" hace referencia tanto a los sistemas que se dedican a recomendar listas de información como a los que ayudan a los usuarios a evaluar dicha información [Schafer et. al., 2000].

4.3.2.1 *Herramientas adaptadas para aprendizaje (diseñadas para CSCW)*

Tapestry. De XeroX PARC, se puede considerar como uno de los primeros pasos en el filtrado colaborativo.[Goldberg et. al., 1992].

Surgirían entonces distintos proyectos y sistemas de recomendación. Ejemplos son GroupLens [Resnick et. al., 1994], EachMovie (<http://www.research.compaq.com/SRC/eachmovie>) y el incluido en Amazon.com (<http://www.amazon.com/>).

Herramientas similares son Jasper II, desarrollado por British Telecommunications (<http://www.lags.bt.com/projects/>) y que es un sistema cuya finalidad es estimular el intercambio de conocimiento tácito y explícito a través de comunidades de interés [Davies, 2001]

4.3.2.2 Herramientas de aprendizaje

Más orientado al aprendizaje como tal tenemos NewKnow, que ha sido desarrollada por la compañía NewKnow Network (<http://www.newknow.com/>). Esta herramienta clasifica el nuevo conocimiento en categorías y ofrece la posibilidad de crear relaciones entre documentos, las cuales se crean por las consultas de los alumnos a estos documentos.

Coins ha sido desarrollado por GMD, German National Research Center for Information Technology (<http://orgwis.gmd.de/projects/Coins/>), el cual recomienda páginas Web relevantes que han obtenido una alta valoración por parte de las personas que las han leído recientemente.

4.3.3 Sistemas colaborativos

En este grupo tratamos los sistemas o herramientas destinadas al trabajo colaborativo para el aprendizaje. El aprendizaje colaborativo, como actividad social que es, implica a una comunidad de estudiantes que comparte conocimiento y adquieren nuevo conocimiento, proceso que se ha denominado "construcción social del conocimiento" [Jonassen et. al., 1992].

Estos sistemas tienen tres propiedades que caracterizan la forma o manera de permitir el aprendizaje de los alumnos, éstas son: la integración, la administración y la distribución del conocimiento de los alumnos.

En común, estos sistemas tienen:

- i) Un espacio para la comunidad de estudiantes, donde dispondrán de una serie de herramientas colaborativas que les facilite su trabajo conjunto, así como el intercambio de ideas y conocimiento entre ellos.
- ii) El conocimiento estará estructurado generalmente por temas. Las unidades de conocimiento serán no sólo documentos, sino también ejercicios, estudios, preguntas-respuestas, etc.[Cobos et. al., 2001]

4.3.3.1 Herramientas adaptadas para aprendizaje (diseñadas para CSCW)

GETLE

(<http://wbt-2.iicm.edu/product>). Desarrollado por la universidad Graz (Austria) propone un sistema donde el conocimiento está compuesto por una biblioteca estática (libros y revistas digitales) y una biblioteca dinámica (indexación de Web sites, bases de datos de conocimiento experto humano, foros de debate, etc.), y todo puede verse como una colección de conocimiento en temas, lecciones y términos [Dietinger et. al.,1998].

WebCT

(<http://homebrew.cs.ubc.ca/webct/papers>). Es un sistema de conferencia en web desarrollado por el Departamento de Informática de la Universidad de British Columbia-Vancouver. Es similar a otros sistemas basados en listas de correo electrónico pero con valores añadidos como: la existencia de un moderador, una estructura de documentos, o una base de datos de documentos. Esto hace una interacción más efectiva. [Goldberg et al, 1997]

4.3.3.2 *Herramientas de aprendizaje*

CSILE

(<http://csile.oise.on.ca/intro.html>). Es el sistema considerado prototipo por la comunidad científica en lo referente a entornos informáticos de aprendizaje colaborativo. Desarrollado pensando en la educación elemental, es un entorno para construir, articular, explorar y estructurar conocimiento. Está basado en una ingeniosa aplicación de conocimiento colaborativo y resolución de problemas. El sistema facilita el proceso de creación del conocimiento, y el estudiante es responsable de sus aportaciones a la base de datos común. El sistema facilita la comprobación de los argumentos utilizados pues cada estudiante tiene acceso a todos los textos, comentarios y notas producidos por los otros alumnos colaboradores. [Scardamaria et. al., 1989, 1990, 1991b, 1993, 1994, 1996]

DEGREE

(<http://www.uned.es>). Es el acrónimo de Distance education Environment for GRoup ExperiencEs, desarrollado por la U.N.E.D (Universidad Nacional de Estudios a Distancia). Es un sistema que gestiona el conocimiento de los estudiantes expresado en forma de ideas. DEGREE permite a los alumnos el intercambio de ideas y contribuciones con el fin de llegar a acuerdos y poder ir elaborando un documento de manera conjunta. [Barros & Verdejo, 2000].

KidCode

Es un software basado en el correo electrónico, diseñado por encargo del NCTM (National Council of Teacher of Mathematics) para ser un complemento en el currículo base estándar del propio NCTM, y cubre la necesidad de desarrollar enlaces conceptuales entre las actividades matemáticas concretas y las matemáticas como lenguaje.

Es un sistema de software interactivo que facilita las actividades de aprendizaje colaborativo pensado para alumnos entre 5 y 12 años. El prototipo de software consiste en una secuencia de actividades de aprendizaje en parejas que se desenvuelve en un contexto electrónico de correo. El propósito de estas actividades –desarrolladas por Umbanet Inc. y EDC/Center for children and Technology- es ayudar al niño a desarrollar su comprensión y representación simbólica en sus diferentes maneras de manifestarse, como importante prerrequisito para el desarrollo de las competencias matemáticas y de lenguaje.

<http://www.umbanet.com/kidcodeproject.htm>

KIE

El proyecto KIE (Knowledge Integration Environment) es un proyecto pionero en el uso educacional de internet y el world wide web para estudiantes de secundaria y bachillerato. <http://www.kie.berkeley.edu/KIE.html>

Es un sistema desarrollado para varios propósitos educativos, fundamentalmente relativos a hacer reflexionar a los estudiantes sobre sus propias ideas científicas mientras consideran nuevas evidencias. Está pensado para dar cabida al debate, a la crítica y al diseño de proyectos.

Buscar información en la red es necesario pero no suficiente. Los estudiantes deben analizar las evidencias, producir explicaciones para fenómenos del mundo real. Deben aprender a crear sus propios argumentos ,basados en principios científicos, para diseñar las soluciones a los problemas.

Tiene un sistema con el que, usando una representación de los argumentos, trata de hacer visibles los pensamientos y razonamientos de los alumnos y de los grupos. Esta herramienta de argumentar es parte de KIE. Consigue que el pensamiento de los estudiantes sea visible en actividades individuales o colaborativas en la clase. [Bell, 1997]

WISE

El “Web-based Integrated Science Environment” -siglas a las que responde WISE- es un sistema para la adquisición de conocimiento basado en la Web al que da soporte la National Science Foundation, que se considera el sucesor natural del proyecto KIE, con logros y características similares, pero cuyo software está ahora completamente basado en web. Su objetivo principal es el de proveer a los docentes de una herramienta didáctica de trabajo colaborativo mediante la cual los estudiantes aprendan y respondan a controversias científicas contemporáneas mediante el diseño y debate de soluciones. [Cuthbert, 1999]. Además de ofrecer de un espacio para la comunidad de estudiantes, da soporte a otros tipos de comunidades de usuarios, como por ejemplo a un grupo de docentes interesados en crear un área de conocimiento común y compartir ideas y referencias sobre el tópico y la estructura a tratar de éste [Baumgartner et. al., 1998]. (<http://wise.berkeley.edu>).

4.3.4 Sistemas combinados multi-herramientas

Consideramos en este apartado a los proyectos de enseñanza que proporcionan a los estudiantes diversas herramientas de aprendizaje colaborativo simultáneamente y además herramientas asíncronas multimedia (de trabajo específico).

4.3.4.1 MC

Miller y Castellanos han elaborado un estudio del uso de la tecnología en la enseñanza colaborativa de las Matemáticas. [Miller et al, 1996] En él combinan también dos tipos de herramientas:

- Virtual Notebook System Trademark (VNS) que es un sistema hipertexto multimedia, con un cuaderno y espacio de pruebas electrónico, donde los estudiantes crean y ponen a prueba sus propuestas. La información queda organizada en segmentos de texto, dibujo, audio, video, imágenes animadas, enlaces, videoconferencias.
- MATLAB. Es un programa de matemática avanzada, que funciona como lenguaje de programación para computación y cálculo numérico.

4.3.4.2 *CoVis*

(<http://www.covis.nwu.edu/info>) Learninf Through Colaborative Project es un desarrollo para el estudio de Matemáticas y Ciencias en el equivalente al Bachillerato, que integra el trabajo en red con ordenadores y el aprendizaje colaborativo. Roy Pea y sus colaboradores han desarrollado un sistema con dos tipos de herramientas: [Pea et al, 1994]

- Una de visualización que incluye gráficos, imágenes, colores y vídeos, y que permite manejar muchos datos propios y de otros alumnos de forma visual.
- Software colaborativo (conectividad por Internet), que posibilita a los estudiantes interactuar como si de una comunidad se tratase.

[Gómez et al, 1995]

4.3.4.3 *CLAVIJO*

([http:// www.blues.uab.es/~ipdmc/Murillo/presenta/Murillo/princi.html](http://www.blues.uab.es/~ipdmc/Murillo/presenta/Murillo/princi.html)). Es un proyecto de aprendizaje de Geometría a través de la red desarrollado por Murillo que utiliza dos tipos de herramientas:

- Cabri II Geometre. Es un software de geometría dinámica de uso muy extendido, y del que ya hemos hablado en el apartado 1a. Permite construcciones geométricas visuales y su modificación manteniendo fijos los elementos de la construcción.
- Elementos usuales de comunicación por Internet, estos son, Ms-Outlook e iExplorer. [Murillo et al, 1995]

4.3.4.4 DELTA

Direct Electronic Learning Teaching Alternative (DELTA) es un proyecto de enseñanza aprendizaje electrónico que trata de diseñar el aula del siglo XXI. Combina los dos tipos habituales de herramientas: [Sutton et al, 1996]

- CalREN (California Research and Educational Network) que es una aplicación en red que proporciona vídeo, diapositivas y cámaras.
- Software de conectividad a través de Internet.

Está diseñado para proveer tanto a facultades como a estudiantes de un acceso a la rica diversidad de materiales digitales formativos, para el auto-aprendizaje y para su presentación electrónica en el aula.

<http://www.calpoly.edu/delta.html>

Tiene tres objetivos principales: proporcionar instrucción de calidad y efectiva, aumentar el acceso a la educación superior mejorando la posibilidad de accesos, y promover la productividad con el uso de fondos públicos.

4.3.4.5 *BAGHEERA*

(<http://www-baghera.imag.fr>). Es un proyecto de aprendizaje de Geometría a través de la red desarrollado en el Laboratorio Leibniz en el IMAG de Grenoble (Francia) y que utiliza dos tipos de herramientas:

- Cabri II Geometre. Software de geometría dinámica muy extendido, y del que ya hemos hablado en el apartado 1a, que permite construcciones geométricas visuales y su modificación manteniendo fijos los elementos de la construcción.
- Elementos de comunicación e interacción en grupo a distancia. Además incluye sistema de control y registro por parte del profesor.

4.3.5 **Sistemas integrales**

Vamos a analizar herramientas que integran el conocimiento colectivo en un espacio

común, en forma de repositorio o memoria organizacional. Las unidades de conocimiento que gestionan estas herramientas son generalmente documentos en cualquier formato, desde páginas Web, hasta documentos personalizados con un formato específico. [Cobos et. al., 2001]

Estos sistemas están basados en redes informáticas locales o globales, y tienen una arquitectura cliente-servidor. Son entornos multifunción que proveen a los alumnos y a los profesores de:

- i) herramientas de comunicación
- ii) herramientas de creación y elaboración de documentos

[Newman et al, 1992], [Barker et al, 1990], [Bump, 1990], [Butler et al, 1991], [Hawisher et al, 1991].

La estructura que proponen para las unidades de conocimiento en estos sistemas atiende elementalmente a dos necesidades:

La necesidad de representar la estructura inherente al conocimiento manejado, para lo cual el mecanismo más empleado es una jerarquía de temas, lo que bien se podría denominar “árbol de conocimiento” [García, 2000]. Otro posible mecanismo es mediante redes jerárquicas de nodos conectados entre sí por relaciones.

La necesidad de organización del conocimiento en función de quién o quiénes lo utilicen y cómo lo compartan entre sí. Aquí descubrimos estructuras que están basadas en los grupos de discusión que se forman.

4.3.5.1 Herramientas adaptadas para aprendizaje (diseñadas para CSCW)

Sistemas que organizan el conocimiento en una jerarquía, y que sirven como ejemplos:

- Meta4 KnowNet II, desarrollada por la compañía Meta4 (<http://www.meta4.com>)
- Microsoft®SharePoint™Portal Server 2001, (<http://www.microsoft.com/sharepoint/>)
- Sintagma, herramienta desarrollada por la compañía Carrot Informática y comunicaciones (<http://www.e-carrot.net/>).

4.3.5.2 Herramientas de aprendizaje

Sistemas que también organizan el conocimiento en una jerarquía, y que sirven como ejemplos:

- **Virtual-U.** Sistema basado en Web, desarrollado por la Universidad Simón Fraser de Vancouver (Canadá) en colaboración con TLNCE (TeleLearning Network of Centres of Excellence). Tiene su centro on-line en VLEI (Virtual Learning Environments Inc.) y es una universidad virtual, que trata de dar soporte a un aprendizaje colaborativo dando un énfasis especial a la arquitectura, las herramientas y los espacios del campus. Tiene pues su estructura de documentos, base de datos de los mismos, y controladores.[Harasim, 1994], [Harasim, 1995] .

<http://www.vlei.com/>

- **KnowCat.** Acrónimo de Knowledge Catalizar, o catalizador del conocimiento. Es un sistema desarrollado en la Escuela Superior de Informática de la Universidad Autónoma de Madrid. [Alamán & Cobos,1999], y su función inicial es el desarrollo de un espacio virtual donde se genere conocimiento y sea ayuda fundamental en el aprendizaje. (<http://www.ii.uam.es/~rcobos/investigacion/knowcat/esp/intro.htm>)
- **KnowNet.** Realizada dentro del proyecto ESPRIT KnowNet (<http://www.know-net.org/>)
- **Navegador EducaRed.** Desarrollado en coordinación con el portal educativo EducaRed (<http://www.educared.net>) como un desarrollo del Departamento Educativo de las fundaciones de Telefónica y CajaMadrid. Es el sistema elegido en el presente estudio y lo explicaremos con detalle más adelante.

4.3.5.3 Herramientas de gestión de conocimiento

Estructuras que organizan el conocimiento en función de la organización de los grupos de usuarios son:

- Dynasites (Dynamic, Extensible and Integrated Information Spaces), desarrollado en la Universidad de Colorado (<http://seed.cs.colorado.edu/dynasites.Documentation.fcgi>) el cual utiliza una estructura basada en los foros de discusión que se crean en el sistema.
- Plumtree Corporate Portal, sistema fabricado por Plumtree Software Inc, (<http://www.plumtree.com/products/>) que organiza el conocimiento en espacios de usuarios a los que se denomina MyPages y pueden ser compartidos para extenderlos al concepto de OurPages.
- Zaplet Appmail Suite, desarrollado por Zaplet Inc (<http://www.zaplet.com/>) establecen la organización del conocimiento en función de un tipo de documento llamado appmail el cual se crea colaborativamente ensamblando elementos llamados bloques de conocimiento y se distribuyen entre todos los usuarios que están interesados en él.

4.3.5.4 Otros tipos

En algunas herramientas, los usuarios pueden opinar sobre el conocimiento almacenado, o incluso sobre su estructura. Ejemplos de tales herramientas son: Meta4 KnowNet II, Microsoft®SharePointTMPortal Server2001, Zaplet Appmail Suite y Dynasites. KnowCat además permite tanto aportar como opinar sobre la estructura que clasifica los contenidos de conocimiento. [Cobos et. al., 2001]

En estas herramientas nos encontramos distintos tipos de usuario: el lector o consumidor de conocimiento, el editor o productor de conocimiento (que en unos casos podrá aportar conocimiento y en otros además opinar sobre éste), el coordinador, cuya misión es supervisar las aportaciones, y finalmente el experto.

Todas las herramientas permiten focalizar el conocimiento deseado. La mayoría lo permiten ofreciendo búsquedas sobre Internet o sobre el conocimiento almacenado en la herramienta. Algunas herramientas informan a los usuarios de qué unidades de conocimiento son las mejores en cada tema o categoría, es decir, proporcionan una ordenación de los contenidos por calidad. Este es el caso, por ejemplo, de Microsoft®SharePoint™Portal Server 2001 y KnowCat.

Por último, todas estas herramientas están dotadas de una serie de servicios groupware o de trabajo en grupo [Coleman, 1997]: foros de discusión, mensajería, discusión o conferencias on-line, planificación.

5 Metodología

5.1 *Diseño*

En la experiencia realizada hemos distinguido cinco fases (ordenadas en el tiempo), cuatro que son el núcleo del presente estudio y una quinta que está actualmente en desarrollo:

i) Fase de formación y diseño

En esta primera fase se concretó el planteamiento general del trabajo que se debía realizar –fines, objetivos, material, pasos a dar, etc –, y la elección de los centros que iban a participar. Se negoció el papel de cada uno y se organizó la formación previa sobre informática y comunicación para que la experiencia comenzara a caminar

ii) Fase de despliegue

Mientras iba elaborando las actividades y las colocaba en el servidor del proyecto hemos ido por todos los colegios y hablando con todos los profesores que participaban en la experiencia, explicando “in situ” la herramienta que se iba a utilizar, así como las posibilidades de aprendizaje que ofrece y la orientación que se le quería dar.

iii) Fase de desarrollo

Durante el último trimestre del año los alumnos han estado resolviendo las actividades propuestas, con envíos de preguntas, respuestas, réplicas, aclaraciones o soluciones. Además se ha apoyado a los profesores que durante la actividad lo han solicitado, y finalmente se les ha hecho una encuesta a los docentes.

iv) Fase de optimización

Con los datos obtenidos de las observaciones propias y de los profesores colaboradores, y las encuestas finales a los centros, se sugieren unos cambios y mejoras en el sistema, que en discusión con los programadores –algunos cambios eran técnicamente posibles y otros no– se han implementado en el navegador

v) Fase de distribución

En la actualidad se está negociado la elaboración unos paquetes de contenidos curriculares en matemáticas para poner a disposición de todos los que se conecten a la página del proyecto, así como la utilización del sistema como herramienta de investigación en didáctica.

5.1.1 Fase previa: formulación y diseño

- El proyecto se enmarca en el diseño de unas actividades de aprendizaje colaborativo cuya intención es realizarlas con ordenador a través de internet. Para ello se analizan varios sistemas y herramientas informáticas: knowcat, BSCW, csile. El proyecto es multidisciplinar y por ello hay implicados profesionales de todas las áreas.
- Se opta por el navegador Educared, que aún siendo versión de prueba, nos ofrecen todos los medios y facilidades para que utilicemos tanto el sistema como la página web y los centros educativos asociados. La contrapartida es que evaluemos y optimicemos didácticamente la herramienta desde las distintas disciplinas implicadas.

-
- Procedemos a formarnos en el uso de la versión “beta” del navegador (los miembros del equipo multidisciplinar) y yo como encargado del área de matemáticas. La formación la recibimos directamente de la empresa informática que ha diseñado el sistema.
 - Concretamos el contenido y de los objetivos de la actividad que se va llevar cabo (ver apartado de objetivos).
 - Tenemos las reuniones informativas en todos los colegios colaboradores para explicar las características e implicaciones del proyecto. En cada centro participó un número diferente de grupos: desde uno hasta seis. Esto es debido a que la participación era voluntaria.
 - Se lleva a cabo la formación básica en el uso de internet y sus aplicaciones al aula. Se hicieron dos cursos, a los que acudieron los profesores de los centros que lo creyeron necesario. Estos cursos, aparte de mejorar la formación de los docentes participantes, buscaba aumentar la motivación de los mismos por el proyecto, pues hay que destacar que todos los profesores que participaron lo hicieron voluntariamente sin contrapartida económica.
 - Una vez aclaradas las líneas básicas del proyecto, tuvimos que explicar y unificar los criterios: límites, expectativas y papel de cada uno.

5.1.2 Fase de despliegue

- Durante esta fase hemos ido por cada centro colaborador para entregarles la versión beta del navegador y explicar su uso a los profesores que habían decidido participar. Para realizar esta tarea del mejor modo posible contamos con la ayuda de Silicon Artist – empresa que ha diseñado el navegador –. En este momento se clarifican las directrices de la tarea y las reglas de juego con los profesores.
- A cada centro se le entrega también un protocolo de evaluación (**ficha 1*), para que lo entreguen al finalizar la experiencia con los alumnos. Además de esta ficha final, se les comenta que habrá un contacto a lo largo de la experiencia en la que podrán ir haciendo sus comentarios y sugerencias.
- Paralelamente a todo este despliegue, se hace el diseño definitivo de las actividades de matemáticas (hubo también otras actividades de distintas disciplinas que diseñaron otros miembros del equipo) y se colocan en el servidor del proyecto.

5.1.3 Fase de desarrollo

- Esta es la fase central de la experiencia y la que más volumen de trabajo ha generado. Durante este trimestre los alumnos de los centros realizaron las tareas encomendadas, no siendo las mismas en todos los centros ni en todos los niveles educativos. Cada profesor ha tenido previamente la posibilidad de elegir la/s actividades que quería para su grupo –aclaremos que éstas se diseñaron siguiendo las sugerencias previas que los propios profesores habían hecho (en las reuniones de formación) en cuanto a materia y nivel–.
- La mayor parte del trabajo generado era de asistencia didáctica a los profesores que nos lo requerían. También hubo algún requerimiento

técnico. En este apartado hay que resaltar que todo se hizo sin presencia física, bien por correo electrónico, teléfono o fax.

- Finalizado el trimestre cada centro envió sus resultados de las encuestas realizadas a los profesores. Estas encuestas eran para recoger opiniones personales, pero todos los centros las respondieron en conjunto.

5.1.4 Fase de evaluación y optimización

- Es la fase de mayor trabajo personal. Procedo a la evaluación e interpretación de los datos recogidos en las encuestas y anotaciones en las visitas a los centros. También recojo muchas aclaraciones y sugerencias personales de los profesores durante esta etapa, que sin duda enriquecen sobre todo las anotaciones.
- Con todo lo anterior elaboro una propuesta de cambios en el navegador para optimizar su uso en la didáctica de las matemáticas. La propuesta inicial sólo debe incluir datos técnicos, pero inseparablemente llevan connotaciones didácticas (ver conclusiones).
- Tiene lugar la reunión conjunta para proponer las modificaciones de cara al diseño final del sistema. A ella asisten todas las partes implicados:
 - Promotores: Fundación Telefónica, Fundación Encuentro y Fundación CajaMadrid
 - Diseñadores: Silicon Artists
 - Investigadores: especialistas en didáctica

En este encuentro cabe resaltar que hay un proceso de negociación entre los implicados, pues algunos de los cambios propuestos no son posibles técnicamente, o son económicamente poco viables. Durante

esa misma reunión se buscan salidas que cumpla los objetivos didácticos, sea técnicamente posible y económicamente viable.

5.1.5 Fase de distribución

- Es la fase actual, y sin duda va a ser la más larga cronológicamente. Se trata de la realización de nuevas pruebas con la versión optimizada del navegador, pero a un número mucho mayor –aún en negociación– de centros de toda España .
- Además se quiere un desarrollo de actividades de matemáticas para el uso de los profesores de los colegios que se han incorporado al proyecto –unos 15000 a día de hoy–, atendiendo al diseño de la herramienta y al modelo de enseñanza propuesto.

5.2 Manual del Navegador

5.2.1 Generalidades

El Navegador EducaRed integra la utilización de Internet, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y todo lo que esto conlleva, en el quehacer educativo diario, facilitando una mayor comunicación entre el colectivo de la clase, profesor y alumnos.

La utilización de esta herramienta, en el día a día de las clases, sin duda alguna favorece no sólo la gestión de las mismas, si no que además contribuye a trabajar sobre la materia, enriqueciéndose con toda la información que se encuentra en la red, en un entorno sencillo, intuitivo y amigable.

En este Navegador educativo se navega y trabaja directamente en las páginas, creando el profesor sus propias Unidades Didácticas, con la información sobre la materia que vaya a impartir a los alumnos y, si lo desea, poniendo a disposición de otros profesores sus apuntes.

Los alumnos, asimismo, pueden realizar las actividades propuestas por el profesor, sin necesidad de salir de este entorno de trabajo.

El Navegador EducaRed ha sido concebido para todo tipo de usuarios, sin que tengan que tener conocimientos previos ni de Internet, ni de otras aplicaciones habitualmente utilizadas para la navegación.

El usuario, tras completar la instalación del Navegador en su ordenador, conocerá los distintos elementos de la interfaz, pasando por el conocimiento de todas las ventanas y páginas que se derivan de la funcionalidad y las prestaciones de esta herramienta de aprendizaje.

Tanto para guía de aprendizaje de las técnicas básicas del funcionamiento como para guía de referencia rápida para llevar a cabo cualquier tarea que el usuario necesite realizar, hay que aclarar previamente que existen dos modos

de funcionamiento (e instalación) que resultan ser en la práctica dos sistemas informáticos paralelos: el modo profesor y el modo alumno. De estos dos modos hablaremos más detalladamente y por separado más en su apartado correspondiente.

5.2.2 Instalación

Debemos tener en cuenta que este sistema funciona sobre el navegador Internet Explorer de Microsoft, por lo que previamente se debe tener instalado en nuestros equipos una versión no inferior a la 5.0.

Una vez nos hemos asegurado de que contamos con una versión adecuada del Ms Explorer, procedemos a instalar el Navegador Educared.

- Arranque el programa de instalación (navegador.exe) incluido en el CD de distribución de la aplicación.
- Siga los pasos de la guía de instalación según le vayan indicando las pantallas, cumplimentando la información requerida en cada secuencia, en las ventanas que aparecen a la derecha de las pantallas.
- El Navegador EducaRed puede ser configurado en dos modos distintos, dependiendo de por quien vaya a ser utilizado: "Modo Profesor" y "Modo Alumno", que permite unas posibilidades distintas.



5.2.2.1 Instalación modo alumno

Si elegimos la versión del alumno, instalamos una versión más restringida, que permitirá navegar por las páginas que el profesor indique y realizar las actividades propuestas por él mismo.

1. Es necesario haber instalado previamente el Navegador del profesor del Aula al que pertenece el alumno.
2. Es necesario que el Navegador del profesor esté abierto y funcionando correctamente.
3. Se deberá introducir el número de serie que acompaña a cada CD con la aplicación, o el número que se envía desde el portal de EducaRed en caso de haberse bajado de internet. Este número debe ser el mismo para todos los ordenadores que se quieran conectar en un mismo Aula.
4. Tras seleccionar "Instalación en modo alumno", aparecerá una ventana en la que el alumno deberá introducir su nombre completo, contraseña y pulsar el botón <Aceptar> para acceder a la aplicación.



La primera vez que entra, deberá confirmar la contraseña. En el caso de querer modificar o cambiar los datos de registro que figuren del alumno o dar de alta a un alumno nuevo podrá hacerlo pulsando en los botones <Cambiar datos> y <Nuevo usuario>, respectivamente.

5.2.2.2 *Instalación modo profesor*

Si seleccionamos la versión del profesor, instamos una versión que permitirá al docente navegar libremente por Internet, crear sus Unidades (apuntes que más adelante podrá utilizar al impartir su clase), buscar contenidos en el portal EducaRed, organizar su agenda de favoritos y gestionar el estado de la clase.

1. Es necesario previamente disponer de la contraseña del profesor que encontrará en el libreto de la carátula del CD de instalación, o se envía por correo electrónico desde el portal EducaRed.
2. Se debe introducir el número de serie en la ventana que aparece en la pantalla durante la secuencia de instalación y después seleccionar "Instalación de profesores".
3. Después se pedirá al profesor que incluya su contraseña. Ésta garantiza que nadie pueda acceder a este Aula (virtual) en modo profesor.
4. Si algún alumno tuviera que instalar él mismo la aplicación en modo alumno, puede hacerlo con el mismo CD de instalación y el número de serie, pero no tendrá la contraseña del profesor, asegurando de esta manera, la correcta instalación del Navegador.
5. Tras realizar los pasos anteriores, aparecerá la ventana de registro, en la que se introducirán una serie de datos:

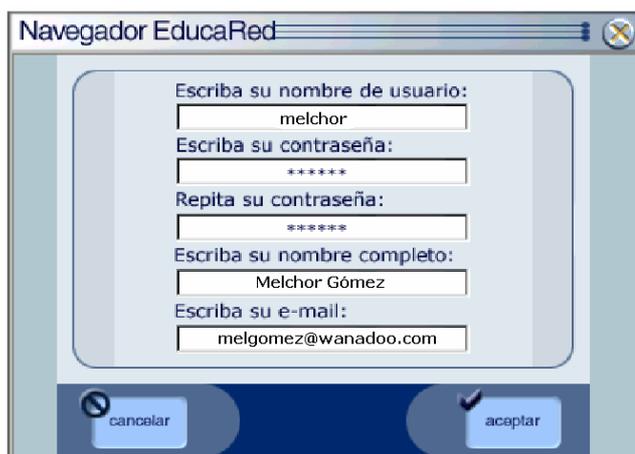
- "Nombre de usuario": nombre que utilizará el profesor siempre que acceda a la aplicación.

- "Contraseña": clave de acceso personal del profesor siempre que acceda a la aplicación.

- "Confirmar contraseña": se deben incluir los mismos datos que en el apartado anterior.

-"Nombre completo": nombre del profesor.

-"E-mail" (opcional): dirección de correo electrónico del profesor, para comunicarse e intercambiar información y archivos con alumnos y profesores.



The image shows a web browser window titled "Navegador EducaRed". Inside the window is a login form with the following fields and labels:

- Label: "Escriba su nombre de usuario:"
Text: "melchor"
- Label: "Escriba su contraseña:"
Text: "*****"
- Label: "Repita su contraseña:"
Text: "*****"
- Label: "Escriba su nombre completo:"
Text: "Melchor Gómez"
- Label: "Escriba su e-mail:"
Text: "melgomez@wanadoo.com"

At the bottom of the form are two buttons: "cancelar" (with a red 'X' icon) and "aceptar" (with a checkmark icon).

Para dar de alta un nuevo profesor, se debe rellenar la información de registro. Si no se desea realizar el alta de un nuevo profesor, se puede acceder más adelante a esta opción pulsando sobre el botón <Nuevo usuario>.

Al acceder al Navegador EducaRed en modo profesor, aparecerá la ventana de inicio. En ella deberá introducir el nombre de usuario y contraseña que estableció en su registro como profesor. Pulsando <Aceptar> accederá al Navegador.

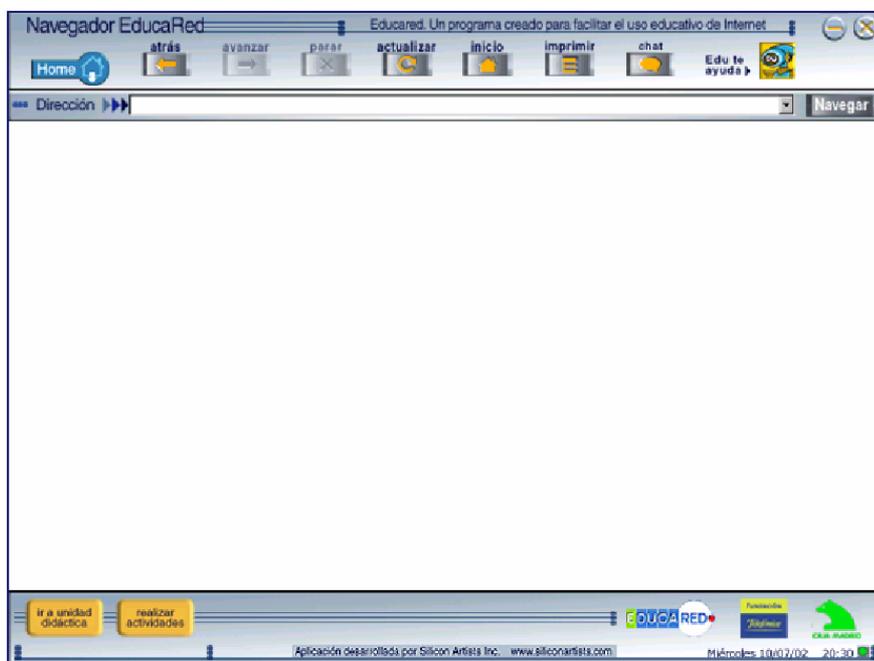


Si pulsamos <Cambiar datos> –tras introducir nombre de usuario y contraseña–, accedemos a una ventana que permitirá cambiar los datos de registro introducidos por el profesor.

Si pulsamos <Nuevo usuario>, se accede a una ventana que permitirá dar de alta a un nuevo profesor en la aplicación.

5.2.3 Navegador del alumno

Una vez hemos elegido el modo de la aplicación –en este caso como alumnos– se inicia la aplicación con la siguiente pantalla.



Esta pantalla está pensada como una herramienta compuesta de una zona gráfica (la pantalla central) y dos zonas de iconos:

- a) la superior, formada por la barra de herramientas y el campo Ubicación o Dirección
- b) la inferior, en la que podemos encontrar alguna utilidad más.

5.2.3.1 En la zona superior

Hay tres filas de utilidades. En un nivel superior de colocación están:

1. Nombre de la Aplicación: "Navegador EducaRed".

2. Barra de título: en la que se muestra el título de la página web que estemos visualizando en el Navegador.
3. Botón <Minimizar>, reduce la aplicación.
4. Botón <Cerrar>, se utiliza para salir de la aplicación.



En la fila intermedia encontramos (de izquierda a derecha):

1. Botón <Home>: al pasar el cursor por encima se despliega un menú con accesos directos a diferentes secciones del portal EducaRed.
2. Botón <Atrás>, regresa a la página visualizada anteriormente en la lista historia.
3. Botón <Avanzar>, se utiliza para dirigirse a la siguiente página visualizada en la lista historia.
4. Botón <Parar>, detiene el proceso de transferencia de una página.
5. Botón <Actualizar>, vuelve a cargar la página refrescando el contenido de la misma.
6. Botón <Inicio>, muestra o se dirige a la página principal establecida, es decir, la primera del portal EducaRed.
7. Botón <Imprimir>, imprime el documento activo en pantalla. Este botón está bajo el control del profesor y aparecerá activo o inactivo para los alumnos que el profesor decida desde su pantalla de gestión.

8. Botón <Chat>, abre la ventana para “chatear” con el profesor y otros alumnos.

9. Botón <Edu te ayuda>, accede a la lección animada guiada por una mascota (Edu), en la que encontrará información general sobre Internet, un juego de preguntas sobre todo el contenido de esta lección animada y, por último, información específica de ayuda sobre los usos del Navegador EducaRed para los alumnos.

En un tercer nivel de fila aparecen:

1. El campo ubicación o "Dirección"; en el cuadro de diálogo que aparece al lado, introducir la dirección URL del recurso que se desea ver.

2. El Botón <Navegar> para acceder al recurso.

5.2.3.2 En la zona inferior:

Podemos encontrar dos niveles de filas. En la primera fila aparecen los siguientes elementos (de izquierda a derecha):

1. Botón <Ir a Unidad Didáctica>, permite acceder a una Unidad Didáctica o página web preparada por el profesor, con los contenidos e informaciones a utilizar en la clase. Esto se consigue indicando la URL del sitio al que queramos acceder.

2. Botón <Realizar actividades>, abre una ventana en la que el alumno puede realizar actividades indicadas por su profesor. En ella dispone de herramientas similares a un procesador de textos estándar.

Estos dos botones aparecerán inactivos para los alumnos hasta que el profesor decida activarlos en su consola de gestión de accesos.

3. En la misma fila, a la derecha, aparecen los logotipos de "EducaRed", "Fundación Telefónica" y "Caja Madrid Obra Social", al pulsar en cada uno de ellos se accede directamente a la página principal de estos centros.



En la fila inferior izquierda aparecen:

1. El "título de la Unidad Didáctica" que se esté visualizando.
2. El texto www.siliconartists.com, que al pulsar sobre él se accede a la página web de esta empresa.
3. Información actualizada del "día de la semana, la fecha y la hora".
4. El indicador del estado de comunicación, siempre que existan varios ordenadores conectados a la misma sesión de Aula.

5.2.3.3 Zona gráfica central:

Es un área de visualización, y en este espacio se muestran las páginas web y las Unidades Didácticas realizadas y seleccionadas por el profesor para sus alumnos, y que utilizará como apoyo a la materia que esté impartiendo a la clase.

5.2.3.4 Realización de las actividades

El alumno dispone de una pantalla en la que podrá trabajar realizando las actividades propuestas por el profesor, relacionadas con una Unidad Didáctica.

Para acceder a esta ventana sólo debe pulsar el botón <Realizar actividades> que aparece en su barra de herramientas, situada en la zona inferior izquierda del Navegador.

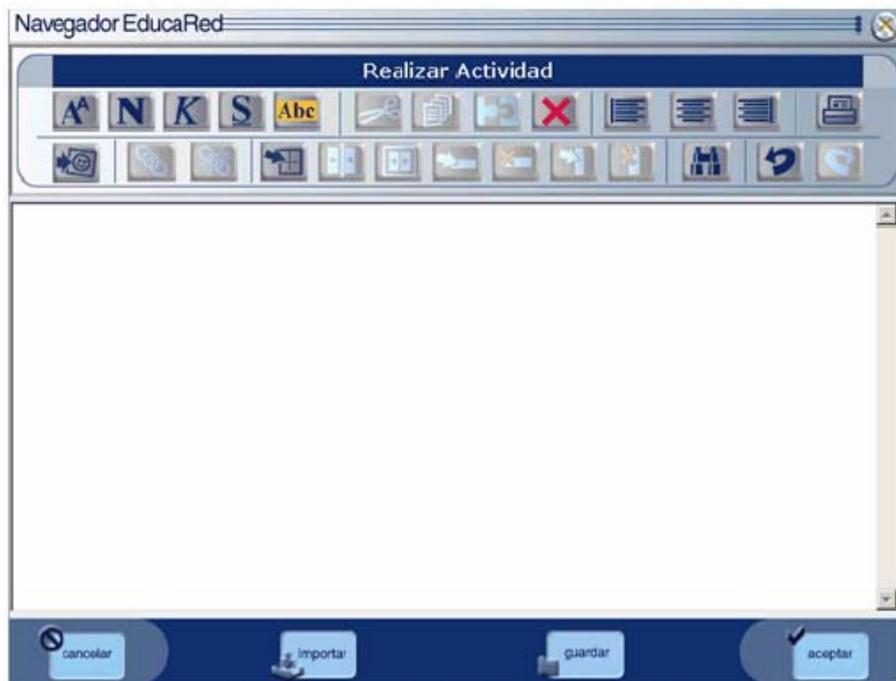
Para explicar de forma sencilla el uso de esta ventana, vamos a poner un ejemplo. Supongamos que el profesor ha activado el acceso a una Unidad Didáctica concreta, por ejemplo "La excursión a Salamanca". En ella, entre otras informaciones, hay una serie de direcciones de páginas web relacionadas con el tema de esta Unidad Didáctica y además aparece una actividad propuesta por el profesor a los alumnos: "calcular el dinero que cuesta alquilar el autobús para el viaje de Madrid a Salamanca, se nos piden 400 euros por el vehículo más 0.5 euros por kilómetro recorrido".

Entonces el alumno podría hacer lo siguiente:

1. Ver la Unidad Didáctica, activada previamente por el profesor.
2. Pulsar sobre los textos de las direcciones web de esta ficha, para visitar estos sitios y buscar la información que necesite: distancia en kilómetros de Madrid a Salamanca.
3. Mientras ve una de estas web y, en el caso de que encuentre datos que quiera incorporar a la actividad, el alumno podrá pulsar en el botón <Realizar actividades>.
4. Aparecerá esta pantalla encima de la página en la que se encuentre. En ella hay un editor con las herramientas necesarias para realizar su Actividad utilizando la información encontrada en la web.
5. Pulsar en el Botón <Aceptar> para guardar la Actividad; la ventana se cerrará y el alumno podrá seguir buscando más información en Internet. Esta operación podrá repetirse las veces que el alumno considere necesarias.
6. En el caso de que quiera volver a la Unidad Didáctica, pulsará el botón <Ir a Unidad Didáctica> en su Navegador.
7. Incluso podrá consultar los correos de otros alumnos (o del profesor), en los que se le propongan estrategias de resolución.

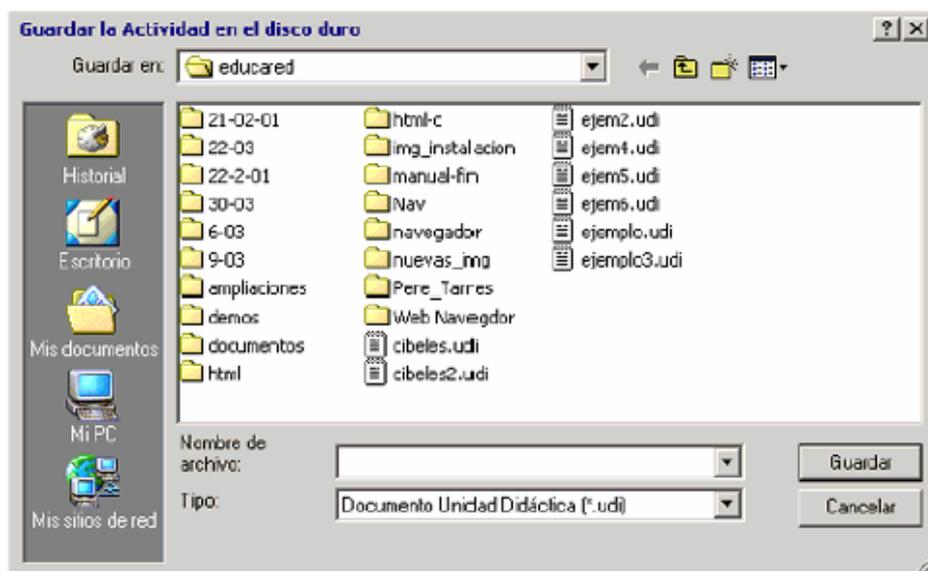
Para ello cuenta con una "Herramientas de Edición". Ésta cuenta con una serie de utilidades que permiten realizar los contenidos de la Actividad, con

las características de formato y la incorporación de ficheros e imágenes que el alumno quiera.

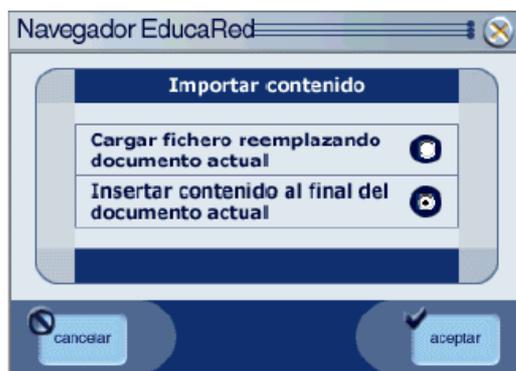


Cuando el alumno haya terminado de realizar la Actividad en el Editor, para guardarla, deberá pulsar el botón <Aceptar>. Si se quiere cerrar el editor sin conservar el contenido, pulsar el botón <Cancelar>.

Por otro lado, si se prefiere guardar el contenido de la Actividad en el disco duro y no en el servidor, se debe pulsar el botón <Guardar>. Entonces aparecerá un ventana con el título “Guardar Actividad” en la que se deberá incluir una nombre para este archivo y seleccionar dentro del disco duro, el lugar dónde se quiere archivar.



Si lo que se quiere es incluir el contenido en el editor, de una actividad creada sin conectar con el Servidor, se pulsa el botón <Importar>. A continuación aparecerá el cuadro de diálogo de “Importar contenido” con dos opciones:



1. “Cargar el fichero reemplazando el documento actual”

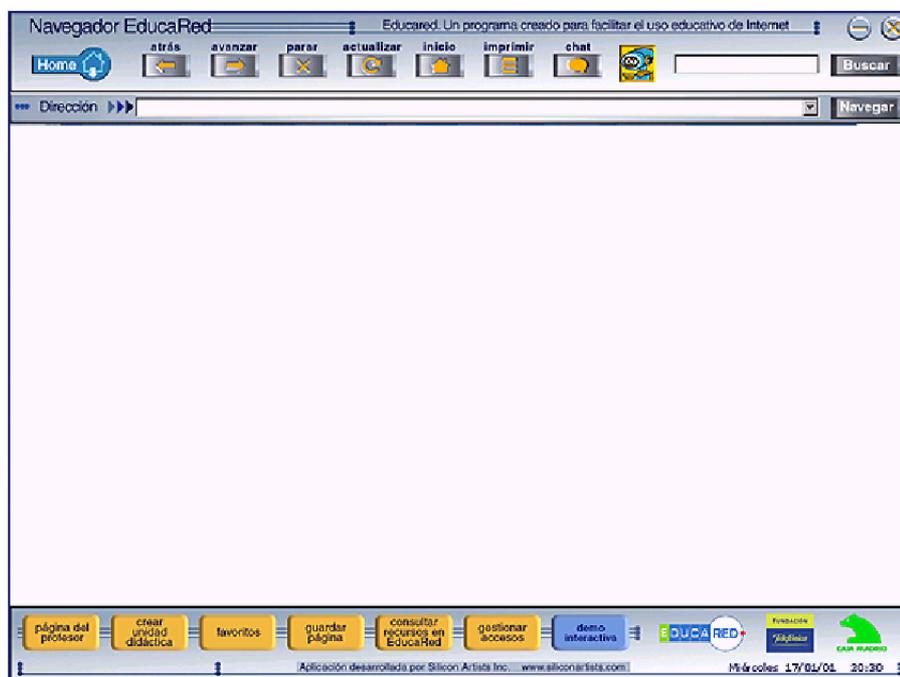
Si se elige esta opción, aparecerá la ventana “Importar Actividad”. Después se debe buscar en el directorio donde esté archivada la Actividad que se quiera incorporar y una vez seleccionada, pulsar el botón <Abrir>. De esta forma quedará incluido todo el contenido sustituyendo el que hubiera dentro del editor.

2. “Insertar contenido al final del documento actual”

Si se elige esta opción aparece la ventana “Importar Actividad” para seleccionar la Actividad que se quiera incluir dentro del editor. La diferencia con respecto a la opción anterior es que la información importada se incluye a continuación del contenido existente.

5.2.4 Navegador del profesor

Una vez hemos elegido el modo de la aplicación –en este caso como profesor-, se inicia la aplicación con la siguiente pantalla.



Es una pantalla similar a la versión de alumno y nuevamente la pantalla está dividida en una zona de visualización o gráfica (en la parte central) ,y dos zonas de iconos con utilidades: una en la parte superior y otra en la inferior.

5.2.4.1 En la zona superior

Podemos encontrar tres filas de botones: en la primera de ellas tenemos:

1. Nombre de la aplicación.
2. Barra de título, donde aparece la página web que estamos visitando.

3. Botón <Minimizar>, reduce la aplicación.
4. Botón <Cerrar>, se utiliza para salir de la aplicación.
En la fila siguiente encontramos:
 1. El Botón <Home>, que despliega un menú con accesos directos a diferentes secciones del portal EducaRed.
 2. Botón <Atrás>, regresa a la página visualizada anteriormente en la lista historia.
 3. Botón <Avanzar>, se utiliza para dirigirse a la siguiente página visualizada en la lista historia.
 4. Botón <Parar>, detiene el proceso de transferencia de una página.
 5. Botón <Actualizar>, vuelve a cargar la página actualizando el contenido de la misma.
 6. Botón <Inicio>, muestra o se dirige a la página principal establecida, es decir, la primera del portal EducaRed.
 7. Botón <Imprimir>, imprime el documento activo en pantalla.
 8. Botón <Chat>, abre la ventana para “chatear” con el profesor y otros alumnos.
 9. Botón <Edu te ayuda>, accede a la lección animada, guiada por "Edu", en la que encontrará información general sobre Internet, un juego de preguntas sobre todo el contenido de esta lección animada y, por último, información específica de ayuda sobre los usos del Navegador EducaRed para los alumnos.
 10. Campo "buscador", en el cuadro de texto que aparece al lado del Botón <Buscar>, se introduce el término relacionado con la información que se desea y, pulsando en el botón, se realiza la búsqueda en los recursos del portal EducaRed, mostrando los resultados en el "Área de visualización" del Navegador.



En la fila inferior aparece:

1. El campo ubicación o "Dirección", en el que se introduce la dirección URL del recurso que se desea ver.
2. El Botón <Navegar> para acceder al recurso.
3. La página principal del recurso en cuestión aparece en la pantalla.

5.2.4.2 En la zona inferior

Igualmente aparecen dos filas de aplicaciones. En la fila primera está:

1. Botón <Página del Profesor>, permite acceder a la página personal del profesor, creada automáticamente cuando se registra en la aplicación. La primera vez que entra en el sistema, este botón está intermitente, para llamar la atención del usuario, una vez que pulse en él y vaya a su página personal, se quedará fijo en el Navegador igual que el resto de botones. Cuando un profesor se registra en el sistema, se crea una página personal identificada con sus datos, en el servidor.



2. Botón <Crear Unidad Didáctica>, se trata de una página en la que el profesor, al cumplimentar los campos que aparecen en ella con la información que requiera, podrá crearse sus apuntes sobre un tema concreto para utilizarlos en clase con sus alumnos o, si así lo desea, compartir con otros profesores.

3. Botón <Favoritos>, permite ir a una pantalla o recipiente con una lista de direcciones que el profesor ha ido seleccionando y guardando durante su sesión de navegación. En ella podrá organizar sus favoritos en directorios de forma personal, para que le resulte más cómodo incorporar esas direcciones de páginas web a sus Unidades.
4. Botón <Guardar Página>, permite ir guardando o depositando en una lista de favoritos, las direcciones de las páginas web, mientras el profesor está navegando.
5. Botón <Consultar Recursos en EducaRed>, accede a los recursos del buscador educativo en el portal EducaRed. Aquí puede encontrar información sobre distintas materias educativas, distribuidas entre direcciones de web externas y Unidades elaboradas y publicadas por otros profesores.
6. Botón <Gestionar Accesos>, permite, mediante una serie de ventanas que aparecen encima del Navegador, acceder a opciones exclusivas del profesor, para administrar y llevar el control de la clase en todo momento. El profesor puede activarlas y desactivarlas siempre que quiera, sin que sea apreciado por los alumnos y sin perder la información o la página que esté visualizando en el "Área central".
7. Botón <Demo Interactiva>, acceso a una demostración con información sobre Internet y explicación para el profesor del uso del Navegador EducaRed.
8. Los logotipos de "EducaRed", "Fundación Telefónica" y "Caja Madrid Obra Social", al pulsar en cada uno de ellos se accede directamente a la página principal de estos centros.

En la fila inferior derecha tenemos la información actualizada del "día de la semana, la fecha y la hora".

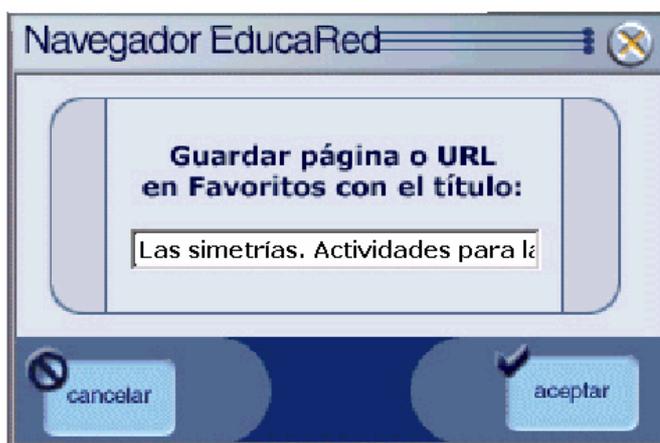
5.2.5 Valores añadidos del “modo profesor”

5.2.5.1 Administración de favoritos

El profesor puede tener una lista con las direcciones de páginas web que ha ido seleccionando mientras navegaba, para simples consultas puntuales o para la elaboración y diseño de actividades. La elaboración de esta lista es un proceso sencillo, en el que debemos destacar dos momentos:

i) Guardar Página:

El profesor está navegando por Internet, ve una página que le interesa, de la que le gustaría conservar la dirección. Para ello tiene que pulsar en el botón <Guardar Página>, situado en la barra de herramientas del profesor.

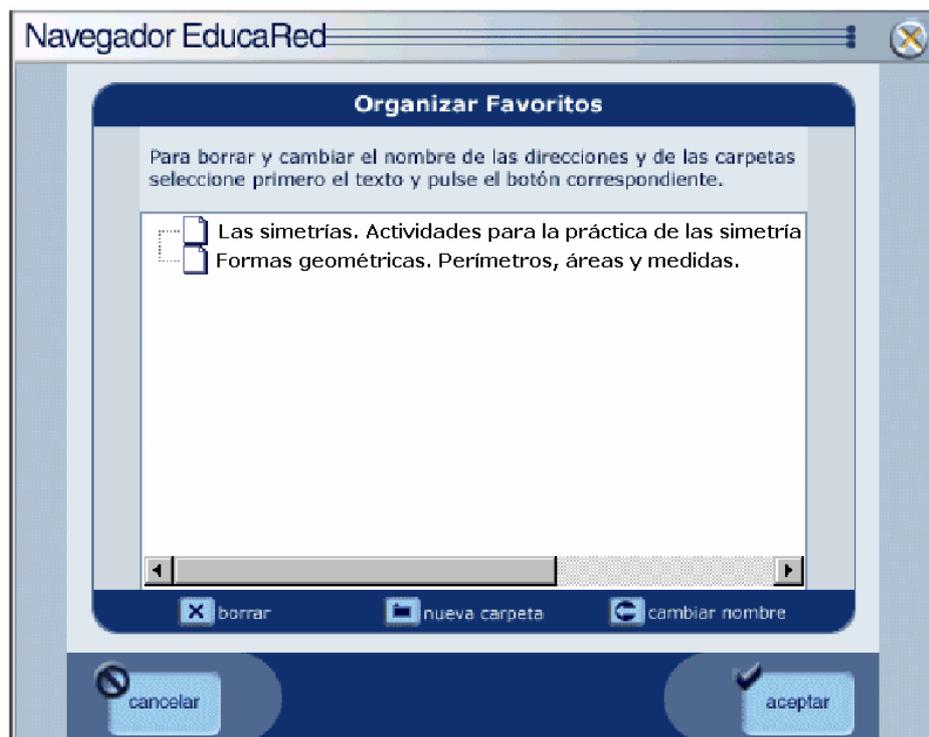


Aparece una ventana con un campo de texto, en el que puede dar el nombre que quiera a la dirección que aparece por defecto en la página.

Una vez hecho esto, pulsa el botón <Aceptar>, guardando esta URL en la lista de sus favoritos, cerrando a la vez esta ventana y pudiendo continuar, así, la navegación. De esta forma tan sencilla y ágil puede ir almacenando directamente todas las direcciones que desee en sus “Favoritos”.

ii) Organizar Favoritos

Si el profesor quiere ver y organizar sus favoritos, debe pulsar el botón <Favoritos> que aparece en la barra de herramientas del profesor. Aparecerá una ventana encima del contenido que se esté mostrando en el “Área central” del Navegador.



En esta ventana el profesor podrá organizar las direcciones guardadas en carpetas, si así lo desea, con el fin de facilitar su archivo y distribución. Además tiene la posibilidad de borrar y cambiar el nombre tanto de las carpetas como de las URL de forma sencilla. Primero debe seleccionar el texto que

quiera manipular y después, pulsar el botón que corresponda, según lo que desee hacer.

Si quiere crear una carpeta nueva, pulsando en el botón <Nueva Carpeta>, aparece el icono correspondiente con este elemento al que debe dar un nombre. Es aconsejable que este texto no sea muy extenso, en minúsculas, sin caracteres raros y, que identifique bien el contenido de la misma.

En el caso de que el profesor no recuerde el contenido de alguna de las direcciones guardadas en sus favoritos, puede acceder a ella fácilmente pulsando dos veces en el texto que le dio de título.

Para guardar los cambios realizados en la organización de los favoritos, pulsar el botón <Aceptar>. Y si no se quieren conservar los cambios, pulsar el botón <Cancelar>.

5.2.5.2 Creación de unidades didácticas

Esta página se activa cuando el profesor pulsa en el botón <Crear Unidad Didáctica> que se encuentra en su barra de herramientas. Se trata de una página en la que el profesor realiza una ficha con la información que quiera sobre un tema concreto. Son los apuntes realizados por él y que luego va a utilizar cuando imparta su clase.

Una vez creada y guardada la Unidad Didáctica, el profesor puede compartirla con sus alumnos y además publicarla como recurso en el portal EducaRed, poniéndola a disposición de otros profesores.

Creación de Unidad Didáctica

En esta página puede realizar la Unidad Didáctica con toda la información necesaria para impartir la clase a sus alumnos.

1. Título	Ponga un título corto que describa el contenido de la Unidad Didáctica. P.ej: "Ríos de España". <input type="text" value="Las Simetrías"/>
2. Materia	Seleccione la materia a la que corresponde la Unidad Didáctica. <input type="text" value="Matemáticas"/>
3. Submateria	Seleccione la submateria a la que corresponde la Unidad Didáctica. <input type="text" value="Actividades"/>
4. Curso	Seleccione el curso al que irá dirigida la Unidad Didáctica. <input type="text" value="Todos"/>

Publicar en "Consultar Recursos" en EducaRed
 Permitir que los alumnos tengan acceso a su correo electrónico
 Permitir que otros profesores tengan acceso a su correo electrónico

Ir a la sección "Herramientas de Trabajo" del portal EducaRed.

La página para crear una Unidad Didáctica, tiene una serie de campos que debe rellenar el profesor:

1. Título: debe incluir un texto corto que describa el contenido de la Unidad. Este será el nombre que la identificará una vez guardada.
2. Materia: debe seleccionar de la lista desplegable la materia a la que corresponda la Unidad Didáctica.
3. Submateria: selección de la submateria a la que pertenezca la Unidad Didáctica.
4. Curso: debe seleccionar el curso al que va dirigido el contenido de la Unidad Didáctica.

Para conservar toda la información, sólo tiene que pulsar en el botón <Guardar>, archivándose por el título, en la página personal del profesor. Seleccionar la materia y submateria a la que corresponde la Unidad Didáctica, sirve para archivarla en el portal EducaRed, en el caso de que el profesor decida compartir este recurso con otros profesores.

Además, en la página para crear una Unidad Didáctica, el profesor dispone de una serie de opciones:

1. Publicar su Unidad Didáctica como recurso en el portal EducaRed. Si lo desea, el profesor puede compartir la Unidad Didáctica, activando la casilla que aparece al lado de esta opción. Entonces estaría disponible, como recurso de consulta, para otros profesores, en el portal EducaRed.
2. Permitir el acceso a su dirección de correo electrónico a los alumnos. Si se activa esta casilla, cuando los alumnos vean la Unidad Didáctica, tendrán un botón <Enviar correo electrónico> que activará el programa de correo electrónico que se tenga configurado por defecto en el ordenador.
3. Permitir el acceso a su dirección de correo electrónico a los profesores. Si se activa esta casilla, cuando la Unidad Didáctica esté como recurso de consulta en el portal EducaRed, aparecerá el botón <Enviar correo electrónico>, permitiendo así, mediante un programa de correo, ponerse en contacto vía e-mail con el profesor, autor de la Unidad Didáctica.



Por último, en la parte inferior de la página para crear una Unidad Didáctica está el botón <Herramientas de trabajo>. Si se pulsa en él se accede directamente a la sección del mismo nombre en el portal EducaRed.

Pero para incluir realmente la información en la Unidad Didáctica se debe pulsar en el botón <creación de contenidos>. Si se activa este botón aparece sobre esta página una nueva ventana con un Editor, en la que se incluyen una serie de herramientas y utilidades para realizar la página de la Unidad Didáctica.

5.2.5.3 Creación de contenidos

Como acabamos de ver, para incluir la información de la Unidad Didáctica, primero hay que pulsar en el botón <creación de contenidos>, entonces se abre la ventana con el Editor, que permite al profesor entre otras acciones: escribir, insertar imágenes, ficheros y enlaces a páginas web desde sus favoritos, etc. Para ello dispone de una serie de herramientas.



La barra de herramientas de edición está formada por una serie de utilidades que permiten incluir los contenidos de la Unidad Didáctica, con las características de formato y la incorporación de ficheros, imágenes y vínculos que el profesor quiera.

Los botones de la barra de herramientas han sido mejorados y son prácticamente idénticos a un editor de textos comercial:

PRIMERA fila:

Botón <Fuente>

Sirve para cambiar las propiedades de la fuente o características del texto. Al pulsar sobre él, aparece una ventana en la que se puede seleccionar el tipo de fuente, el color y el tamaño de la misma.

Botón <Negrita>

Este botón se utiliza para escribir el texto en negrita. Como en el caso anterior, puede ser antes de incluir texto, pulsando en el botón, o después. Si se quiere cambiar solo una parte, es necesario seleccionar primero.

Botón <Cursiva>

Este botón se utiliza para escribir el texto en cursiva. Puede hacerse antes de incluir el texto, pulsando en el botón, o después. Si se quiere cambiar únicamente una parte, se debe seleccionar primero.

Botón <Subrayado>

Este botón se utiliza para subrayar el texto. Si se quiere cambiar únicamente una parte, se debe seleccionar primero.

Botón <Subrayado de texto>

Este botón se utiliza para marcar el texto o parte del mismo. Al pulsar en él, aparece encima una ventana que permite seleccionar de la paleta un color, entre los que ya existen, también denominados básicos, o personalizar los colores según quiera el usuario.

Botón <Cortar>

Este botón se utiliza para cortar textos e imágenes del contenido de la Unidad Didáctica. Es necesario seleccionar primero aquello que se quiera cortar.

Botón <Copiar>

Este botón se utiliza para copiar textos e imágenes del contenido de la Unidad Didáctica. Es necesario seleccionar primero aquello que se quiera copiar.

Botón <Pegar>

Este botón se utiliza para pegar textos e imágenes, copiados o cortados del contenido de la Unidad Didáctica, en el espacio que se desee dentro del área de edición.

Botón <Eliminar>

Este botón se utiliza para eliminar textos e imágenes del contenido de la Unidad Didáctica. Es necesario seleccionar primero aquello que se quiera eliminar.

Botón <Alinear a la izquierda>

Este botón sirve para alinear a la izquierda los elementos, textos e imágenes del contenido de la Unidad Didáctica, dentro del área de edición.

Botón <Alinear al centro>

Este botón sirve para centrar elementos, textos e imágenes del contenido de la Unidad Didáctica, dentro del área de edición.

Botón <Alinear a la derecha>

Este botón sirve para alinear a la derecha elementos, textos e imágenes del contenido de la Unidad Didáctica, dentro del área de edición, según la apariencia que se desee dar a la visualización de la página.

Botón <Imprimir>

Este botón sirve para imprimir el contenido incluido en el área de edición de la Unidad Didáctica.

**SEGUNDA fila:****Botón <Insertar ficheros o imagen>**

Este botón sirve para incluir ficheros e imágenes en el contenido de la Unidad Didáctica. Cuando se pulsa en el botón, aparece una ventana con tres opciones de selección de ficheros; cada una de ellas es independiente de las otras.

En la operación de insertar imágenes o ficheros se ofrecen las siguientes opciones:

1. “Añadir recurso asociado a la Unidad Didáctica” de la que se está realizando. Para ello, no hay más que, de los recursos disponibles que aparecen en la ventana, pulsar sobre el que se quiera incorporar.
2. “Añadir imagen desde la web actual”, al seleccionar esta opción, aparece una nueva ventana, con las imágenes de la web que se tenga abierta en el área de visualización del Navegador. Para seleccionar alguna de ellas, hay que pul-

sar sobre su miniatura, quedando incorporada directamente al área de edición.



Si se pulsa sobre la imagen aparece una ventana denominada "Datos de la imagen", en la que se puede introducir un nombre para guardarla; después al pulsar en el botón <Aceptar> ocurren varias acciones a la vez: se archiva esta imagen con toda su información, en el Servidor de EducaRed, en imágenes asociadas a la Unidad Didáctica a la que se añadió, además de insertarla en el área de edición.

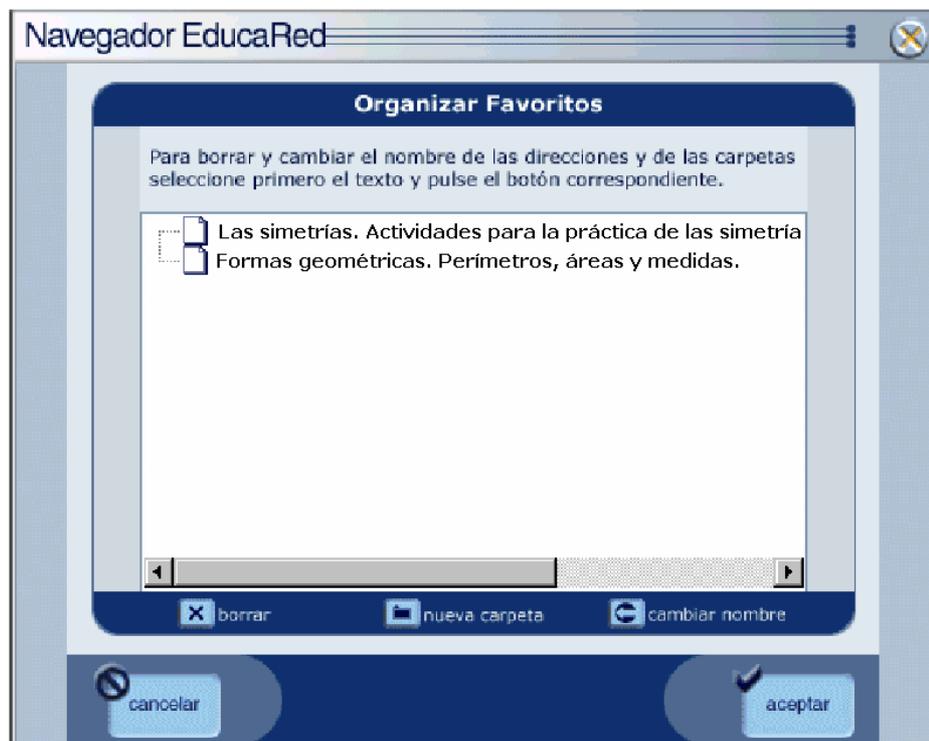
3. "Añadir fichero desde mi PC", con esta opción se puede seleccionar cualquier tipo de archivo disponible en el ordenador que se esté utilizando. Para ello, en la ventana que aparece, tras elegir esta opción, se debe buscar el directorio donde se encuentre y seleccionar el archivo o fichero que se quiera incorporar a los contenidos de la Unidad.

Por ejemplo, si se han realizado documentos de cualquier tipo, incluso archivos multimedia, que tengan relación con la Unidad se pueden incorporar de esta forma tan sencilla a la página.

Todas las ventanas que aparecen superpuestas en el "Área central" del Navegador, pueden moverse pulsando sobre la barra azul de las mismas, arrastrándolas hasta donde se deseen colocar.

Botón <Vincular>

Este botón sirve para incluir enlaces en el contenido de la Unidad Didáctica. Puede incorporar vínculos tanto a texto como a imágenes. Solo tiene que seleccionar el elemento y pulsar en este botón. Entonces, aparece una ventana con las direcciones que el profesor tiene almacenadas en su lista de favoritos.



Desde esta ventana, el profesor puede seleccionar las carpetas, todas las direcciones que contengan, o URLs que desee incorporar a la Unidad Didáctica en la que está trabajando en el editor en ese momento. Solo tiene que activar, pulsando en las casillas que aparecen antes del icono de carpeta o página. Si se equivoca al activar una casilla de una URL que no quiere añadir a la Unidad, puede desactivarla, volviendo a pulsar en ella.

Una vez que el profesor ha activado las casillas que le interesen, solo tiene que pulsar el botón <Aceptar> para incorporarlas a la Unidad Didáctica y cerrar esta ventana.

En el caso de que no quiera añadir ninguna, aunque tenga activadas las casillas, debe pulsar el botón <Cancelar>.

Botón <Desvincular>

Sirve para eliminar el enlace de un texto o imagen en el contenido de la Unidad. Primero hay que seleccionar el elemento con el vínculo que se desee quitar y luego pulsar en este botón. Se observará que al realizar esta acción no se elimina dicho elemento, únicamente desaparece su enlace.

Si se quiere enlazar un texto o imagen con una URL, pulsar la misma en la ventana de “Añadir favoritos” para que quede vinculada a ese elemento.

También puede seleccionar varias carpetas de sus favoritos con todo el contenido y direcciones a la vez, sin tener que salir de esta ventana, incorporándose al contenido de la Unidad Didáctica en el área de edición. En este caso no se puede tener seleccionado ni texto ni imagen.

Botón <Insertar tabla>

Este botón sirve para incluir una tabla en el área de edición. Al pulsar en él, aparece una ventana en la que se establece el número de filas y columnas que tendrá la tabla a añadir. Al aceptar, se observará que aparece en el área de edición.

Como todavía no se ha incorporado ningún contenido, las celdas de la tabla están vacías hasta que, utilizando las herramientas del Editor necesarias, se inserten textos, imágenes o ficheros en su interior, según el diseño que se quiera dar a la página de la Unidad Didáctica.



A la tabla se le pueden dar una serie de propiedades o características: el color tanto del fondo como del borde y el grosor del mismo. Para ello, hay que poner el cursor sobre el borde de la tabla y pulsar con el botón derecho del ratón, eligiendo “Propiedades de la tabla”. Saldrá una ventana para seleccionar las características que se quieran dar.

De igual forma, situando el cursor sobre una celda de la tabla, pulsando con el botón derecho del ratón y seleccionando “Propiedades de la celda” se puede establecer el color para el fondo y el borde de la celda. Además del ancho, en porcentaje que se quiera dar a esa celda en concreto y que obviamente, no tiene que ser igual que el resto.

Botón <Dividir celdas>

Este botón sirve para dividir las celdas de la tabla. Para realizar esta operación solo hay que pulsar con el cursor dentro de la celda tantas veces como separaciones se quieran hacer.

Botón <Unir celdas>

Este botón sirve para unir celdas de la tabla después de haberlas separado. Para realizar esto, hay que arrastrar el cursor sobre las celdas que se deseen unir, entonces se activará el botón y al pulsar en él, se llevará a cabo esta acción.

Botón <Insertar filas>

Mediante este botón se pueden añadir filas a la tabla que se haya creado en el área de edición. Hay que pulsar en ella para activar el botón y después volver a pulsar en el mismo tantas veces como filas se quieran crear.

Botón <Eliminar filas>

Mediante este botón se pueden eliminar las filas que se deseen de la tabla, seleccionando y pulsando en este botón.

Botón <Insertar columna>

Mediante este botón se pueden añadir columnas a la tabla, pulsando tantas veces como columnas se quieran incorporar.

En las celdas de una tabla se pueden crear nuevas tablas con las propiedades que el usuario quiera establecer. Para ello debe pulsar dentro de la celda que

le interese, quedando seleccionada y, después pulsar el botón para insertar tabla.

Botón <Eliminar columnas>

Sirve para eliminar las columnas que se deseen de la tabla, seleccionando y pulsando en este botón.

Botón <Buscar>

Esta herramienta sirve para buscar un texto concreto entre el contenido de la Unidad Didáctica, dentro del área de edición.

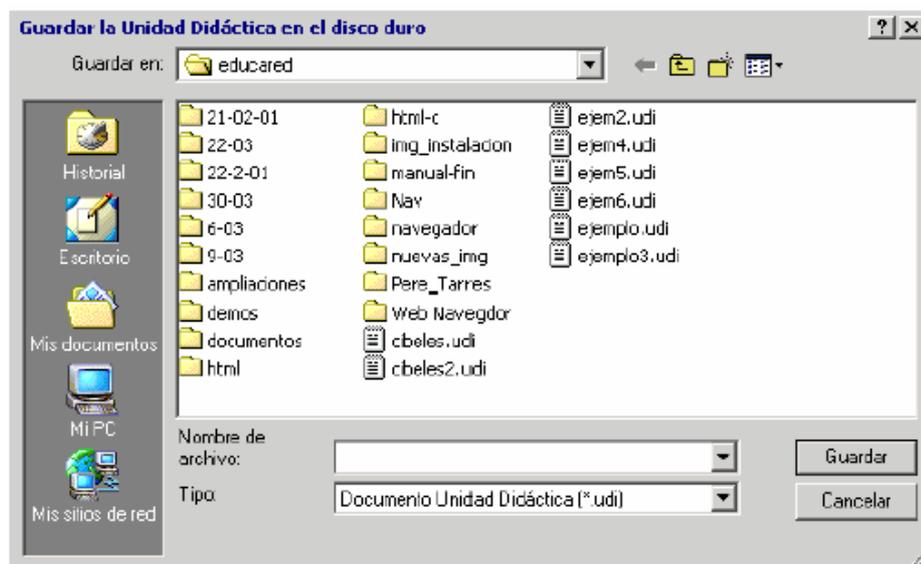
Botón <Deshacer>

Este botón permite deshacer de forma secuencial la última operación realizada en el área de edición de la Unidad Didáctica. Debiendo pulsar tantas veces como acciones se quieran eliminar.

Botón <Rehacer>

Este botón permite volver a incluir aquella información de los contenidos que se acaba de eliminar con el botón de deshacer.

Cuando el profesor haya terminado de introducir el contenido de la Unidad Didáctica en el Editor, para guardarlo, deberá pulsar el botón <Aceptar>. Si se quiere cerrar el editor sin conservar el contenido, pulsar el botón <Cancelar>.

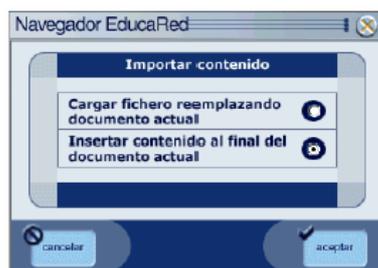


Por otro lado, si se prefiere guardar el contenido en el disco duro y no en el servidor, como ocurre en el caso anterior con el botón <Aceptar>, se debe pulsar el botón <Guardar>. Entonces aparecerá un ventana con el título “Guardar Unidad Didáctica” en la que se deberá incluir una nombre para este archivo y seleccionar dentro del disco duro, el lugar dónde se quiere archivar.

5.2.5.4 Administración de unidades didácticas

5.2.5.4.1 Importar Unidad Didáctica desde el Disco Duro

Si lo que se quiere es incluir el contenido en el editor, de una Unidad Didáctica creada en local, esto es sin conectar con el Servidor, pulsar el botón <Importar>. A continuación aparecerá la Pop-Up de “Importar contenido” en la que aparecen dos opciones:



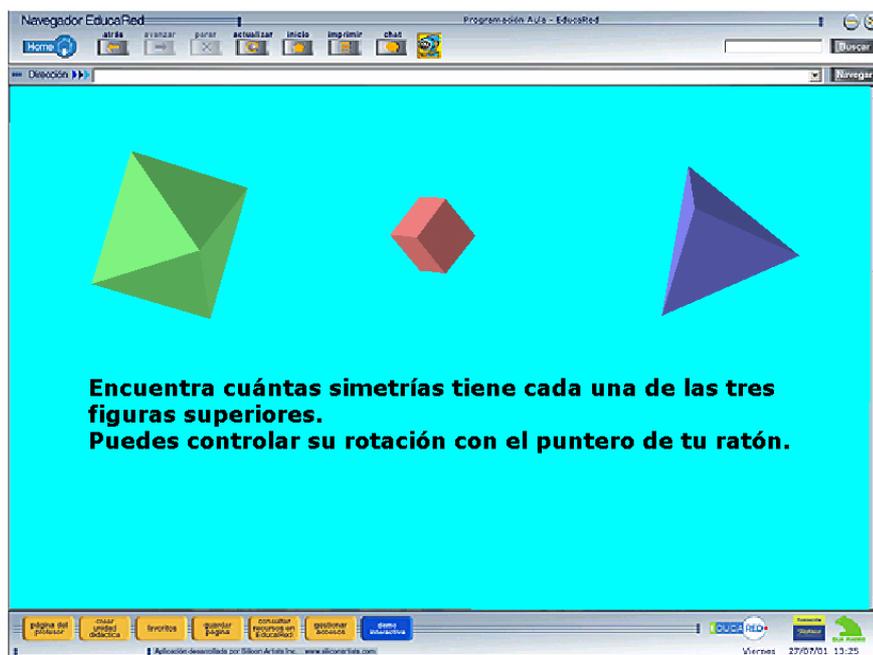
1. “Cargar el fichero reemplazando el documento actual”, si se elige esta opción, aparecerá la ventana “Importar Unidad Didáctica”. Después se debe buscar en el directorio donde esté archivada la Unidad Didáctica que quiera incorporar y una vez seleccionada, pulsar el botón <Abrir>. De esta forma quedará incluido todo el contenido sustituyendo el que hubiera dentro del editor.

2. “Insertar contenido al final del documento actual”, al elegir esta opción aparece la ventana “Importar Unidad Didáctica” para seleccionar la Unidad que se quiera incluir dentro del editor. La diferencia con respecto a la opción anterior es que la información importada se incluye a continuación del contenido existente.



5.2.5.4.2 Vista previa

Tras incluir algún contenido, utilizando el editor, se podrá ver debajo de los campos descritos inicialmente en esta sección y, bajo el título “Unidad Didáctica”, cómo va quedando la página, ofreciendo una vista previa.



Para seguir incluyendo contenidos a la Unidad, simplemente hay que pulsar en el botón <Editar Unidad Didáctica>, apareciendo, de nuevo, el Editor de contenidos.

5.2.5.4.3 Actividades con los alumnos

Debajo de la vista previa de la Unidad, se disponen de otras opciones relacionadas con la misma, como el Botón <Actividades de los alumnos>

Mediante este botón el profesor accede a una página en la que aparece un listado con las actividades realizadas por los alumnos, relacionadas con la

Unidad Didáctica en cuestión. Desde esta página puede volver a la Unidad en el momento que lo desee.



En el caso de que algún alumno continuara trabajando en la actividad, en el momento en el que cierra la ventana del editor, el profesor puede ver los cambios realizados inmediatamente. Este proceso de comunicación tan ágil resulta muy cómodo y práctico tanto para el profesor como para los alumnos. Estas actividades realizadas por los alumnos, serán borradas del Servidor con cierta periodicidad.

5.2.5.4.4 Imágenes asociadas

También a través de la vista previa de la Unidad, se dispone de la opción <Imágenes asociadas>. Al pulsar en este botón, se accede a una página con una lista de todas las imágenes que existan, relacionadas con los contenidos de la Unidad Didáctica. Para ello, previamente han debido ser guardadas, en caso contrario, no existirá ninguna imagen asociada.



Como se ve en esta pantalla, cada imagen de la lista muestra cierta información: el nombre que se le dio al guardarla o archivarla, el autor o el nombre de la persona que la guardó, el tamaño del archivo y la fecha en que fue guardada.

A la derecha, se encuentran tres botones que permiten modificar en la caja de texto el nombre del archivo y guardarlo pulsando en el botón. Para ver la imagen archivada, pulsar en el segundo botón, inmediatamente aparecerá en el área de visualización del Navegador, después para volver a la página en la que se encontraba, utilizar el botón <Atrás> del mismo. Por último, si se pulsa el botón <borrar>, se elimina esta imagen del archivo, desapareciendo también, toda su información.

5.2.5.5 Recursos en EducaRed

El profesor dispone de un área de consulta disponible únicamente para profesores. Se accede a ella con el botón <Consultar Recursos en EducaRed> situado en la barra de herramientas del Navegador.

Esta página contiene una lista de materias educativas de las que se puede encontrar información en el buscador educativo del portal EducaRed.



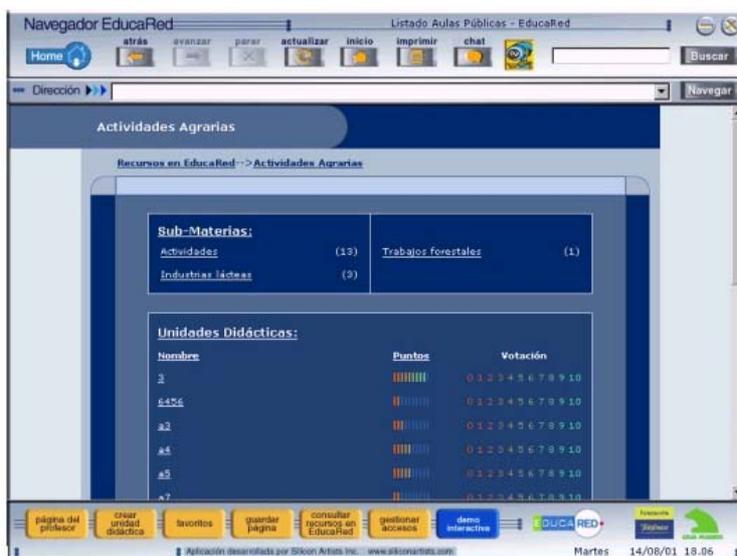
Las materias están ordenadas alfabéticamente. De cada una de ellas se muestra el nombre y el número de páginas disponibles. Esta cifra se refiere tanto a direcciones de sitios web externos, como a Unidades Didácticas creadas y publicadas por los profesores.

Los datos de esta sección, coinciden con los que aparecen al realizar una búsqueda general, a través del buscador que aparece en la zona superior del Navegador del profesor.

Las materias llevan un enlace activo a una página en la que se mostrará la lista con las sub-materias (si las hubiera) y los títulos de las direcciones web y de las Unidades Didácticas relacionadas con ellas.

La actualización de esta información es automática. En el momento en que se produce algún cambio, se refleja inmediatamente, refrescándose el número de la materia afectada.

En esta página existe un sistema de clasificación de las Unidades publicadas según las puntuaciones que hayan recibido en las votaciones realizadas por otros profesores.



El sistema de votación es sencillo, solo hay que pulsar sobre el número, del 0 al 10, que se quiera dar a la Unidad. La puntuación recibida se actualiza de forma inmediata. Este dato puede servir de referencia a los propios

profesores a la hora de buscar un recurso, sobre todo si se tiene en cuenta que son ellos mismos los que valoran y clasifican las Unidades.

Para que esta página muestre en los resultados de la consulta también Unidades Didácticas, los profesores tienen que haber publicado éstas dentro de la materia a la que correspondan.

Si se pulsa en cualquiera de los enlaces se accede directamente a ver la página, tanto si es una web externa o si se trata de una Unidad Didáctica, pudiendo en este último caso, como ya hemos visto en páginas anteriores de este manual, copiar la Unidad, modificar sus datos y establecer contacto con su autor mediante el correo electrónico.

En la parte de arriba de la página de resultados de la consulta, se puede ver la ruta seguida en el buscador hasta llegar al recurso solicitado.

Cuando existen Unidades Didácticas y web externas de una materia concreta, se muestran las informaciones de las mismas por separado y paginadas, para que sea más sencillo el acceso a ambas.

En la actualidad se está en proceso de realización de unidades didácticas específicas para el uso del Navegador EducaRed.

5.2.5.6 *Gestión de la clase*

El profesor tiene una página personal que está identificada con su nombre. Al entrar con su contraseña al Navegador, el sistema personaliza el uso del mismo, facilitando el acceso a todas las prestaciones que ya tenga configuradas.

Página del profesor

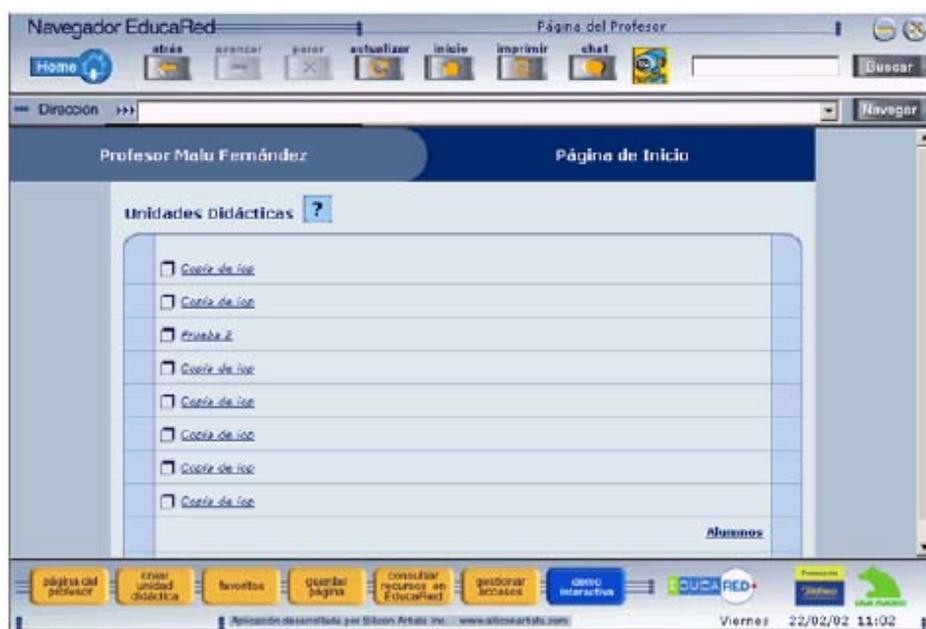
Consola de gestión

Consola del control de alumnos

Consola de control de accesos

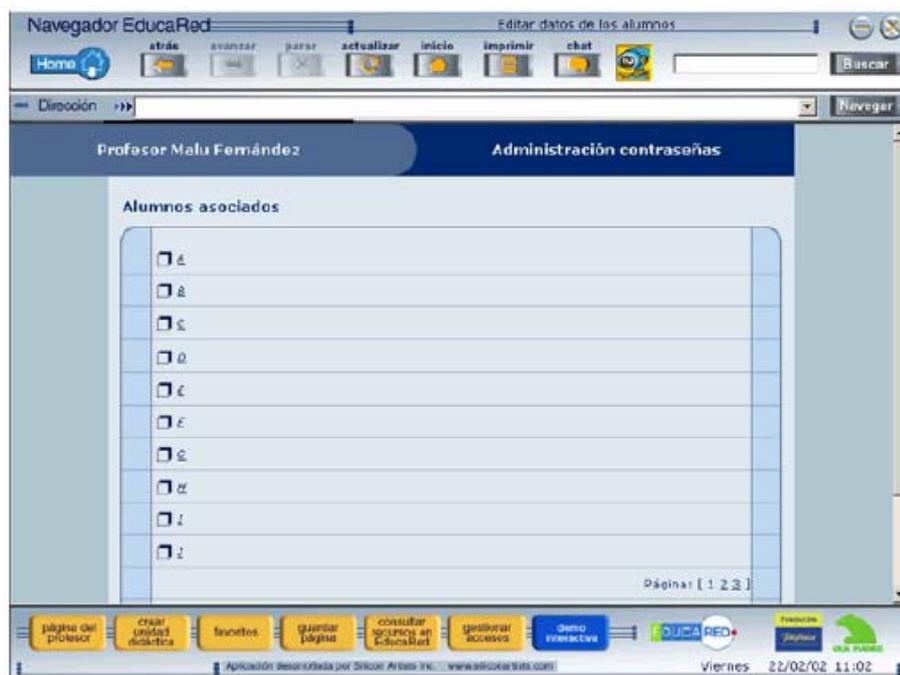
5.2.5.6.1 Página del profesor

La primera vez que el profesor entra en la aplicación, observará que el botón <Página del profesor> que aparece en la barra de herramientas de su Navegador, está en estado intermitente para llamar su atención, invitándole a que pulse y vaya a su página. Una vez que entre en ésta, el botón aparecerá igual que el resto de botones de la barra de herramientas en la que está situado. (Al inicio, la página del profesor mostrará su nombre y un texto de ayuda sobre la utilización de su página personal)

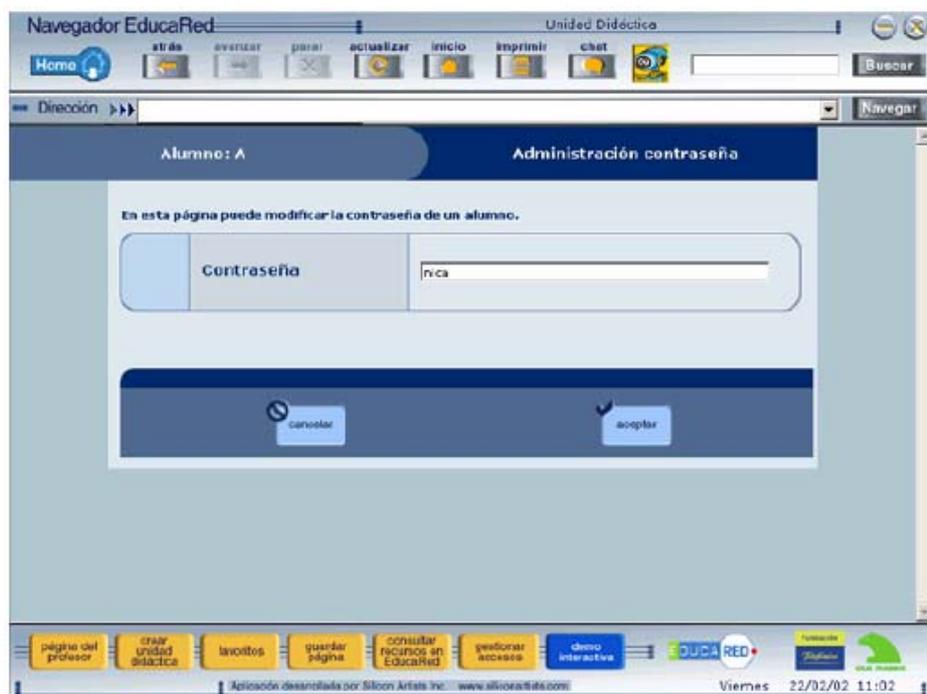


Además de los datos del profesor, en esta página aparece una lista con los títulos de las Unidades Didácticas que el profesor tenga guardadas. Cada una de ellas lleva un enlace activo en el texto que si se pulsa, abre la página de la Unidad con toda la información que contenga.

Al final de la página le aparece el texto “Alumnos”; se trata de un enlace que le lleva a una página con la relación de los nombres de los alumnos asociados a ese aula.



Al pulsar sobre el nombre, le llevará a una nueva página en la que podrá cambiar, si así lo desea, la contraseña asignada a este alumno; de esta forma tan sencilla, puede administrar las contraseñas de todos los alumnos.



Cuando un alumno entra en el Navegador, debe incluir su nombre y una contraseña, puede darse el caso de que la olvide, no pudiendo entrar entonces en la aplicación. Para evitar esto, el profesor dispone de estas páginas en las que le aparecen las contraseñas que incluyeron sus alumnos, pudiendo recordarles cuáles eran éstas en caso de no recordarlas o si así lo desea, modificarlas. En el caso de que cambiara la contraseña de algún alumno, deberá pulsar en el botón de <Aceptar> para guardar la nueva.

5.2.5.6.2 Consola del profesor. Gestión de accesos.

Se accede a ella pulsando en el botón <Gestionar accesos>, situado en la barra de herramientas del Navegador. Al pulsar este botón, aparece la ventana denominada “Consola del Profesor”:



En esta ventana, el profesor dispone de tres opciones:

1. Una relacionada con los alumnos.
2. Una relacionada con los accesos
3. La Unidad Didáctica.

Para elegir una de ellas, puesto que no se permite selección múltiple, debe pulsar en el botón que aparece a su derecha.

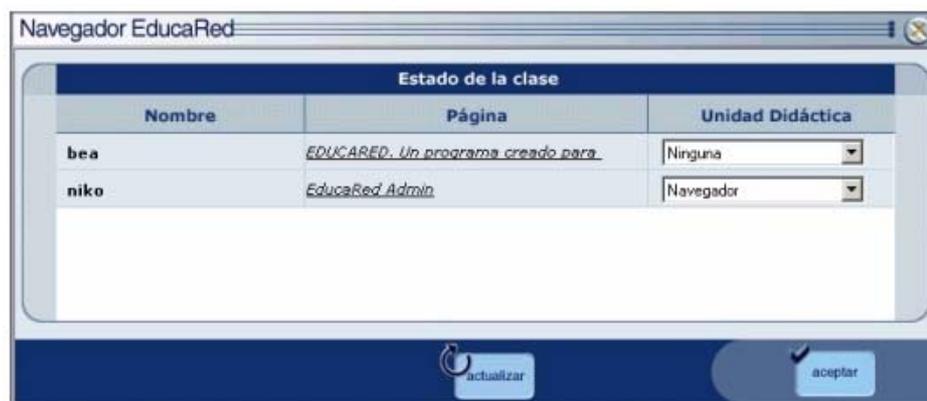
5.2.5.6.3 Consola de control de alumnos

Si activa la opción “Alumnos” se le mostrará sobre el “Área central” del Navegador una nueva ventana en la que podrá ver el "Estado de la clase" con las siguientes informaciones:

1. La primera columna, muestra una lista con los nombres de los alumnos que asisten a la clase y que están utilizando el Navegador en ese momento.

Esta información la recoge el sistema, cuando los alumnos introducen sus datos al inicio de la sesión.

2. La segunda columna, informa al profesor de la página en la que se encuentra cada alumno en el momento que activa esta ventana; de esta forma el profesor puede llevar un mejor seguimiento de su clase. Estas direcciones llevan un enlace activo a esas páginas y, si el profesor quiere puede visitarlo pulsando en él; comprobando de esta manera que cada alumno está en la URL indicada por él.



3. En la tercera columna, aparecen unas cajas desplegables (tantas como alumnos haya en ese momento utilizando el Navegador), con todas las Unidades Didácticas que el profesor tiene en su página personal. Desplegando cada una de ellas, el profesor envía al Navegador de cada alumno la Unidad Didáctica en la que quiere que trabaje. Podría darse el caso, por ejemplo, en el que varios alumnos estén trabajando dentro de la misma clase en distintos temas o Unidades.

Esta ventana resulta de mucha utilidad para el profesor, puesto que facilita el control y seguimiento de sus alumnos; abriéndola y cerrándola siempre que quiera, sin que esta operación sea apreciada por los mismos.

Para cerrar esta ventana, en el caso de que haya seleccionado Unidades Didácticas y quiera conservar los cambios, sólo tiene que pulsar el botón <Aceptar>. Si no ha efectuado ningún cambio puede hacerlo también pulsando en el icono <Cerrar> de la propia ventana, situado en el extremo superior derecho de la misma.

5.2.5.6.4 Consola de control de accesos

Si activa la opción dar accesos, le mostrará sobre el “Área central” del Navegador, una nueva ventana en la que podrá controlar el acceso de los alumnos a determinadas prestaciones, como:

1. "Navegar libremente", que permite a sus alumnos utilizar Internet sin restricciones. Por defecto, cuando los alumnos entran en el sistema y abren su Navegador, sólo pueden acceder a los contenidos que se encuentran en el portal EducaRed y a las Unidades Didácticas de su profesor, hasta que éste decida activarles esta opción, que como ya hemos visto en el apartado anterior, el profesor puede seguir controlando desde la ventana “Estado de la clase”.
2. "Permitir acceso a Windows", con lo que los alumnos pueden acceder a otros programas de su ordenador y no trabajar únicamente en el Navegador EducaRed.

Además de esta forma al realizar los alumnos en el Editor, la Actividad propuesta por su profesor, pueden incorporar ficheros guardados en su PC. Es necesario que esta casilla esté activada para que puedan incorporarlos al contenido de la Actividad.

3. "Imprimir”, que permite la utilización de la impresora que se tenga en la clase. En principio, esta opción está desactivada, como ocurre con el resto de esta ventana; en el momento en que posibilita el acceso a la impresora, los botones <Imprimir>, tanto el situado en zona superior del Navegador de los alumnos, como en las herramientas del Editor para realizar la Actividad, cambian de estado, apareciendo activados. Si los alumnos pulsan en él, imprimen en el primer caso, la página que estén visualizando en el “Área cen-

tral” de su Navegador y, en el segundo caso, los contenidos del área de edición de la Actividad.

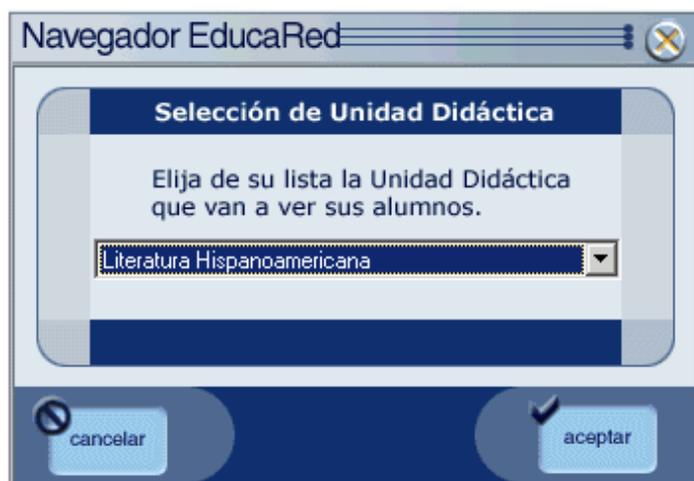
El uso de todas las ventanas relacionadas con la consola del profesor o la gestión de accesos, resulta muy cómodo y práctico, puesto que permite llevar un seguimiento óptimo de la clase.

4. "Usar imágenes", con lo que los alumnos podrán utilizar las imágenes que tengan guardadas o archivadas en el Servidor de EducaRed.

5. "Añadir imágenes", con ella los alumnos podrán incorporar también imágenes que tengan guardadas en su ordenador o que recojan de Internet. Para activar esta opción es necesario, haber activado primero la anterior.

5.2.5.6.5 Iniciar Unidad Didáctica

Al activar la opción "Iniciar Unidad Didáctica" aparece una ventana en la que se podrá seleccionar de una lista desplegable la Unidad Didáctica a la que van a acceder los alumnos de la clase desde sus Navegadores, pulsando, para ello, en el botón <Ir a Unidad Didáctica> situado, como ya se sabe, en la barra de herramientas del Navegador.



5.2.5.7 Guía y ayuda

El profesor puede acceder a ella pulsando en el botón <Demo interactiva> que aparece en la zona inferior de su Navegador.



La Demo está dividida en dos secciones:

1. "la Guía de Internet"

En esta sección, se muestra al profesor qué es Internet y lo que se puede hacer en la Red, mediante la explicación de sus orígenes y servicios (navegar, correo electrónico, chat, videoconferencia, música-mp3, publicar páginas web y demás servicios que se encuentran en algunas páginas web).

2. "Cómo usar el Navegador EducaRed"

En este apartado se muestra al profesor de forma práctica e ilustrada, la manera de utilizar el Navegador EducaRed en la clase. Explicando el uso de todos los botones que en él aparecen, tanto los comunes con los alumnos, como los de la barra de herramientas exclusiva del profesor; junto con las pantallas y las prestaciones relacionadas con ellos, especialmente aquellas que intervienen en la gestión y administración de la clase.

El acceso a cada una de ellas es independiente. El usuario decide la opción que selecciona, pulsando sobre la misma.

5.2.5.8 Editor de contenidos

Hasta el momento hemos visto que podemos trabajar en el Navegador, creando Unidades Didácticas los profesores y, los alumnos, realizando las Actividades relacionadas con esas Unidades. Para ello estos usuarios han empleado el Editor correspondiente a cada uno de ellos; para poder utilizar este Editor han necesitado abrir el Navegador y disponer de conexión a Internet.

Pero existe otra forma de trabajar directamente, sin que sea necesario estar conectados; esto es mediante el Editor de Contenidos. A este Editor se accede a través de: Inicio/Programas/Navegador EducaRed/Editor de Contenidos



Este editor funciona de manera similar y con las mismas prestaciones que los expuestos anteriormente, pero con la ventaja de su funcionamiento off-line.

5.3 Innovación e indagación

5.3.1 Metodología de innovación

En esta fase, se establecen actividades piloto dentro del curriculum de Matemáticas (del nivel académico correspondiente al grupo: primaria o secundaria), haciendo una elección de los contenidos que más fácilmente se adapten a las condiciones didácticas buscadas –y especificadas en el marco teórico del proyecto y más resumidamente en el apartado 1.5.2 –.

Se detalla el funcionamiento del navegador cuando se quieren realizar las actividades matemáticas, y su óptima explotación como sistema generador de situaciones didácticas en matemáticas y ventajoso entorno de trabajo.

5.3.2 Metodología de indagación

Con los planteamientos e instrumentos establecidos en el marco teórico, procederemos a un análisis, estudio y evaluación de las posibilidades del sistema de aprendizaje con soporte TIC cuando un grupo de alumnos desarrolla trabajo colaborativo en la resolución de problemas matemáticos.

Se plantea uno o varios problemas (según el caso) en la página de actividades del Proyecto y una vez que han respondido a la cuestión propuesta, se plantea un nuevo reto de justificar y determinar por qué se da una determinada respuesta –especialmente cuando hay diversidad de respuestas–, tratando de que el elemento de validación sea el “argumento razonado” frente al habitual “argumento de autoridad” que suele representar el profesor. Esto provoca unas interacciones para discutir y replicar las argumentaciones por parte de todos los miembros integrantes del proyecto.

En relación al correo electrónico, se procede a la interpretación de todos los mensajes emitidos por los alumnos de la clase, para una mejor implementación del sistema de cara a evitar dificultades de comunicación y facilitar la representación de las ideas de los alumnos.

5.4 Características de las actividades

5.4.1 Elementos para el diseño de las actividades

Uno de los problemas en el diseño de este tipo de actividades es la dificultad por parte de los profesores para establecer un vínculo significativo entre el uso de las redes y el currículum, y una ausencia de entrenamiento específico en el uso de las telecomunicaciones en el contexto del aula.[Levin, Thurston, 1996]. Este punto está salvado en esta experiencia porque el investigador ha podido ir eligiendo la parte del currículum que era más propicia para utilizar el sistema y lleva años formándose y practicando el uso de tecnología de la información y comunicación en el aula.

Las nociones matemáticas básicas se construyen partiendo de situaciones problemáticas concretas, que proceden de experiencias reales del niño y que permiten verificar qué aprendizajes matemáticos ha adquirido con anterioridad, qué instrumentos y qué estrategias resolutivas utiliza y cuáles son las dificultades que encuentra.

Situaciones problemáticas que identificadas sólo con las situaciones de la vida real es reduccionista, porque incluso hay testimonios de profesores acerca de la exigencia de alejamiento de la realidad que sienten ciertos niños.

Los aprendizajes matemáticos adquiridos con anterioridad (a la escuela) por los alumnos son a menudo seguidos en los centros educativos de aprendizajes relativos a números (cantidad) o a operaciones básicas (las cuatro reglas); poca atención se dedica a la resolución ingenua (con estrategias ingenuas) de problemas. [D'Amore, 1997]. En el planteamiento de esta experiencia juegan también su papel este tipo de estrategias.

Partimos de una hipótesis general constructivista del aprendizaje: el que aprende lo hace construyendo su propio significado de los conocimientos y esta construcción hace intervenir sus adquisiciones anteriores. 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. 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.

Pero la interacción no es aplicable a toda situación como un remedio milagroso. Determinadas tareas que demandan conocimientos muy lejanos aún para los alumnos, o que están muy automatizadas, no se resuelven mejor por el hecho de provocar una interacción social. [Chamorro, 1995]

Atendiendo a estos principios, y considerando el medio tecnológico en el que van a ser propuestas y la intencionalidad interaccionista y colaborativa, las actividades cumplen las siguientes características:

- i) las tareas que se plantean son “abiertas”(con más de un posible camino de resolución o incluso con varias soluciones)
- ii) las actividades tienen varias fases:
 - resolución del problema en pequeño grupo
 - informe de la solución (situación de comunicación¹)
 - reflexión (situación de validación).
- iii) utilización de herramientas informáticas (TIC) e Internet. La navegación matemática en Internet tiene dos puntos de interés: el de la comunicación y el del acceso a la información. [Alsina, 1998]

¹ Ver capítulo de Situaciones adidácticas

Es fundamental la situación en la que las tareas se van a realizar, importancia apoyada por investigaciones que estudian realizaciones matemáticas en contextos diferentes: en el aula y en la vida real. [Abreu, 1996], [Wistedt, 1994].

Por otro lado, las realizaciones también se ven influidas por las instrucciones de trabajo con que se presentan las tareas, es decir, por lo que en la Didáctica Fundamental² se denomina “la consigna”. [Brousseau, 1989].

Incluso se tiene que tener en cuenta el status que tiene la pareja o el grupo de colaboradores que interaccionen. Esto también ha sido estudiado por diversos autores, como César, Nunes o Carugati. [César, 1998], [Nunes, Light, Mason, 1993], [Carugati, Gilly, 1993]

Considero dos puntos de interés –de la navegación matemática– en Internet que han sido tenidos en cuenta en el desarrollo de las actividades:

- i) Nivel comunicativo: Internet y los correos electrónicos amigables, – y ya mismo la videoconferencia–, abren infinidad de posibilidades: relaciones entre clases de distinta localización geográfica, actividades matemáticas on-line, juegos matemáticos, debates acumulativos, interacciones en la resolución de actividades conjuntas.
- ii) Nivel informativo: ya existen muchísimas webs de gran atractivo, tanto para los profesores como para los alumnos. Como se ven en las actividades se pueden visitar museos matemáticos de instrumentos de dibujo, colecciones bellísimas de poliedros, bases bibliográficas de matemáticos, instituciones educativas que ponen a libre disposición interesantes informaciones o centros con recursos matemáticos de gran calidad. Lugares en la red donde aprender viendo, leyendo o interaccionando para ampliar contenidos o buscar nuevos.

² Ver capítulo de Teoría de Situaciones

5.4.2 Actividades abiertas

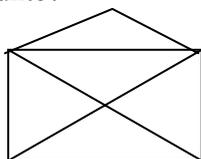
Conseguir tareas abiertas no es fácil. Las técnicas que hemos usado para abrir los enunciados (que no tengan una única posible respuesta o no tengan una única estrategia de solución) han sido:

1. Dar la respuesta y pedir los datos. La misma respuesta puede surgir como consecuencia de distintos conjuntos de datos, es decir de distintos enunciados. Si cambiamos el orden de la pregunta el problema queda abierto.

- Ej: Se les plantea una trama cuadrículada de 4×4 . Se les pide que encuentre (y dibujen) todos los triángulos que puedan conseguir de área uno, salvo simetrías y giros.
- Ej: Qué dimensiones tiene una figura de perímetro 16 cm. y menos de cinco lados

2. Dudar de la posibilidad de lo que se les pide que encuentren (aunque sepamos que existe). Con ellos logramos sembrar inseguridad en el enunciado.

- Ej: ¿Podré realizar la figura sin levantar el boli y, sin pasar dos veces por ninguno punto?



- El cubo de la figura se ha cortado por un plano en una posición tal que se produce la sección plana mostrada en la figura (ver figura). ¿Es posible que dicha sección sea un cuadrado? Justifica la respuesta.

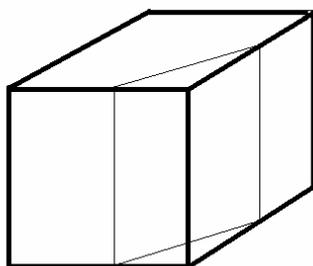


FIGURA 1

3. Eliminar algún dato del problema que parezca necesario y que no intervenga en la solución.

- Ej: Si el perímetro es 12, ¿qué dimensiones tiene la figura?

4. Aportar más datos de los necesarios de modo que tenga que seleccionar los que verdaderamente intervienen.

- Ej: Queremos ir de excursión todos los alumnos de nuestra clase del instituto IES Picasso de Madrid, (que somos 24 alumnos y el profesor) el día 24 de Octubre a Salamanca, a ver la exposición de Grao Vasco. Esta exposición está dentro del programa de actividades de la Capitalidad Cultural Europea del 2002. Para ello vamos a alquilar un autobús de 30 plazas, cuyo precio es 200 euros por el día de alquiler, mas 2 euros por km recorrido. Conocemos algunas distancias:

Madrid a Burgos 240 kms

Madrid a Valladolid 220 kms

Burgos a Salamanca 160 kms,

¿Cuánto costará la excursión al centro (que la paga completa)?

5. Utilizar datos que ellos deban estimar o decidir por su cuenta.

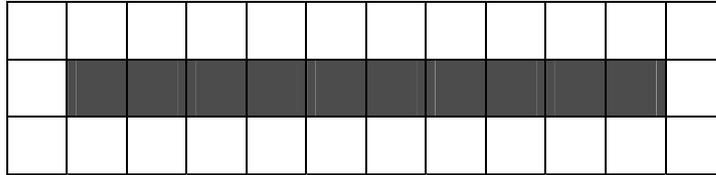
- Ej: ¿Cuál es la inclinación de las Torres de Kío? Y les damos una foto de ellas.

6. Enunciados en los que tenga que valorar distintas posibilidades (todas ellas factibles).

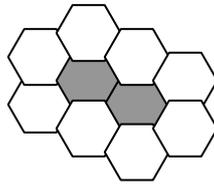
- Ej: Si tenemos 31 piedrecitas, y dos niños. Pedro coge un número entre 1 y 5. Juan un número entre 1 y 5, así sucesivamente. Gana el que coge la última piedrecita. ¿Tiene ventaja alguno de ellos? Si es así, cómo debe jugar para ganar siempre.
- La empresa de transporte “La Económica” debe cubrir con una de sus rutas de colegio los pueblos que aparecen con el gráfico 1 que te mostramos a continuación. ¿Cuántos kilómetros va a recorrer si debe pasar por todos ellos para recoger alumnos?

7. Plantear enunciados gráficos.

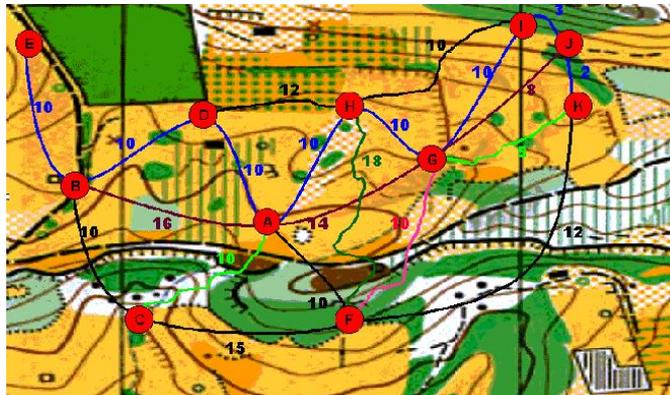
- Ej. ¿Cuántas baldosas cuadradas blancas hacen falta para rodear 10 baldosas cuadradas negras alineadas?.



- Ej. ¿Cuántas baldosas hexagonales blancas hacen falta para rodear 10 baldosas hexagonales negras alineadas?.



- Ej. ¿Cuál será el recorrido más económico para un vendedor ambulante de Huerta, si debe pasar por todos los pueblos de su zona una vez al día y luego volver a su casa?.



8. Solicitar diferentes métodos de resolución para un mismo enunciado.

- Ej. Construir un triángulo con Cabrí y con Logo.

Recomendaciones:

- Problemas variados en cuanto al número de soluciones: una solución, varias soluciones, sin solución, infinitas soluciones.
- Problemas variados en cuanto a los datos: datos completos, datos incompletos, datos superfluos, datos de más.
- Problemas variados en cuanto al enunciado: escrito, oral, gráfico.
- Diversificar las actividades de resolución: dar el enunciado y pedir la pregunta del problema, dar la solución y pedir el enunciado del problema, dar un conjunto de datos y elegir los que encajan con la pregunta, organizar los datos y las preguntas para enunciar un problema.

Las actividades se plantean con la intención de que puedan ser casi auto-suficientes en un principio (es decir son capaces de resolver el problema, aunque no de manera óptima), para pasar posteriormente a que desarrollen un espíritu de colaboración y ayuda entre alumnos (pues cuentan con un conocimiento de base insuficiente) y por supuesto logren los objetivos planteados de aprendizaje de los contenidos matemáticos.

En el servidor del proyecto se ponen las actividades, cuestiones y problemas planteados, y para acceder a las mismas es necesario identificarse con una contraseña.

La ayuda inicialmente se puede solicitar bien a través del correo electrónico al profesor virtual, bien a otros compañeros in situ.

5.4.3 Estructura de las actividades

Inicialmente el planteamiento es que los alumnos sean capaces de generar sus propias formas de resolver un problema. Para ello es necesario que tengan la confianza para usar sus conocimientos matemáticos personales en vez de esperar a que el profesor –virtual o presencial– o los compañeros les den las instrucciones para llegar a la solución. Una vez alcanzada una solución

propia, no necesariamente precisa y óptima, el alumno debe estar en condiciones de comunicar sus hallazgos, lo cual llevará a distinguir qué es una explicación o justificación aceptable y a compartir una base de significados para una comunicación efectiva. Además deberá darse a sí mismo un sentido a las explicaciones aportadas por los otros compañeros y de las críticas que reciba la posición defendida por el alumno. Explicar, justificar y argumentar las soluciones propias aportadas, así como comprender, criticar y argumentar las de otros, requiere que las explicaciones sean reflexionadas.

Cuando uno es capaz de considerar lo adecuado de una explicación para los otros, y no sólo para uno mismo, la explicación se convierte en objeto explícito del propio discurso. [Feldman, 1987]

Enunciado de la actividad. En la propia actividad aparecen también enlaces para hacer consultas sobre el texto del enunciado.

Se plantean 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, estableciéndose un diálogo mediante el correo electrónico sobre la validez, claridad, argumentos.

Automáticamente también le llega a los alumnos implicados en la resolución de la misma cuestión, para ser replicada por el resto de los colaboradores caso de no coincidir las respuestas o no comprenderse las argumentaciones.

5.5 Actividades propuestas

5.5.1 La excursión a Salamanca

5.5.1.1 Descripción general

Plantear problemas aritméticos como simples ejercicios de cálculo, donde la mecánica –repetición– es la única habilidad que se pone en juego no parece una buena estrategia de cara a los alumnos.

Por eso planteamos auténticos problemas aritméticos – no simples ejercicios de práctica –, de modo que tengan que poner en juego su capacidad lógica y de indagación para que combinado con el cálculo aritmético resulte una herramienta eficaz de resolución.

5.5.1.2 Sensibilización

Hablaríamos de la Capitalidad Cultural Europea, y de los actos que se celebrarán en el 2002 en Salamanca con motivo de dicha capitalidad. Pondremos ejemplos interesantes de actividades a realizar, de cómo es la ciudad y del ambiente estudiantil.

Planificaremos posibles viajes a ciudades de cerca de Madrid, y de las posibilidades de transporte. Si es posible hablaremos de medios concretos y de precios

5.5.1.3 Planificación

Plantearía tres momentos diferentes:

Resolución individual o en parejas del problema inicial –figuras virtuales–. En éste primer paso, recurrirían a la llamada matemática personal, es

decir, a los recursos propios aprendidos en etapas anteriores. Muchos de ellos son de tipo artesanal, y precisamente son esos los que estamos buscando inicialmente. Probablemente recurrirán a mover las figuras aleatoriamente e ir contando las simetrías que vayan encontrando.

Replanteamiento del problema. Con unas preguntas que dirijan su intuición, de manera que su planteamiento artesanal inicial –y probablemente válido –se manifieste menos eficaz que los nuevos caminos sugeridos.

También aportaríamos a los estudiantes unas páginas web de ayuda relacionadas con el tema.

Estrategia final de resolución –después de haber compartido a través de Internet sus distintas estrategias con otros alumnos –. De entre las diferentes estrategias aportadas y sus correspondientes argumentaciones, deben elegir la opción más convincente y eficaz: la solución óptima.

5.5.1.4 Supuestos que queremos desmentir

Los datos que aparecen en el enunciado de un problema son exactamente los necesarios para resolverlo, ni más, ni menos.

Mezclando adecuadamente todos los datos del enunciado con operaciones aritméticas obtendremos la solución.

Hay que usarlos todos para llegar a la solución correcta.

5.5.1.5 Enunciado del problema para los alumnos

Queremos ir de excursión todos los alumnos de nuestra clase del instituto IES Picasso de Madrid, (que somos 24 alumnos y el profesor) el día 24 de Octubre a Salamanca, a ver la exposición de Grao Vasco. Esta exposición está dentro del programa de actividades de la Capitalidad Cultural Europea

del 2002. Para ello vamos a alquilar un autobús de 30 plazas, cuyo precio es 200 euros por el día de alquiler, mas 2 euros por km recorrido.

Conocemos algunas distancias:

Madrid a Burgos 240 kms

Madrid a Valladolid 220 kms

Burgos a Salamanca 160 kms,

¿Cuánto costará la excursión al centro (que la paga completa)?

5.5.1.6 *Primeras estrategias individuales o en parejas*



5.5.1.7 *Ayudas disponibles*

i) Preguntas

¿Hay más de un recorrido distinto?

¿Le interesa a la clase que el recorrido sea lo más corto posible?

ii) Direcciones web

Consulta las siguientes páginas web, a ver si te aportan nueva información.

<http://www.guiacamps.com/esp/infinito/gcamps/ruta/calcular/itinerario.asp>



<http://www.mappy.com/espanol>



5.5.1.8 *Papel del alumno*

El alumno en un primer momento debe interiorizar el problema para tratar de resolverlo con sus recursos personales o con los recursos de su compañero de sesión. En este momento lo importante es que sepan buscar una conexión entre los conocimientos de que dispone y las propuestas que se le plantean.

Posteriormente debe ser capaz de asumir su propio proceso de aprendizaje, siguiendo (críticamente) los pasos y pistas que se le ofrecen para encontrar una estrategia adecuada o mejorar la estrategia de que dispone inicialmente. También debe ser capaz de transferir las primeras estrategias generadas en un diseño Cartesiano al diseño final del problema.

Finalmente debe implicarse en el proceso colaborativo y trabajar con la tecnología junto con sus compañeros. En este momento se hace especialmente importante su capacidad crítica para poder interpretar lo mejor posible las elaboraciones de sus compañeros y poder devolver al grupo sus argumentos y estrategias mejores, de forma que su aportación sea positiva para el aprendizaje del conjunto.

5.5.1.9 *Papel del profesor*

El papel del profesor va a tener diferentes vertientes.

Por un lado va a ser el dinamizador del proceso: hará preguntas cuando haya que reflexionar, cuestionará cuando haya que profundizar sobre alguna línea, distribuirá los materiales y los espacios, y sobre todo ofrecerá la secuencia necesaria que de unidad y globalidad al conjunto.

Por otro lado será el referente técnico y de conocimientos: tendrá que iniciar las actividades y facilitar los contenidos previos, principalmente en lo que respecta a los recursos de los que tendrán que hacer uso los estudiantes y

en los contenidos. Será el encargado de marcar un ritmo, pero sin hacerse presente.

Finalmente también tendrá que hacer de observador para asegurarse de que los procesos se llevan adelante, subsanar posibles bloqueos y tener una visión crítica que permita evaluar tanto los resultados como los procedimientos para llegar a ellos.

5.5.2 Simetrías virtuales

5.5.2.1 Descripción general

Con los alumnos hemos estado trabajando las formas geométricas tridimensionales básicas, tanto sus principales elementos –conceptos- como las relaciones geométricas existentes entre los mismos. Damos una especial importancia a las simetrías y las translaciones.

Entre las relaciones geométricas a tratar, primeramente se han desarrollado las topológicas -con sus conceptos asociados- , en un segundo momento se han visto las relaciones proyectivas, y se trata de culminar el proceso con las relaciones métricas –las relacionadas con la noción de “medida” – .

Vamos a plantear la actividad relacionada con las simetrías, esa relación geométrica tan “natural” desde un punto de vista manipulativo y reflexivo. El problema que a estas edades plantea la manipulación de estos objetos radica en la dificultad de construcción que tienen estas figuras regulares (precisamente por su regularidad), por lo que vamos a utilizar las representaciones virtuales de éstas, que también se pueden manipular y que podemos tener tantas copias de las mismas como deseemos –frente a las figuras reales que por su precio no es habitual que haya en un aula más de dos o tres juegos de figuras–.

5.5.2.2 Sensibilización

Hablaríamos de las formas geométricas que conocen y cuáles son capaces de reconocer en la clase, comentando lo importantes que pueden llegar a ser en la vida cotidiana.

Trataríamos de plantear cuestiones sobre el por qué de la rectangularidad de las mesas que tienen para escribir, la forma de la clase o la posición de la pizarra.

Trabajaremos posteriormente con LEGO, un juego de construcción que tiene piezas manejables y trataremos de que los alumnos reproduzcan desde el sitio con las piezas que les demos un dibujo que diseñe el profesor y que sólo vean en dibujo. Es decir, van a tratar de poner en dimensión tres un dibujo que les va a dar datos en dimensión dos.

Si hay alumnos más aventajados se les puede plantear el problema a la inversa: que vean una figura real (dimensión 3) y la tengan que representar en el plano (dimensión 2).

Comentar la naturaleza simétrica de las cosas que nos rodean, de la naturaleza al arte.

Plantearía una actividad inicial con recursos naturales: las hojas de árboles, de helechos, fotos de animales (cogidas de frente). Les pediría que tratasen de ver qué tipo de simetría tienen las figuras presentadas, incluso recortando la foto por la mitad para que ellos tratasen de completarla.

Esto les serviría para descubrir que construir simetrías es tan importante como aprender a reconocerlas.

Posteriormente recogería las fotos de los alumnos para que tratasen de ver qué tipo de simetría tienen en su rostro y su cuerpo; incluso recortando la foto por la mitad para que ellos tratasen de completarla.

5.5.2.3 Planificación

Plantearía tres momentos diferentes:

Resolución individual o en parejas del problema. En éste primer paso, recurrirían a la llamada matemática personal, es decir, a los recursos interiorizados en etapas anteriores. Muchos de ellos son de tipo artesanal, y precisamente son esos los que estamos buscando inicialmente.

Nuevo planteamiento del problema tras unas preguntas que dirijan su intuición, de manera que su planteamiento artesanal inicial –y probablemente válido –se manifieste menos eficaz que los nuevos caminos sugeridos.

También aportaríamos a los estudiantes unas páginas web de ayuda relacionadas con el tema.

Estrategia final de resolución –después de haber compartido a través de Internet sus distintas estrategias con otros alumnos –. De entre las diferentes soluciones aportadas y sus correspondientes argumentaciones, deben elegir la opción más convincente: la solución óptima.

5.5.2.4 Supuestos que queremos desmentir

Los datos que aparecen en el enunciado de un problema son exactamente los necesarios para resolverlo, ni más, ni menos.

Mezclando adecuadamente todos los datos del enunciado con operaciones aritméticas obtendremos la solución.

Hay que usarlos todos para llegar a la solución correcta.

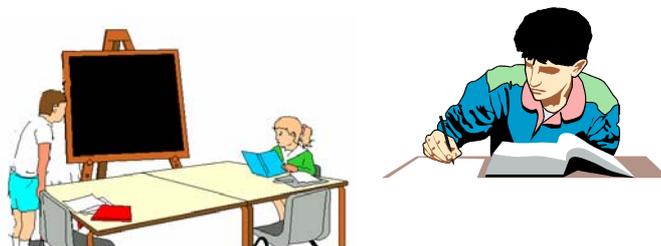
5.5.2.5 Enunciado del problema para los alumnos

Encuentra los planos de simetría de las figuras e indica cuántos tiene (y cuáles son).



Está colgado mediante un enlace a la página web:

5.5.2.6 Primeras estrategias individuales o en parejas



5.5.2.7 Ayudas disponibles

i) Preguntas

¿Hay más de un plano de simetría en cada figura? Mira en vertical y en horizontal.

¿Conoces la diferencia entre plano de simetría y eje de simetría?

ii) Direcciones web

Consulta las siguientes páginas web, te aportarán nueva información:

<http://es.geocities.com/afnidis/programas.html>

Software educativo para descargar libremente:

Ejercicios de simetría vertical

Ejercicios de simetría horizontal

Ejercicios de simetría sobre eje de coordenadas

www.correodelmaestro.com/anteriores/2001/enero/1nosotros56.htm#refle

Explicación de qué es simetría: ejes, planos,...



<http://roble.pntic.mec.es/~jcamara/simetr7.htm>

Ejercicios prácticos para comprender qué es simetría y saber buscarla.



http://descartes.cnice.mecd.es/taller_de_matematicas/grabados_de_escher/caballero.htm

Ejercicios prácticos para entender la simetría.



<http://roble.pntic.mec.es/%7Ejcamara/simetria.htm>

Aprender simetría por descubrimiento.



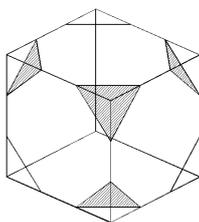
<http://icarito.tercera.cl/profes/sitios/basica.htm>

Explicaciones de contenido curricular. Seleccionar “simetría”



<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd97/UnidadesDidacticas/11-2-o-poliedros.html#polreg1>

Respuestas al número de simetrías de figuras muy similares a las buscadas.



5.5.2.8 Puesta en común de estrategias y respuestas.

Puesta en común de soluciones y argumentaciones. Elección de la solución óptima.

5.5.2.9 Papel del profesor

El papel del profesor va a tener diferentes vertientes.

Por un lado va a ser el dinamizador del proceso: hará preguntas cuando haya que reflexionar, cuestionará cuando haya que profundizar sobre alguna línea, distribuirá los materiales y los espacios, y sobre todo ofrecerá la secuencia necesaria que de unidad y globalidad al conjunto.

Por otro lado será el referente técnico y de conocimientos: tendrá que iniciar las actividades y facilitar los contenidos previos, principalmente en lo que respecta a los recursos de los que tendrán que hacer uso los estudiantes y en los contenidos. Será el encargado de marcar un ritmo, pero sin hacerse presente.

Finalmente también tendrá que hacer de observador para asegurarse de que los procesos se llevan adelante, subsanar posibles bloqueos y tener una visión crítica que permita evaluar tanto los resultados como los procedimientos para llegar a ellos.

5.5.2.10 Papel del alumno

El alumno en un primer momento debe interiorizar el problema para tratar de resolverlo con sus recursos personales o con los recursos de su compañero de sesión. En este momento lo importante es que sepan buscar una conexión entre los conocimientos de que dispone y las propuestas que se le plantean.

Posteriormente debe ser capaz de asumir su propio proceso de aprendizaje, siguiendo (críticamente) los pasos y pistas que se le ofrecen para encontrar y diferenciar lo que son simetrías de lo que no o mejorar la estrategia de que dispone inicialmente.

Finalmente debe implicarse en el proceso colaborativo y trabajar con la tecnología junto con sus compañeros. En este momento se hace especialmente importante su capacidad crítica para poder interpretar lo mejor posible las elaboraciones de sus compañeros y poder devolver al grupo sus argumentos y estrategias mejores, de forma que su aportación sea positiva para el aprendizaje del conjunto.

5.5.3 La ruta del cole

5.5.3.1 *Descripción general*

Planteamos integrar dos ramas de estudio de las matemáticas: la geometría y el análisis (o aritmética).

Hemos estado trabajando las relaciones geométricas elementales, que se pueden plantear en tres niveles diferentes: topológico, proyectivo y métrico. En este caso también trataremos de mezclar los tres niveles, especialmente el topológico –por lo referente a los caminos– y el métrico –por lo referente a las distancias recorridas–.

Además vamos a abordar estas medidas de distancias desde una posición analítica, aprovechando el planteamiento para desarrollar la combinatoria numérica y el cálculo aritmético.

Todo lo anterior lo vamos a plantear de un modo creativo, donde los elementos geométricos concretos los pueda elegir el propio alumno, y donde esta elección topológica de recorridos le lleve a la aritmética experimental de las distancias implicadas.

5.5.3.2 *Sensibilización*

Haríamos una primera actividad que consistiría en tener una charla sobre el tiempo que tarda la ruta del colegio en llevar a cada alumno desde su casa al centro. Se les harían preguntas del tipo:

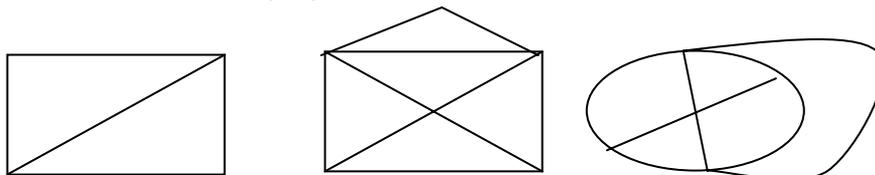
¿Cuántos autobuses distintos hay?

¿Por qué hay distintas rutas?

¿Viene el autobús por el camino más corto desde casa, o da algún rodeo?

Propondremos por otra parte los conocidos juegos topológicos de trazados Eulerianos: “¿es posible realizar el siguiente dibujo de un solo trazado sin levantar el lápiz del papel y sin pasar dos veces por el mismo sitio?”

Con ellos estaremos desarrollando habilidades para trazar recorridos que unan una serie de puntos separados en el plano (lo que luego serán puntos de recogida) con líneas continuas (lo que hace el papel del recorrido del autobús) con un divertido juego.



Plantearía si es posible la actividad con un plano de la zona cercana al propio centro educativo, para que los estudiantes marcasen con distintos colores las calles por las que ellos pasan cuando vienen andando, y las calles por las que pasan los autobuses que traen alumnos al colegio. De nuevo se les plantearían preguntas al respecto y se les propondría que ofreciesen alternativas a estos recorridos.

¿Cuántas rutas conoces que vienen al colegio?

¿Son todas iguales de largas? ¿Por qué?

¿Hay una o más de una?

¿Cuánto tarda?

¿Vienen directas?

La actividad de poner datos reales del ámbito del propio alumno propicia lo que en Didáctica de las Matemáticas se llama “devolución” que es el paso de considerar un problema matemático planteado en un problema de interés personal.

5.5.3.3 *Planificación*

Plantearía tres momentos diferentes:

Resolución individual o en parejas del problema. En éste primer paso, recurrirían a la llamada matemática personal, es decir, a los recursos propios aprendidos en etapas anteriores. Muchos de ellos son de tipo artesanal, y precisamente son esos los que estamos buscando inicialmente. Probablemente recurrirán a probar caminos distintos y comparar.

Replanteamiento del problema. Plantearemos después unas preguntas que dirijan su intuición, de manera que su planteamiento artesanal inicial –y probablemente válido –se manifieste menos eficaz que los nuevos caminos sugeridos.

También aportaríamos a los estudiantes unas páginas web de ayuda relacionadas con el tema.

Estrategia final de resolución –después de haber compartido a través de Internet sus distintas estrategias con otros alumnos –. De entre las diferentes estrategias aportadas y sus correspondientes argumentaciones, deben elegir la opción más convincente y eficaz: la solución óptima.

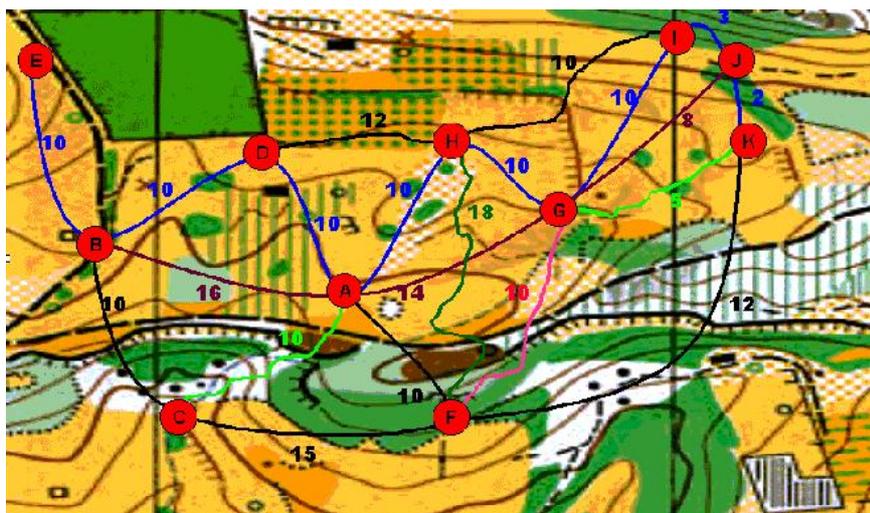
5.5.3.4 *Supuestos que queremos descubrir*

Los problemas no tienen por qué tener una única solución correcta, especialmente los de matemáticas.

La colaboración con otros compañeros aumenta las posibilidades de llegar a la solución óptima.

5.5.3.5 Enunciado del problema para los alumnos

La empresa de transporte “La Económica” debe cubrir con una de sus rutas de colegio los pueblos que aparecen con el gráfico 1 que te mostramos a continuación. ¿Cuántos kilómetros va a recorrer si debe pasar por todos ellos para recoger alumnos?



¿Se puede lograr un recorrido de 120 kms si empezamos por el pueblo E que es el más apartado?

5.5.3.6 Primeras estrategias individuales o en parejas



5.5.3.7 *Ayudas disponibles*

i) Preguntas

¿Hay más de un recorrido distinto?

¿Le interesa a la empresa que el recorrido sea lo más corto posible?

¿Crees que la disposición de los pueblos (en el gráfico 1 hay una disposición regular y en el gráfico 2 una disposición irregular) influye a la hora de plantear una estrategia?

¿Por qué pueblo empezarías? ¿Por qué?

5.5.3.8 *Papel del profesor*

El papel del profesor va a tener diferentes vertientes.

Por un lado va a ser el dinamizador del proceso: hará preguntas cuando haya que reflexionar, cuestionará cuando haya que profundizar sobre alguna línea, distribuirá los materiales y los espacios, y sobre todo ofrecerá la secuencia necesaria que de unidad y globalidad al conjunto.

Por otro lado será el referente técnico y de conocimientos: tendrá que iniciar las actividades y facilitar los contenidos previos, principalmente en lo que respecta a los recursos de los que tendrán que hacer uso los estudiantes y en los contenidos. Será el encargado de marcar un ritmo, pero sin hacerse presente.

Finalmente también tendrá que hacer de observador para asegurarse de que los procesos se llevan adelante, subsanar posibles bloqueos y tener una visión crítica que permita evaluar tanto los resultados como los procedimientos para llegar a ellos.

5.5.3.9 Papel del alumno

El alumno en un primer momento debe interiorizar el problema para tratar de resolverlo con sus recursos personales o con los recursos de su compañero de sesión. En este momento lo importante es que sepan buscar una conexión entre los conocimientos de que dispone y las propuestas que se le plantean.

Posteriormente debe ser capaz de asumir su propio proceso de aprendizaje, siguiendo (críticamente) los pasos y pistas que se le ofrecen para encontrar una estrategia adecuada o mejorar la estrategia de que dispone inicialmente. También debe ser capaz de transferir las primeras estrategias generadas en un diseño Cartesiano al diseño final del problema.

Finalmente debe implicarse en el proceso colaborativo y trabajar con la tecnología junto con sus compañeros. En este momento se hace especialmente importante su capacidad crítica para poder interpretar lo mejor posible las elaboraciones de sus compañeros y poder devolver al grupo sus argumentos y estrategias mejores, de forma que su aportación sea positiva para el aprendizaje del conjunto.

5.5.4 La caja negra

5.5.4.1 Descripción general

Con los alumnos hemos estado trabajando las formas geométricas planas elementales, tanto sus principales elementos –conceptos- como las relaciones geométricas existentes entre los mismos.

Entre las relaciones geométricas a tratar, primeramente se han desarrollado las topológicas -con sus conceptos asociados- , en un segundo momento se han visto las relaciones proyectivas, y se trata de culminar el proceso con las relaciones métricas –las relacionadas con la noción de “medida” – .

Estos aspectos se suelen abordar de un modo descriptivo y analítico, de manera que el paso a la resolución de problemas es más un asunto de modelización –es decir, de buscar el modelo al que pertenece el problema planteado – que de resolución de problemas.

Por ello nos vamos a posicionar desde un punto de vista creativo, donde los elementos geométricos concretos los tenga que definir el propio alumno, para evitar de éste modo la referencia a modelos preconcebidos.

5.5.4.2 Sensibilización

Tendríamos una lluvia de ideas sobre las figuras geométricas que aparecen en dos cuadros que les presentaríamos en clase: por un lado la fachada de la catedral de Notre Dame de París, y por otro el artesanado del techo de una de las habitaciones de La Alhambra de Granada.

Hablaríamos de las formas geométricas que conocen y cuáles son capaces de reconocer en dicho cuadro, indicando en su caso el nombre de las mismas y la familia en la que se encuadran –para hacer un recuento más detallado de las propiedades de dichas figuras.

Comentamos posteriormente cómo están presentes en nuestra vida cotidiana y lo importantes que pueden llegar a ser.

Hablar de distintas figuras geométricas que conocen de clase o de fuera de ella, y tratar de hacer una clasificación (el parámetro para dicha clasificación lo pueden elegir los propios alumnos)

Se les encargaría la tarea de realizar la misma observación con todas las figuras que puedan encontrar en el camino de vuelta a sus casas, para poder hacer una experiencia parecida el siguiente día con los datos que traigan los propios alumnos.

5.5.4.3 Planificación

Plantearía tres momentos diferentes:

Resolución individual o en parejas del problema de la caja. En éste primer paso, recurrirían a la llamada matemática personal, es decir, a los recursos interiorizados en etapas anteriores. Muchos de ellos son de tipo artesanal, y precisamente son esos los que estamos buscando inicialmente.

Nuevo planteamiento del problema tras unas preguntas que dirijan su intuición, de manera que su planteamiento artesanal inicial –y probablemente válido –se manifieste menos eficaz que los nuevos caminos sugeridos.

También aportaríamos a los estudiantes unas páginas web de ayuda relacionadas con el tema.

Estrategia final de resolución –después de haber compartido a través de Internet sus distintas estrategias con otros alumnos –. De entre las diferentes estrategias aportadas y sus correspondientes argumentaciones, deben elegir la opción más convincente y eficaz: la solución óptima.

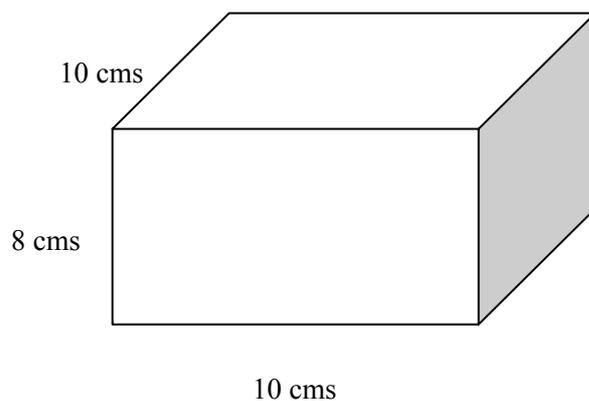
5.5.4.4 *Supuestos que queremos descubrir*

Los problemas no tienen por qué tener una única solución correcta, especialmente los de matemáticas.

La colaboración con otros compañeros aumenta las posibilidades de llegar a la solución óptima.

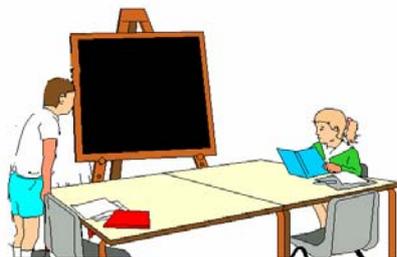
5.5.4.5 *Enunciado del problema para los alumnos*

¿Qué dimensiones tiene la figura geométrica que está dentro de la caja, si sabemos –porque lo ha medido– que tiene un perímetro de 16 cms, y menos de 5 lados?



Nota: los lados miden un número entero de centímetros (es decir, no tienen decimales).

5.5.4.6 Primeras estrategias individuales o en parejas



5.5.4.7 Ayudas disponibles

i) Preguntas

- ¿Habrá algún triángulo cuyo perímetro mida 16?
- ¿Habrá algún rectángulo cuyo perímetro mida 16?
- ¿Habrá algún cuadrilátero cuyo perímetro mida 16?
- ¿Podrá ser un pentágono lo que haya dentro de la caja?

i) Direcciones web

Ayúdate de las siguientes direcciones electrónicas.

<http://www.escolares.com.ar/paralaescuela/matematica/geometria.html>

Explicaciones de posibles figuras geométricas. Seleccionar:

<input type="checkbox"/> <u>El triángulo</u> Figuras.	<input type="checkbox"/> <u>Triángulo</u> Figuras.
<input type="checkbox"/> <u>Rectángulo</u> Figuras.	<input type="checkbox"/> <u>Hexágono</u> Figuras.
<input type="checkbox"/> <u>Paralelogramo</u> Figuras.	<input type="checkbox"/> <u>Pentágono</u> Figuras.

<http://www.arrakis.es/~bbo/geom/def.htm#poligono>

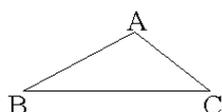
Donde nos explican qué es el perímetro, la diagonal y los conceptos que sean necesarios.

<http://icarito.tercera.cl/profes/sitios/basica.htm>



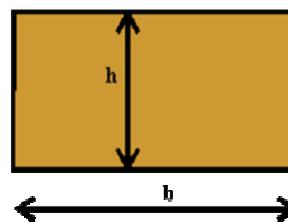
Explicaciones de contenidos geométricos básicos.

<http://www.angelfire.com/ar/geom/> Geometría plana elemental



<http://www.arrakis.es/%7Ebbo/geom/>

Figures geométricas planas y sus partes y medidas.



<http://www.geocities.com/chilemat/educbasica.htm>

Explicaciones del contenido curricular de Matemáticas en distintos niveles. Seleccionar: figuras geométricas (donde vienen sus partes, medidas, etc) en varios niveles.



<http://www.amschool.edu.sv/paes/g5.htm>

Todo sobre perímetros y áreas.

5.5.4.8 *Puesta en común de las estrategias.*

Puesta en común de estrategias y argumentaciones, elección de la solución óptima.



5.5.4.9 *Papel del profesor*

El papel del profesor va a tener diferentes vertientes.

Por un lado va a ser el dinamizador del proceso: hará preguntas cuando haya que reflexionar, cuestionará cuando haya que profundizar sobre alguna línea, distribuirá los materiales y los espacios, y sobre todo ofrecerá la secuencia necesaria que de unidad y globalidad al conjunto.

Por otro lado será el referente técnico y de conocimientos: tendrá que iniciar las actividades y facilitar los contenidos previos, principalmente en lo que respecta a los recursos de los que tendrán que hacer uso los estudiantes y en los contenidos. Será el encargado de marcar un ritmo, pero sin hacerse presente.

Finalmente también tendrá que hacer de observador para asegurarse de que los procesos se llevan adelante, subsanar posibles bloqueos y tener una visión crítica que permita evaluar tanto los resultados como los procedimientos para llegar a ellos.

5.5.4.10 Papel del alumno

El alumno en un primer momento debe interiorizar el problema para tratar de resolverlo con sus recursos personales o con los recursos de su compañero de sesión. En este momento lo importante es que sepan buscar una conexión entre los conocimientos de que dispone y las propuestas que se le plantean.

Posteriormente debe ser capaz de asumir su propio proceso de aprendizaje, siguiendo (críticamente) los pasos y pistas que se le ofrecen para encontrar una estrategia adecuada o mejorar la estrategia de que dispone inicialmente.

Finalmente debe implicarse en el proceso colaborativo y trabajar con la tecnología junto con sus compañeros. En este momento se hace especialmente importante su capacidad crítica para poder interpretar lo mejor posible las elaboraciones de sus compañeros y poder devolver al grupo sus argumentos y estrategias mejores, de forma que su aportación sea positiva para el aprendizaje del conjunto.

6 Resultados

6.1 Elementos de valoración

Hubo dos grados de participación en la actividad, uno “general” con todos los alumnos y profesores que participaron en la experiencia, y otro – que hemos denominado “selectivo”– con cuatro grupos concretos seleccionados entre los anteriores.

6.1.1 Elementos de valoración generales

- i) Todos los alumnos de los centros colaboradores realizaron unas **actividades**¹ con el Navegador, que resolvieron en grupos de dos o tres alumnos (los que había por ordenador). Las actividades no eran iguales para todos los centros, había cuatro modelos diferentes de actividad según niveles.
- ii) Todos los profesores tenían una **hoja de anotaciones** para que desde clase fuesen haciendo una relación de facilidades o dificultades que plantease el sistema en el desarrollo de la actividad. Era una hoja en blanco, para que las aportaciones no estuviesen sujetas a puntos cerrados.
- iii) A cada centro se entregó también un **test** con respuestas cerradas para valorar ciertos aspectos que no queríamos que se pasasen por alto respecto del sistema informático utilizado. Se rellenaba a posteriori para no condicionar las respuestas del segundo cuestionario (*ficha1).
- iv) A cada alumno se le entregó una **hoja de satisfacción** relacionada con la metodología utilizada para que la rellenase individualmente (*ficha 2)

¹ Ver capítulo 5, apartado 2.2

6.1.2 Elementos de valoración del grupo seleccionado

En tres de los centros colaboradores, además de lo descrito anteriormente, se seleccionó a cuatro grupos de alumnos que desarrollaron las actividades diseñadas para el Navegador por triplicado, es decir:

- i) Primero resolvieron los tres problemas individualmente.
- ii) Luego resolvieron esos mismos problemas colaborativamente en la propia clase, en grupos de dos o tres.
- iii) Finalmente resolvieron los 3 problemas usando el Navegador, interactuando los cuatro grupos de los tres centros.

6.2 *Parámetros seleccionados*

6.2.1 Parámetros generales

Para analizar el navegador, se tuvieron en cuenta las aportaciones referidas a:

1. Tiempo empleado en aprender
2. Sencillez de manejo
3. Frecuencia de uso
4. Utilidad de la ayuda que aporta el navegador
5. Ventajas originales

6.2.2 Parámetros del grupo seleccionado

Para analizar las actividades de estos alumnos hemos estructurado los datos según las siguientes cuestiones:

1. Siguió las instrucciones correctamente.

2. Realizó correctamente los tres ejercicios.
3. Realizó correctamente el ejercicio 1.
4. Realizó correctamente el ejercicio 2 (varias soluciones)
5. Realizó correctamente el ejercicio 3 (sin solución)
6. Número de soluciones correctas diferentes del ejercicio 1.
7. Número de soluciones correctas diferentes del ejercicio 2.
8. Número de soluciones correctas diferentes del ejercicio 3.
9. Demostró interés en resolver los ejercicios.
10. Logró llegar a conclusiones.
11. Llegó a conclusiones correctas.

Todas ellas se han estudiado comparativamente en los tres momentos: resolución individual, resolución colaborativa en el aula, y resolución colaborativa con soporte TIC.

Además se han resuelto las siguientes cuestiones referentes a los cambios ocurridos entre una fase y otra.

12. Modificó/ no modificó sus respuestas
13. Si modificó sus respuestas: a mejor/ a peor
14. Si no modificó sus respuestas: porque las tenía correctas/ incorrectas

*Ficha1: Centro educativo

TESTING DEL NAVEGADOR EDUCARED

1. Tiempo empleado en aprender el Navegador Educared
 - Menos de media hora*
 - Aproximadamente una hora.*
 - Entre una y dos horas.*
 - Entre tres y cuatro horas.*
 - Más de cinco horas.*

 2. EL programa es:
 - De uso muy sencillo.*
 - Algo complicado.*
 - Muy complejo*

 3. Utilizó el Navegador:
 - A diario.*
 - Dos o tres veces por semana.*
 - Una vez por semana.*
 - Dos veces por semana.*

 4. La ayuda del programa es:
 - Completamente útil.*
 - No muy aclaradora.*
 - Exhaustiva en exceso.*
 - Adecuada*

 5. Después de aprender a utilizar el programa:
 - No he vuelto a utilizarlo*
 - Lo utilizo bastante*
 - No utilizo otro*

 6. Ventajas en comparación con otros programa en el área de Matemáticas. (Puedes marcar más de una respuesta).
 - Permite la enseñanza individualizada.*
 - El profesor puede actualizar los contenidos.*
 - Permite la evaluación de los alumnos.*
 - Muestra los avances de cada alumno y del grupo.*
 - Tiene un buen sistema de retroalimentación para el alumno.*
 - Se puede variar el nivel de dificultad de las actividades.*
 - Permite la auto evaluación*
 - Resulta motivador.*
 - Es un programa de uso generalizado*
 - Permite el trabajo en equipo.*
 - Fomenta la creatividad del profesor.*
 - Fomenta la creatividad de los alumnos.*
 - Permite que el alumno trabaje en casa*
-

**Ficha2: Cuestionario de alumno*

CUESTIONARIO DE LA ACTIVIDAD COOPERATIVA

- 1. Consideras que la actividad cooperativa que has realizado estos días*
Te ayudó a resolver los problemas
Te complicó la resolución de los problemas
Ni me ayudó ni me complicó
Ns/nc

 - 2. La actividad realizada estos días, frente a las que realizas habitualmente en clase*
Me gustó mas
Me gustó menos
Ni más ni menos
Ns/nc

 - 3. El tiempo que empleaste para resolver los problemas cooperativamente fue:*
Más que el habitual
Menos que el habitual
No hay diferencia sustancial
Ns/nc

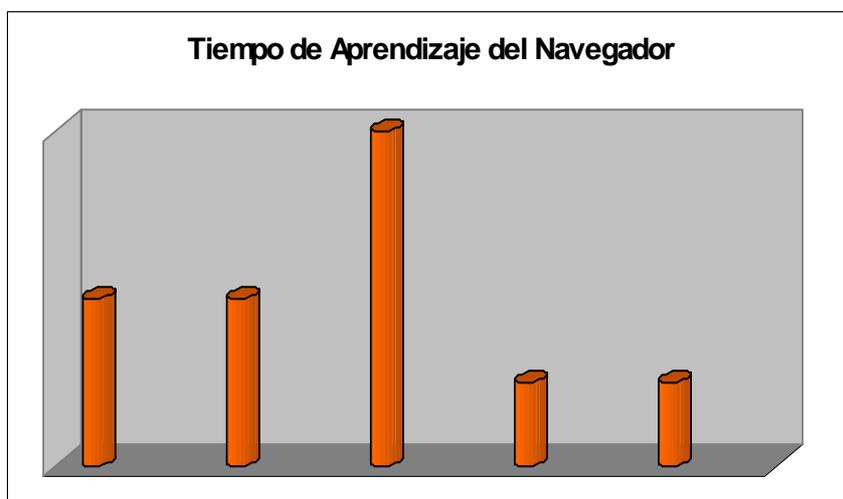
 - 4. La actividad realizada cooperativamente fue:*
Más sencilla que las habituales
Más compleja que las habituales
De un tipo similar a las habituales
Ns/nc

 - 5. Tu preferencia a la hora de trabajar en resolución de problemas es:*
Trabajar individualmente
Trabajar cooperativamente
No tengo preferencia especial por ninguna
Ns/nc
-

6.3 Resultados del cuestionario a los centros

6.3.1 Tiempo empleado en aprender a utilizar el Navegador EducaRed

Menos de media hora	20 %
Aproximadamente 1 hora	20 %
Entre 1 y 2 horas	40 %
Entre 3 y 4 horas	10 %
Más de 5 horas	10%

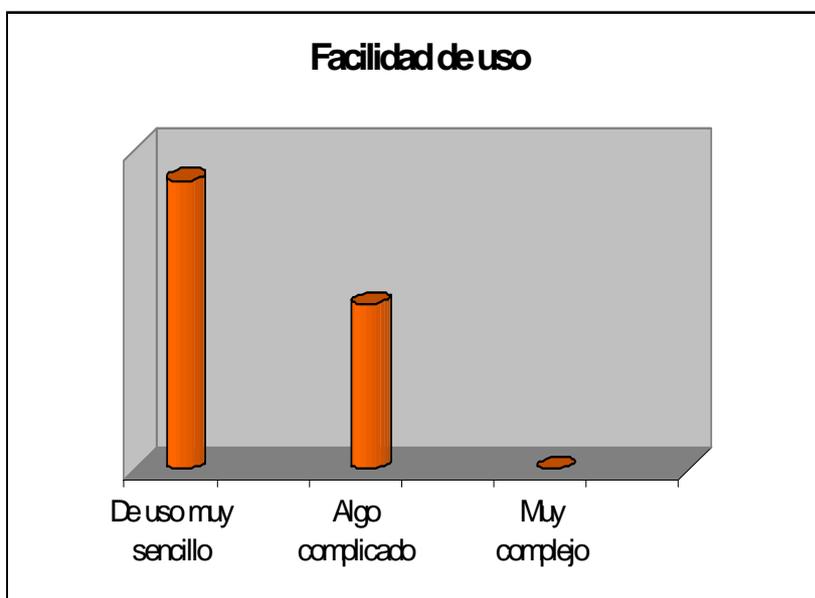


<1/2 h 1 hora 1-2 h. 3-4 h <5 horas Gráfica 2

6.3.2 Complejidad

El programa es

De uso muy sencillo	63,63 %
Algo complicado	36,36 %
Muy complejo	0 %

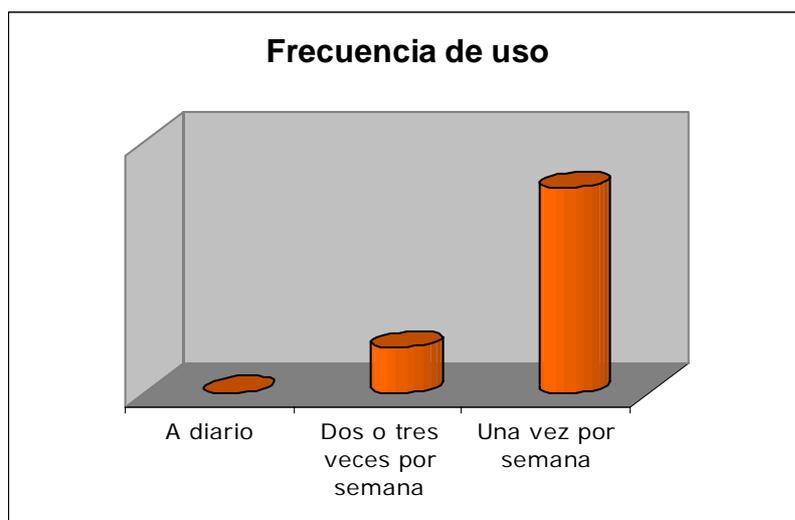


Gráfica 3

6.3.3 Frecuencia de uso

Utilizó el navegador

A diario	0 %
Dos o tres veces por semana	18,18 %
Una vez por semana	81,81 %

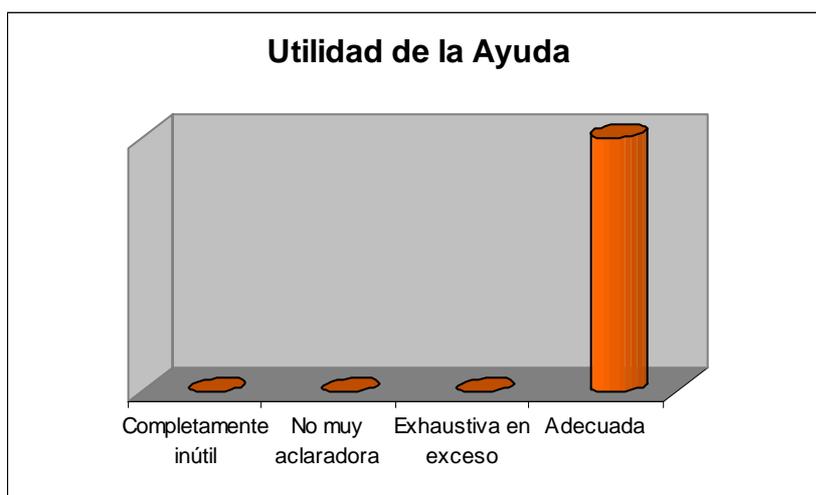


Gráfica 4

6.3.4 Ayudas

1. La ayuda del programa es:

Completamente inútil	0 %
No muy aclaradora	0 %
Exhaustiva en exceso	0 %
adecuada	100 %



Gráfica 5

6.3.5 Uso posterior

Después de aprender a utilizar el programa:

No he vuelto a utilizarlo	75 %
Lo utilizo bastante	25 %
No utilizo otro	0 %

* En tres centros contestan al ítem: “Estoy empezando a utilizarlo”



Gráfica 6

6.3.6 Ventajas

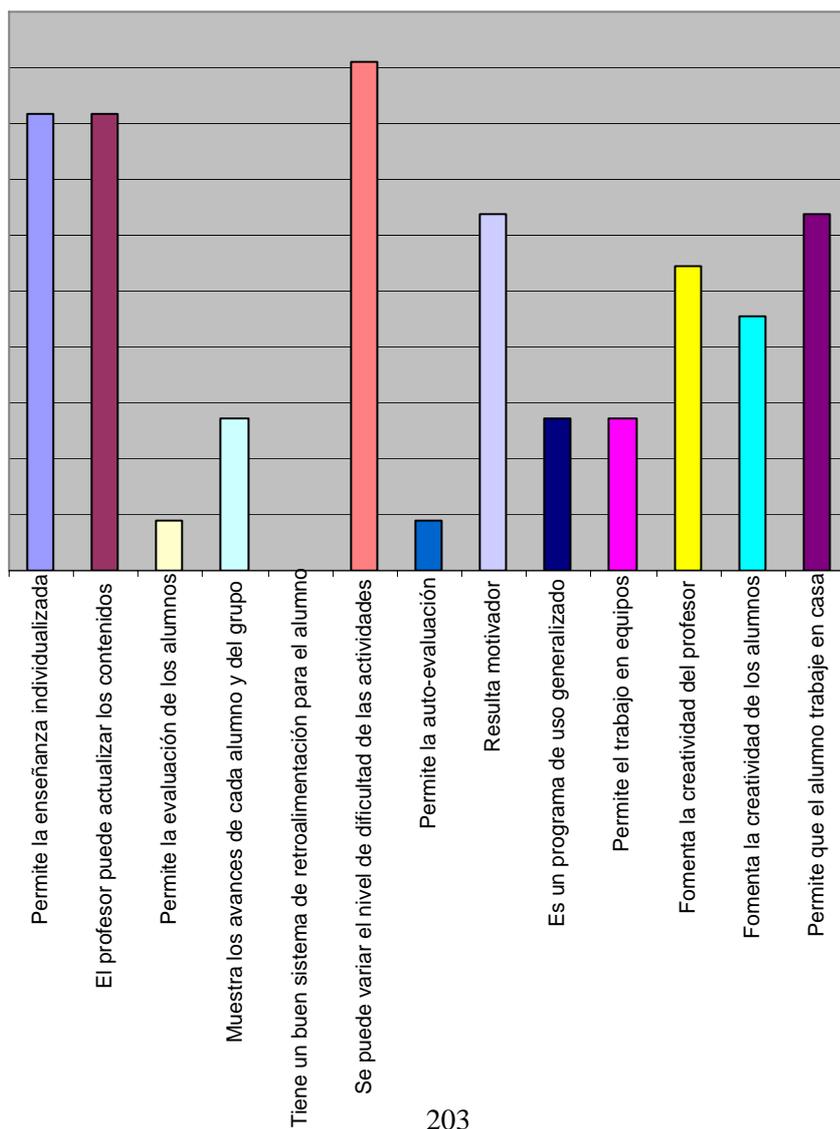
Ventajas en comparación con otros sistemas

Permite la enseñanza individualizada	81,81 %
El profesor puede actualizar los contenidos	81,81 %
Permite la evaluación de los alumnos	9,09 %
Muestra los avances de cada alumno y del grupo	27,27 %
Buen sistema de retroalimentación para el alumno	0 %
Se puede variar el nivel de dificultad de las actividades	90,90 %
Permite la auto-evaluación	9,09 %
Resulta motivador	63,63 %
Es un programa de uso generalizado	27,27 %
Permite el trabajo en equipos	27,27 %
Fomenta la creatividad del profesor	54,54 %
Fomenta la creatividad de los alumnos	45,45 %
Permite que el alumno trabaje en casa	63,63 %

En este ítem se permite la selección de más de una alternativa, de ahí que la suma total de respuestas sea superior a 100.

El gráfico correspondiente a la tabla de porcentajes se presenta en la página siguiente.

Ventajas que aporta el Navegador



6.4 Valoración de la encuesta a los centros

6.4.1 Valoración inicial de los resultados

6.4.1.1 Item 1

El 80 % de los usuarios que participaron en la experiencia educativa con el Navegador de Educared consideran que se puede aprender a utilizar en menos de dos horas. Este es un dato de interés a tener en cuenta por los centros educativos para planificar la formación del profesorado, pues en una sesión de no más de dos horas los profesores estarán en disposición de utilizar el Navegador e incorporarlo a su programación como herramienta educativa.

6.4.1.2 Item 2

Más del 60 % de los usuarios valoran el Navegador de Educared como muy sencillo de utilizar. Este dato cobra especial relevancia si tenemos en cuenta que la experiencia se ha realizado a final de curso cuando resulta más difícil incorporar cualquier cambio.

6.4.1.3 Item 3

La mayor parte del profesorado considera oportuno usar el Navegador Educared una vez por semana. Un dato a tener en cuenta en relación con el uso del Navegador es la disponibilidad del aula informatizada, ya que en la mayoría de los centros educativos sólo existe una aula con ordenadores a la que acceden los cursos según el horario fijado a principio de curso. Los profesores que participaron en la evaluación tenían asignado un horario para el uso del aula de informática y adaptaron las sesiones con

el Navegador a dicho horario. Es muy probable que si los centros cuentan con el Navegador antes de empezar el curso adaptarán los horarios de uso del aula de informática para permitir al profesorado utilizarla con una frecuencia mayor.

6.4.1.4 *Item 4*

Existe un total acuerdo en calificar de adecuada la ayuda ofrecida en el Navegador Educared. Es fundamental que en los programas que van a utilizar personas no expertas en informática la ayuda sea lo suficientemente amplia para clarificar las dudas, pero no tan extensa y exhaustiva que resulte tedioso el realizar consultas.

El contar con una animación que va guiando el proceso de aprendizaje y consulta es una muy buena idea y resulta un procedimiento ameno y reforzador, especialmente para los alumnos. Contribuye, además, a incrementar la cultura informática de alumnos y profesores y a comprender cómo surge Internet y cuáles son sus fundamentos.

6.4.1.5 *Item 5*

Aunque la mayoría de los participantes en la evaluación contestaron que no habían vuelto a utilizar el Navegador tras haber concluido la fase de prueba, debemos tener en cuenta que en muchos centros este periodo coincidió con los últimos días de clase, por lo que no hubo ocasión de seguir utilizando el Navegador Educared. De hecho, en varios centros la respuesta al ítem se realiza con una nota aclaratoria (“Estoy empezando a utilizarlo”)

6.4.1.6 Item 6

Cabe destacar el acuerdo sobre la versatilidad del Navegador en relación con el nivel de las actividades, ya que el 90 % de los profesores considera que permite variar el nivel de dificultad de las mismas. Así mismo, los docentes coinciden en que el Navegador Educared facilita la enseñanza individualizada y la actualización de los contenidos. Un alto porcentaje de profesores, 63 %, opina que el programa es motivador y que permite que el alumno trabaje en casa. Además, el 54 % de los participantes cree que fomenta la creatividad del profesor y un 45 % cree que fomenta la creatividad de los alumnos. El aspecto que presenta más problemas es la evaluación, pues tan sólo el 9 % de los profesores piensan que el Navegador permite la evaluación de los alumnos y la auto-evaluación. En la etapa de optimización del Navegador habría que poner especial interés en ofrecer la posibilidad de evaluar al alumnado.

6.4.2 Valoración general de los ítems

1. Prácticamente todos los centros han aprendido a manejar el navegador en un par de horas, tiempo más que aceptable para poder considerar la herramienta como “de fácil manejo”.
2. La aplicación es “amigable”, y la mayoría la ha considerado de uso sencillo. Es de destacar que ningún centro la ha clasificado en el apartado “muy complejo”, pues hemos de considerar que algunos profesores no tenían base informática alguna, y ni siquiera en estos casos se ha considerado compleja.
3. Para poder valorar este parámetro tiene que tenerse en cuenta las fechas en que se propuso el uso de la herramienta en los centros: final de curso, intervalo corto de tiempo, periodo de evaluaciones, poca disponibilidad de tiempo,...Para poder ser representativo debería disponerse de un periodo de prueba más largo (el comienzo del curso próximo).

4. Es unánime la aceptación de la ayuda, tanto por los contenidos como por la presentación. Es recomendable tanto para el profesor como para los alumnos.
5. Este apartado no puede tenerse en consideración debido a las fechas y el intervalo de tiempo en que se ha propuesto en los centros colaboradores.

Todos los centros han definido una media de cinco ventajas, en una herramienta que apenas han podido probar. Esto es un dato altamente positivo en las condiciones en que se ha producido. Si dispusiesen de la misma durante un periodo de tiempo más largo, sin duda alguna los resultados serían aun más positivos.

6.5 Resultado de las hojas de anotaciones de los profesores

No todos los profesores participantes en la fase de prueba realizaron comentarios, pero los que lo hicieron apuntan aspectos muy interesantes. A continuación presentamos las opiniones que algunos maestros expresaron.

6.5.1 En relación con la infraestructura necesaria

“Encontramos como principal inconveniente la infraestructura necesaria para poder utilizar el programa (aula en red con acceso a Internet). Creemos que para muchos profesores puede resultar dificultoso el crear las unidades y actividades ya que no todo el personal tiene un buen dominio del trabajo con ordenadores.

En resumen, parece un proyecto bastante interesante (con las limitaciones indicadas)”

6.5.2 Necesidad de profundizar

“Me parece una herramienta que puede aportar mucho en todo lo que tiene que ver con la incorporación de las nuevas tecnologías al aula.

Puede servir además porque parece sencillo el manejo. No obstante habría que hacer una aplicación real con alumnos (*) en el aula para poder tener datos objetivos y reales sobre su utilidad y/o dificultades.

Merece la pena dedicarle unas horas más y profundizar.”

(*) En algún caso la prueba no se realizó con alumnos por falta de tiempo y fueron algunos profesores quienes hicieron el papel de alumnos.

6.5.3 Algunas dificultades

“Hemos estado haciendo pruebas siguiendo todas las instrucciones de los apuntes, y a los tres días al leer el correo desde mi casa, he visto lo que habíamos hecho de prueba en el colegio, y qué ha salido a Internet.

El preparar una lección con el Navegador, lleva mucho tiempo y no se puede hacer en un día. Hay que empezar un día, seguir otro y al final cuando ya está todo ya se puede lanzar a Internet. Esta prueba todavía no la hemos hecho, la dejamos para el curso próximo porque ahora a fin de curso y con la jornada única, no tenemos tiempo de nada.

Por último deseamos seguir colaborando y a la vez recibir apoyo técnico, recibir material y el software que vayáis editando.”

6.5.4 Se echa en falta

“No tiene posibilidad de “ver” lo que están haciendo los alumnos “in situ”, desde el ordenador del profesor en todo momento.

No permite acceder desde la página del profesor a la navegación en red directamente, y volver de ésta a la página que se está creando directamente. (Sólo se puede con la flecha hacia atrás).

No tiene editor de creación de gráficos. (No se puede hacer un rectángulo de 5 x 3, ni permite un “copiar” y “pegar”, cosa que se puede hacer, por ejemplo, con el “paint”.

Debiera de haber un sistema que permita seguir a un alumno continuar con su trabajo cuando se termina la clase y es necesario reanudarla otro día en el punto donde se quedó.

El uso del buscador no permite la búsqueda de un tema concreto dentro de los webs externos dedicados a una materia. Por ejemplo, dentro de los 298 webs de Matemáticas, poder buscar rápidamente sólo los que sean de área, y no tener que buscar manualmente en las 23 páginas existentes”

6.5.5 Aspectos a mejorar

“Entre los aspectos a mejorar del programa presentado citaría por una parte la limitación que supone no poder insertar imágenes, así como el espacio de texto que está muy limitado.

Por otra parte, la forma de trabajo que propone implica una programación con un esquema un tanto cerrado, siendo por objetivos conductuales y limitando la posibilidad de proponer una organización por proyectos de trabajo, integrados y globalizados con el fin de atender mejor los verdaderos intereses de los alumnos.”

6.5.6 Fomenta el intercambio de material con otros docentes

“El programa se ha usado y se usará el curso que viene en función de los horarios preestablecidos para informática y para cada uno de los grupos. Al haberlo usado en un tiempo relativamente corto no tenemos los suficientes datos para contrastar el grado de auto-evaluación y retroalimentación del alumno, pero creemos que puede ser adecuado para tal motivo. Creemos hacer extensibles estas opiniones al fomento de la creatividad.

También creemos que es un gran ahorro de tiempo a la hora de acceder a la información, de posibilitar la interrelación y el intercambio con otros docentes.

En general el programa nos parece bueno y esperamos que se pueda seguir perfeccionando.”

6.5.7 La conexión con el currículum

Un problema generalizado a la hora de diseñar otras actividades para usar en el aula ha sido la dificultad para establecer un vínculo entre el currículum y el uso del Navegador como herramienta de comunicación en el aula. Esta dificultad se ha visto más acentuada en los compañeros que no pudieron asistir a las sesiones de formación iniciales y que se fueron incorporando a la experiencia más adelante, lo cual revela un papel fundamental el hecho de haber tenido una formación “a medida” para el uso del sistema.

6.5.8 Las diferencias de nivel académico

Los alumnos más rápidos en resolver las actividades tienen la posibilidad de reforzar lo estudiado cuando ayudan a sus compañeros menos rápidos, los

cuales a su vez se benefician de este apoyo que es más cercano que el que pueden recibir del profesor.

6.5.9 Los papeles dentro de un grupo

Dentro de los grupos formados y por petición propia, se establecieron una serie de papeles o cargos fijos. Es un momento importante para que el profesor intervenga tratando de potenciar las cualidades de todos los alumnos, especialmente de aquellos que tienen más problemas de integración en la clase diaria. Si un niño es desordenado habitualmente se le da el papel de observador del grupo y le da vía para darse cuenta de cómo actúa. Si un alumno es demasiado activo se le encarga de escribir y mandar las comunicaciones a otros grupos o al profesor, y encauza su potencialidad.

Los resultados no han sido milagrosos, pero se podrían calificar de muy positivos, o cuando menos, superiores a los que se obtienen habitualmente.

6.5.10 Los profesores

Uno de los aportes más importantes se refiere a que los profesores van percibiendo espontáneamente el tipo de comportamiento y habilidades que se busca desarrollar en los alumnos, viendo la posibilidad de hacerlo común en el aula.

Es más, identifican también los elementos positivos del aprendizaje cooperativo dentro del aula: escucha a sus compañeros, respeto a las aportaciones de otros, compartir preguntas, turnos de preguntas.

6.5.11 Refuerzo de disciplinas

Desarrollar proyectos colaborativos por Internet es una idea válida, pero es difícil de integrar en el día a día. La falta aún de accesos a Internet, o las di-

ficultades que conlleva la integración en el currículum o insuficiencias formativas son elementos que apuntan estas dificultades. El proveer de una herramienta de aula como el Navegador Educared, que integra comunicación y trabajo colaborativo, permite que los profesores vean por sí mismo los espacios donde la asignatura debe ser reforzada, producto de un modelo organizativo individualista, y que puede ser mejorado con la ayuda de otros profesores.

6.5.12 Inquietud y curiosidad de los profesores

Junto a esto, la actividad en sí misma se constituye en un catalizador de la inquietud y curiosidad básica para motivar a los profesores a profundizar en el uso del recurso informático con sus alumnos; y permite que estos comiencen a crear nuevas aplicaciones a partir de un modelo básico de trabajos.

Lo que resta para futuras intervenciones es hacer un seguimiento exhaustivo a los profesores capacitados de modo tal que se pueda determinar en qué magnitud y dirección se ha continuado trabajando en esta área.

6.5.13 Escritura y lectura

Con el Navegador se hace muy accesible la exploración de documentos y otros medios. Refuerza la capacidad de lectura, escritura y planteamiento y resolución de problemas.

6.5.14 Buen clima en el aula

Alumnos y profesores han remarcado el buen clima en el aula cuando hicieron la evaluación del proyecto y en ambos casos vieron con buenos ojos la posibilidad de continuar trabajando en equipos colaborativos con soporte TIC en caso de poder escoger.

6.5.15 Una prueba bien planificada. Conclusiones interesantes

En el Instituto Humanejos de Parla no utilizaron el protocolo de evaluación para verter sus opiniones pero la evaluación es muy exhaustiva y los resultados son muy útiles. Merece la pena tomar nota de las conclusiones que se expresan a continuación.

6.5.15.1 “Hemos realizado tres sesiones de trabajo con el navegador:”

La primera, para instalar el Navegador en todos los ordenadores del aula.

La segunda para realizar una práctica de navegación por Internet para captar recursos sobre autores, obras y movimientos literarios.

La tercera con un grupo reducido de alumnos, que les dejamos navegar libremente por Internet.

“El producto es interesante y creo que puede ser útil. En primer lugar el interfaz del navegador es amigable para quien haya trabajado ya con navegadores por www como Iexplorer o Netscape. En ese sentido tanto el diseño como las metáforas de los botones participan de los estándares que ya se han establecido en la comunidad.”

“Sobre la instalación:

Es tediosa porque es muy lenta (es un trabajo arduo cuando hay que instalarlo en cada ordenador). Lo hemos hecho desde el CD-ROM y también a través de un volcado del contenido del CD-ROM en una carpeta en un ordenador desde la cual han obtenido los archivos de instalación el

resto de los ordenadores. Sería conveniente que se buscara algún procedimiento de instalación más rápido y eficiente (eso sin instalar la nueva versión del Internet Explorer 5.5), y que se implementara algún procedimiento para que se pudiera instalar fácilmente en la Intranet.”

“Un problema grave es la elección del tipo de instalación, si se ha hecho la instalación del profesor no se puede abrir la aplicación desde el alumno, hay que volver a instalar. Sería conveniente que se pudiera arrancar la aplicación desde el profesor o alumno desde el mismo interfaz, con la misma instalación del producto, es decir, que el profesor no necesariamente tenga que ocupar siempre el mismo ordenador.”

“El sistema, para mi gusto, es demasiado unidireccional: la actividad del alumno es básicamente la de recibir información. El sistema no permite fáciles interacciones entre los alumnos entre sí y entre ellos y el profesor, salvo que el profesor les permita usar el correo electrónico para comunicarse con él. En ese sentido no aporta nada respecto de un navegador convencional.”

“Facilita la seguridad de un acceso adecuado a través de la lista negra de palabras, sin embargo, se puede saltar con cierta facilidad. Sería interesante implementar un firewall más eficiente que controle los accesos no sólo mediante palabras clave sino también mediante un control de los contenidos de las páginas.”

“También la información que se ofrece a través del sistema no permite incorporar elementos gráficos y multimedia (en la edición de actividades del profesor, sería conveniente que se puedan colgar informaciones más llamativas, no sólo la de tipo texto, como en la actualidad).”

“Sin embargo la mayor dificultad con la que nos hemos encontrado se ha producido en el propio uso del navegador: una aula, como la mía, con 29 puestos conectados a través de un proxy a Internet (nuestra salida es una RDSI con un ancho de banda de 64Kb), cuando 26 de ellos han demandado simultáneamente servicio a través del navegador, se ha producido una caída del sistema. Me ha ocurrido las dos veces que he intentado trabajar con todos los alumnos. En ese sentido es sensiblemente inferior al rendimiento que nos ofrecía Internet Explorer.”

“Se me ocurren varias hipótesis que expliquen el hecho: sobrecarga a través del mismo trayecto; que el Navegador, al controlar Windows absorbe muchos recursos; que no funciona adecuadamente el caché del ordenador que hace de gateway, pues toda la información debe ser filtrada por el servidor de EducaRed, etc. Ésa creo que es la mayor dificultad.”

“Espero que os pueda valer. Nos hubiera gustado haberle sacado más jugo y haberlo probado más veces, pero no ha sido posible.”

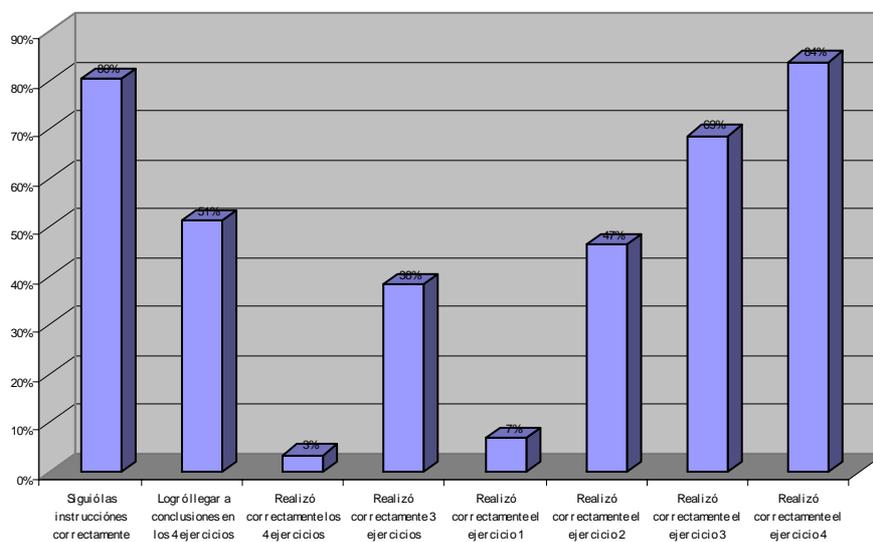
6.6 Resultados de las actividades de los alumnos

6.6.1 Evaluación comparativa

6.6.1.1 Trabajo individual

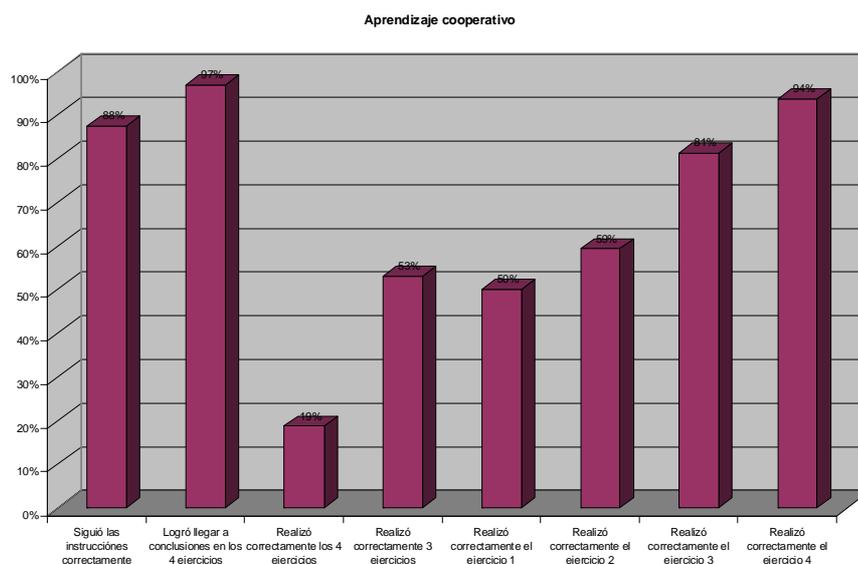
ITEM	SI	%	NO	%
Siguió las instrucciones correctamente	69	80%	17	20%
Llegó a conclusiones en los cuatro ejercicios	44	51%	42	49%
Resolvió correctamente los cuatro ejercicios	3	3%	83	97%
Resolvió correctamente tres ejercicios	33	38%	53	62%
Realizó correctamente el ejercicio 1	6	7%	80	93%
Realizó correctamente el ejercicio 2	40	47%	46	53%
Realizó correctamente el ejercicio 3	59	69%	27	31%
Realizó correctamente el ejercicio 4	72	84%	14	16%

Trabajo individual



6.6.1.2 Trabajo cooperativo (sin soporte TIC)

ITEM	SI	%	NO	%
Siguió las instrucciones correctamente	28	88%	4	13%
Llegó a conclusiones en los cuatro ejercicios	31	97%	1	3%
Resolvió correctamente los cuatro ejercicios	6	19%	26	81%
Resolvió correctamente tres ejercicios	17	53%	15	47%
Realizó correctamente el ejercicio 1	16	50%	16	50%
Realizó correctamente el ejercicio 2	19	59%	13	41%
Realizó correctamente el ejercicio 3	26	81%	6	19%
Realizó correctamente el ejercicio 4	30	94%	2	6%

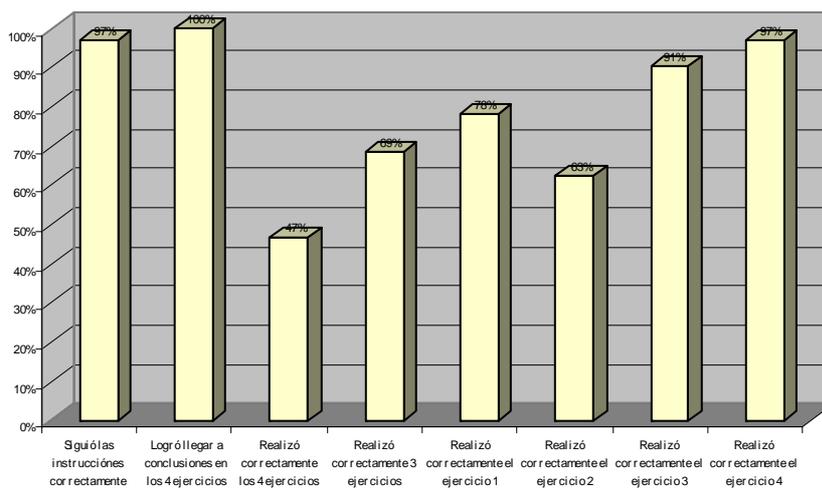


Gráfica 9

6.6.1.3 Trabajo cooperativo con soporte TIC

ITEM	SI	%	NO	%
Siguió las instrucciones correctamente	31	97%	1	3%
Llegó a conclusiones en los cuatro ejercicios	32	100	0	0%
Resolvió correctamente los cuatro ejercicios	15	47%	17	53%
Resolvió correctamente tres ejercicios	22	69%	10	31%
Realizó correctamente el ejercicio 1	25	78%	7	22%
Realizó correctamente el ejercicio 2	20	63%	12	38%
Realizó correctamente el ejercicio 3	29	91%	3	9%
Realizó correctamente el ejercicio 4	31	97%	1	3%

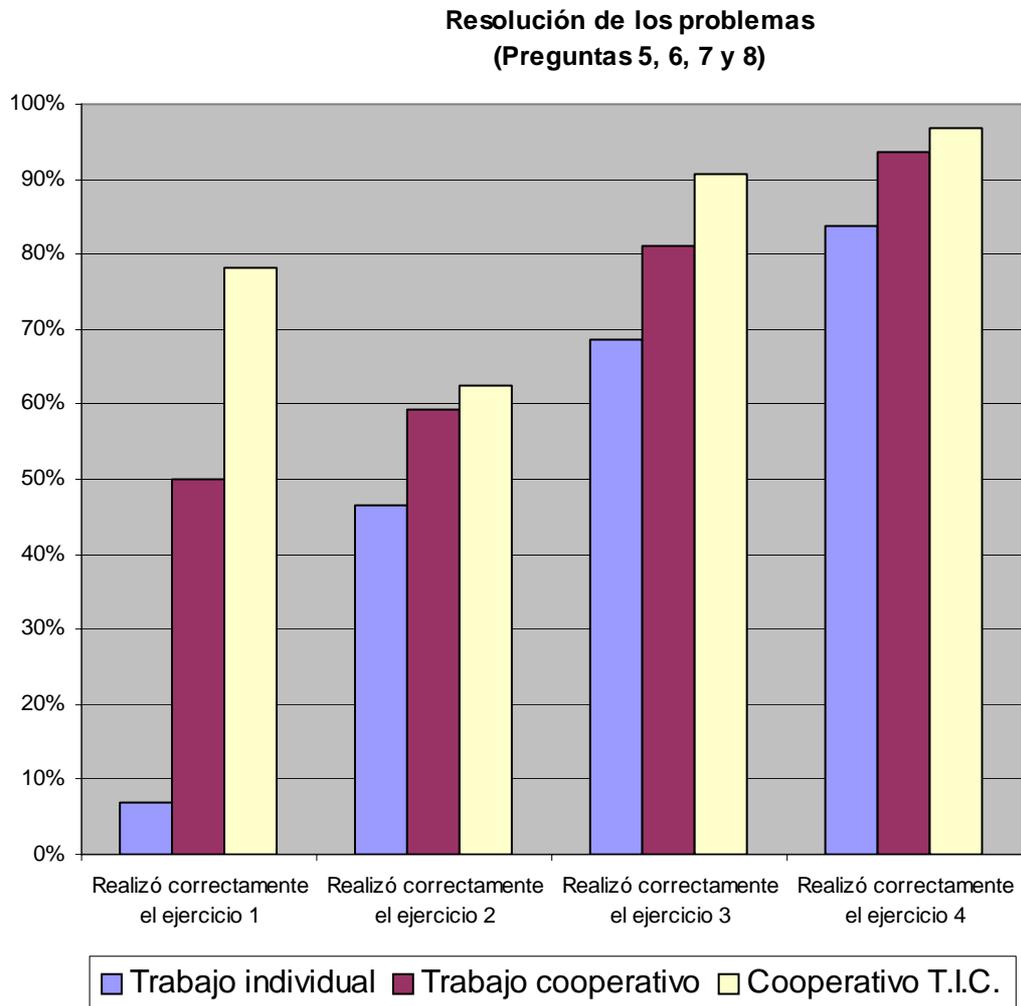
TIC colaborativo



Grafica 10

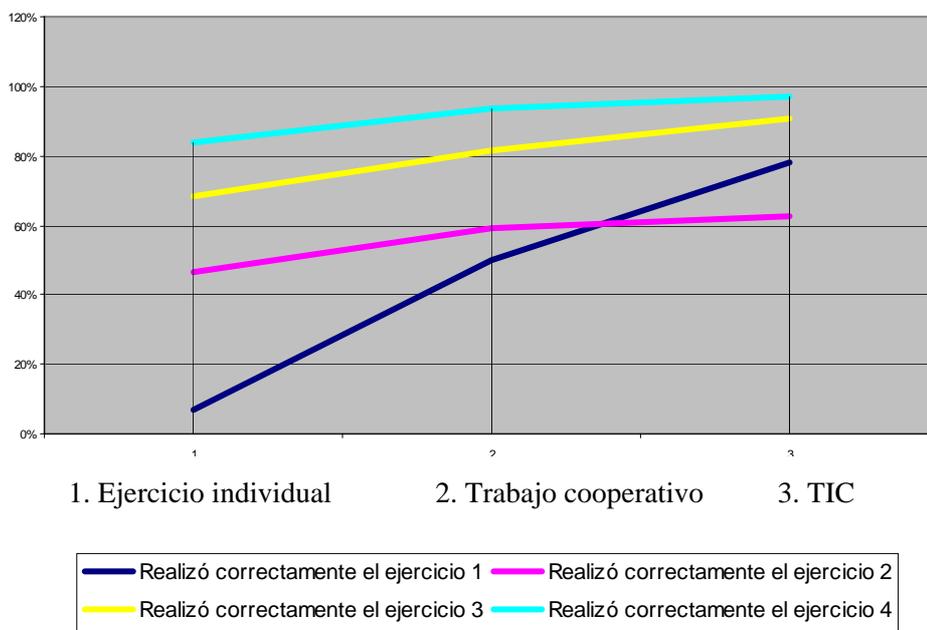
6.6.1.4 Resultados comparados

N° de PREGUNTA	OPINIONES											
	TRABAJO INDIVIDUAL				TRABAJO COLABORATIVO				TRABAJO COLAB. CON SOPORTE TIC			
	SI	%	NO	%	SI	%	NO	%	SI	%	NO	%
Pregunta 1	69	80%	17	20%	28	88%	4	13%	31	97%	1	3%
Pregunta 2	44	51%	42	49%	31	97%	1	3%	32	100%	0	0%
Pregunta 3	3	3%	83	97%	6	19%	26	81%	15	47%	17	53%
Pregunta 4	33	38%	53	62%	17	53%	15	47%	22	69%	10	31%
Pregunta 5	6	7%	80	93%	16	50%	16	50%	25	78%	7	22%
Pregunta 6	40	47%	46	53%	19	59%	13	41%	20	63%	12	38%
Pregunta 7	59	69%	27	31%	26	81%	6	19%	29	91%	3	9%
Pregunta 8	72	84%	14	16%	30	94%	2	6%	31	97%	1	3%



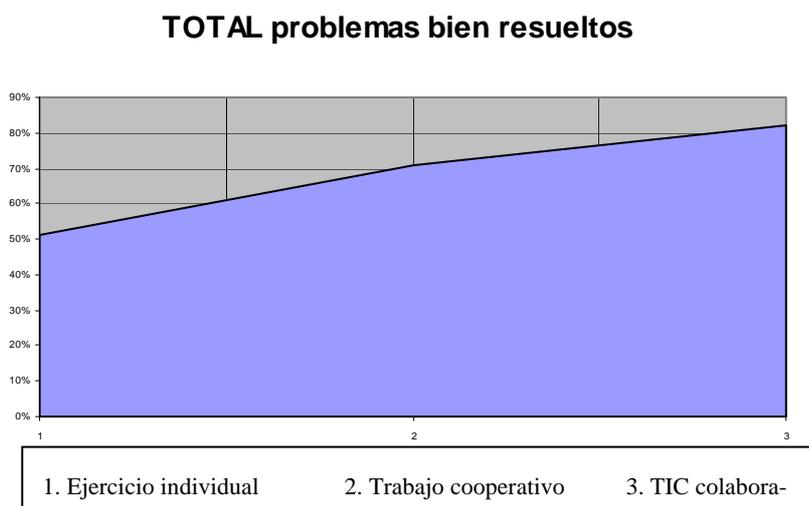
Gráfica 11

Evolución en la resolución de los ejercicios



Gráfica 12

Podemos observar en las dos gráficas anteriores la evolución en la resolución de los cuatro problemas planteados –y por separado– a lo largo de los tres momentos cruciales de la actividad: el trabajo individual inicial, el trabajo cooperativo (en pequeños grupos o parejas) y el uso de las TIC colaborativas.

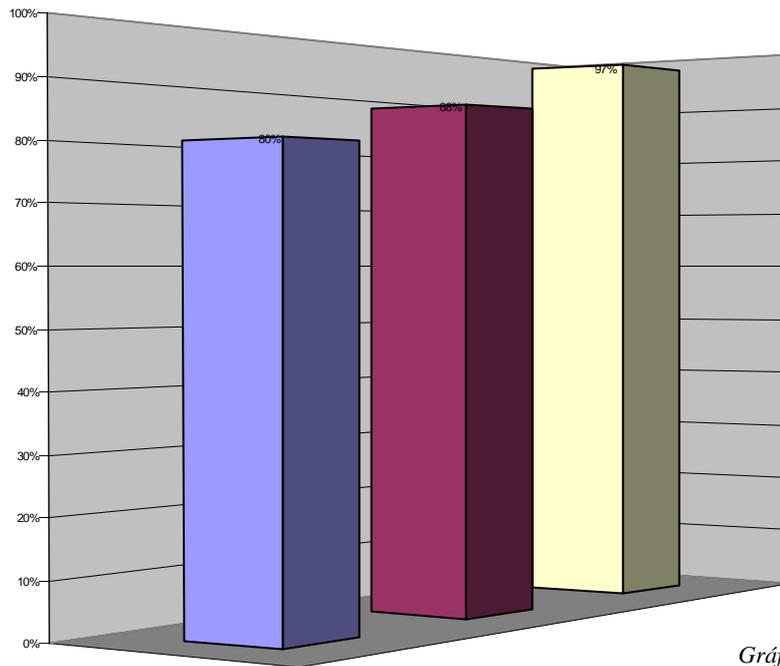


Gráfica 12b

Las instrucciones se siguen más fácilmente en un aprendizaje colaborativo con soporte TIC que en un aprendizaje individualizado. En un nivel intermedio estaría el aprendizaje colaborativo presencial.

Esta mejora se consigue gracias a la combinación de dos factores: uno puntual y del que no podremos sacar provecho más veces y que es la novedad que representa el tipo de actividad (frente a las que habitualmente realizan) y otro general que es el elemento a tener en cuenta, que es el aumento de la atención cuando se aprende en colaboración con los iguales.

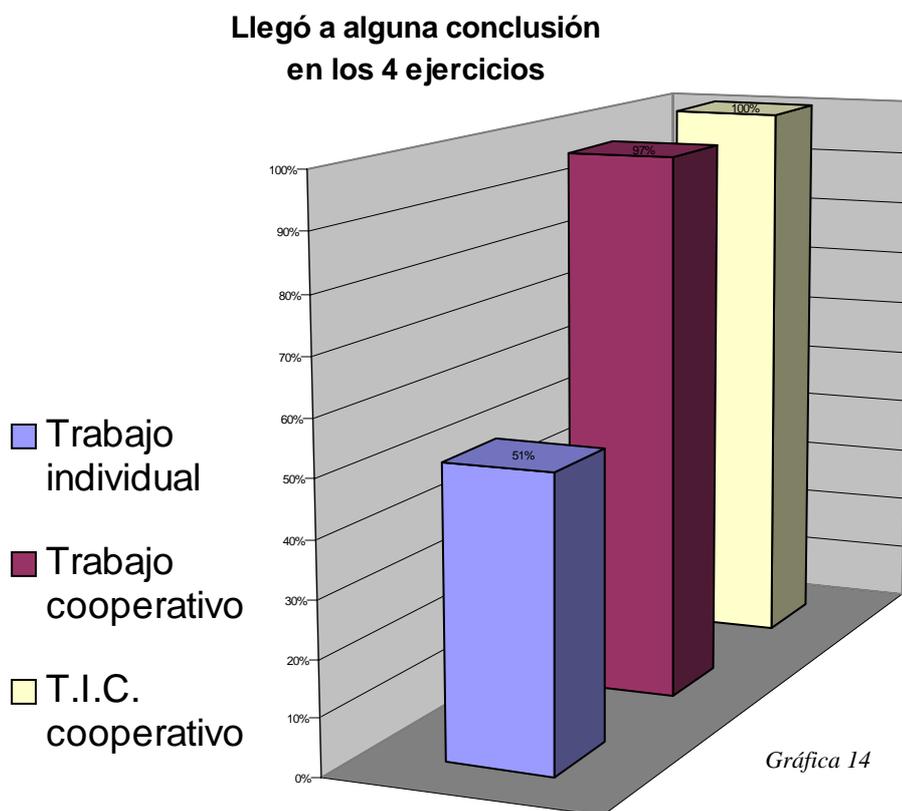
Siguieron las instrucciones correctamente



Gráfica 13



Pero lejos de “efectivismos” y de “ansias de resultados” está el parámetro que más espectacular resulta desde un punto de vista del razonamiento matemático: las conclusiones a las que llegan los alumnos.

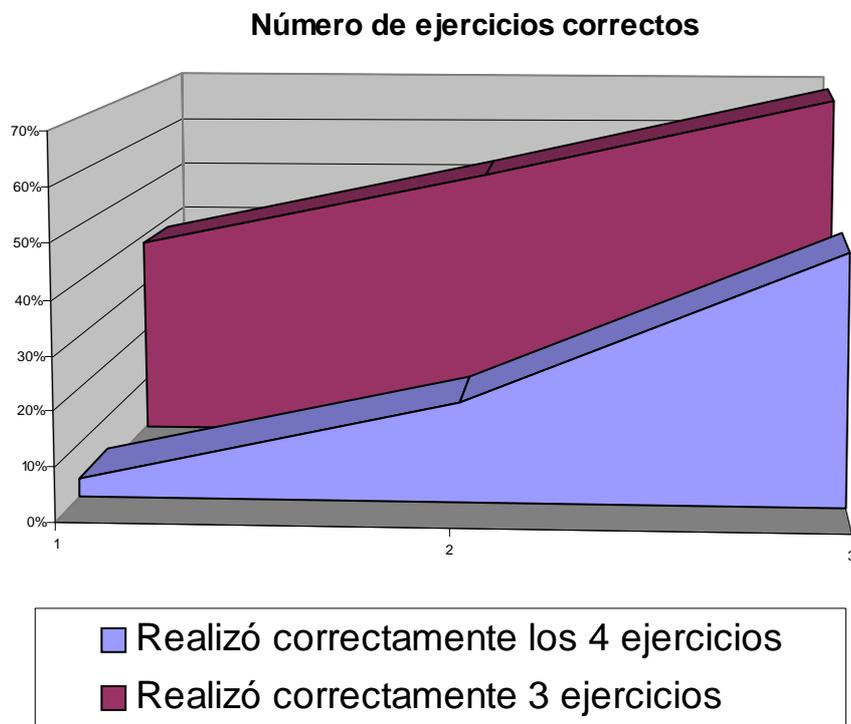


Aproximadamente la mitad de los alumnos llega a conclusiones (correctas o no) en todos los problemas que se le plantean en una actividad individual, lo que quiere decir que la otra mitad de ellos se deja por el camino alguna actividad, no llega a nada (y probablemente no pase de una primera lectura).

El número de consecuciones aumenta espectacularmente cuando la actividad se resuelve colaborativamente.

Pero lo que resulta especialmente llamativo desde un punto de vista de la didáctica de las matemáticas, es que con el planteamiento colaborativo con soporte TIC el 100% de los alumnos llega a conclusiones en todos los problemas. Esto quiere decir que ningún grupo de alumnos dejó por el camino sin intentar resolver ningún ejercicio.

El difícil no relacionar este dato con un aumento considerable del interés de los alumnos por este tipo de aprendizaje de las matemáticas, si tenemos en cuenta que habitualmente muchos de nuestros alumnos dejan la hoja en blanco cuando se les plantea un problema.



Gráfica 15

Pero fijándonos exclusivamente en el número de resoluciones correctas que tenemos de un problema, vemos claramente cómo éste aumenta con la actividad colaborativa (presencial) y más aún con la actividad colaborativa con soporte TIC.

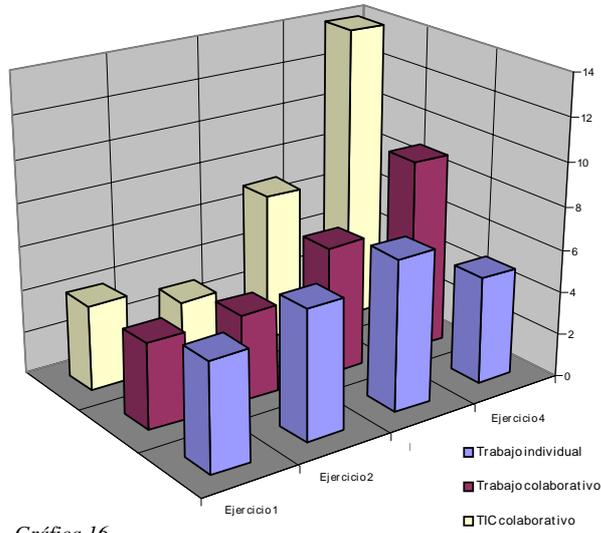
Al margen de explicaciones que justifiquen este aumento, la mejora por si sola supone un claro beneficio en el aprendizaje de las matemáticas del grupo de alumnos.

6.6.2 Evolución de la resolución de ejercicios

6.6.2.1 Abanico de soluciones (comparación)

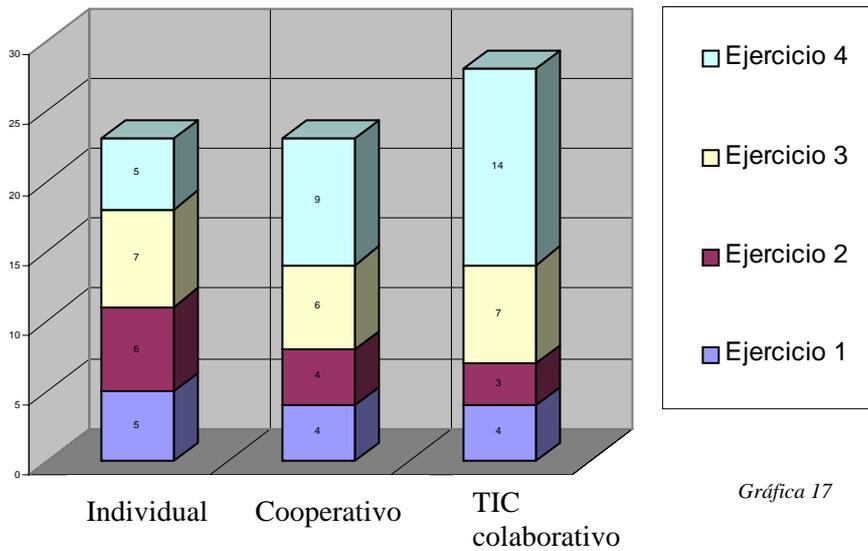
ITEM	Individual	Colaborat.	CSCL
Número de estrategias de solución diferentes en:			
El ejercicio 1	5	4	4
El ejercicio 2	6	4	3
El ejercicio 3	7	6	7
El ejercicio 4	5	9	14
TOTAL	23	23	28
Número de soluciones diferentes y correctas en:			
El ejercicio 1	1	1	1
El ejercicio 2	1	1	1
El ejercicio 3	5	4	6
El ejercicio 4	4	7	13
TOTAL	11	13	21

Número de estrategias diferentes

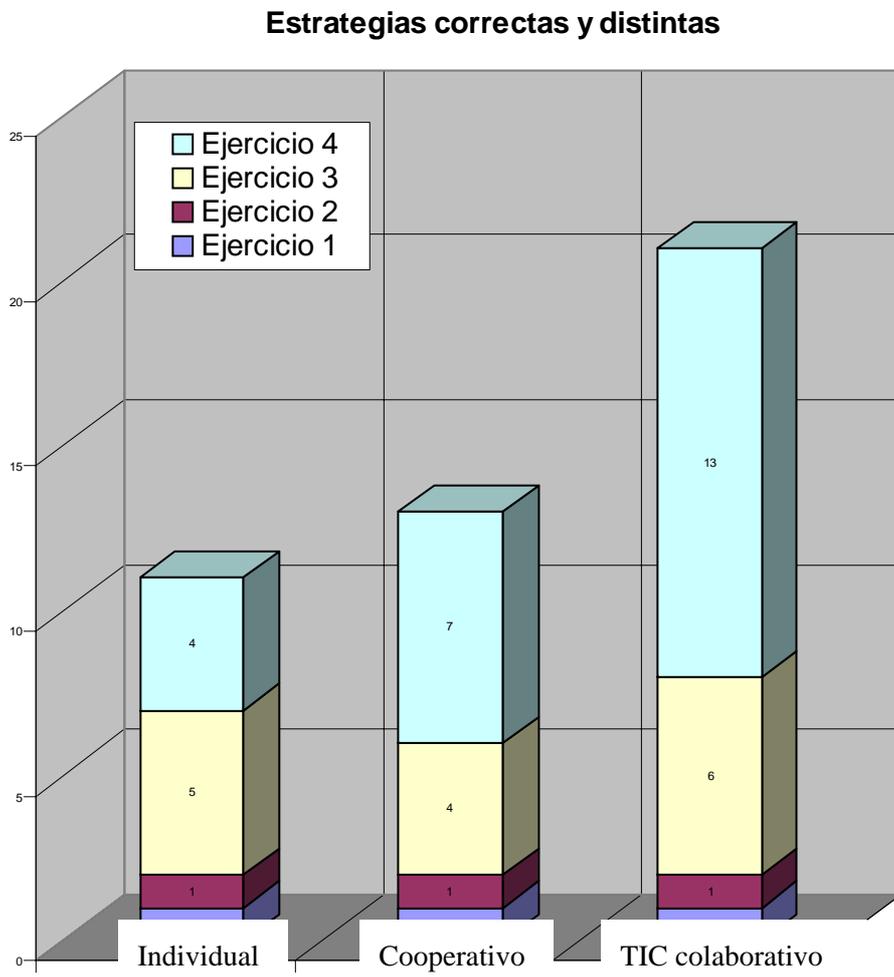


Gráfica 16

Número de estrategias diferentes

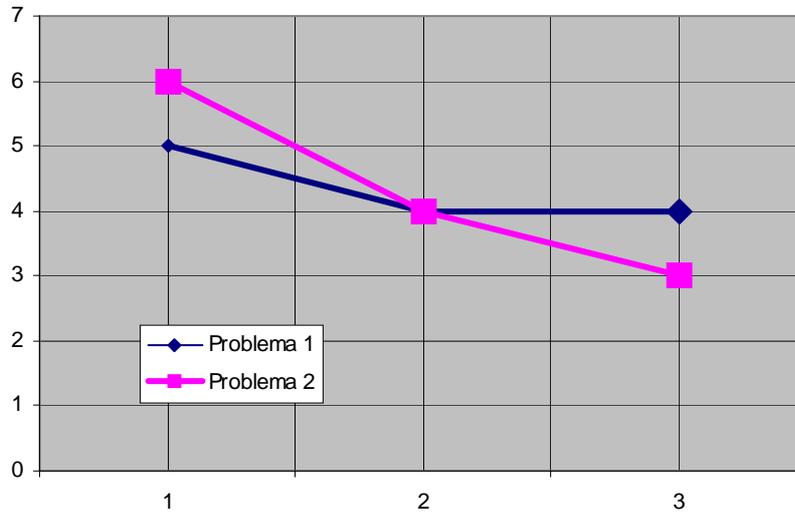


Gráfica 17



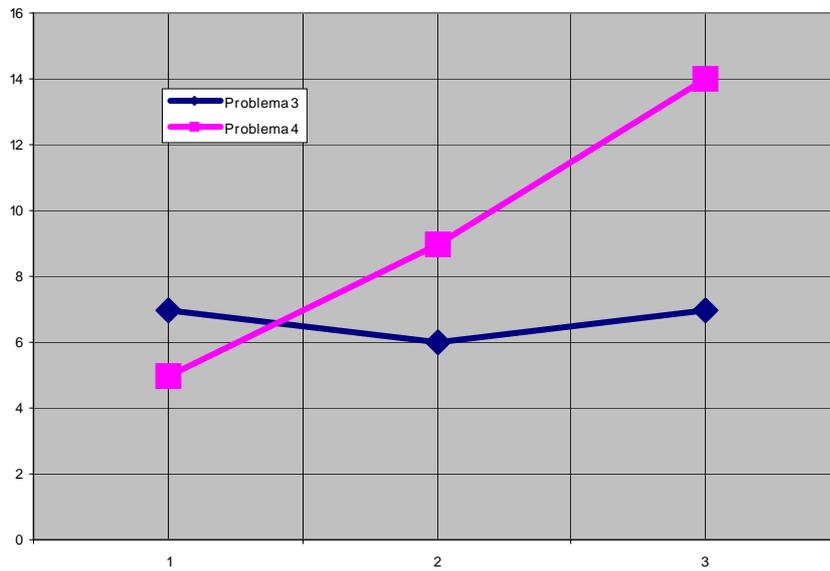
Gráfica 18

Número de estrategias diferentes

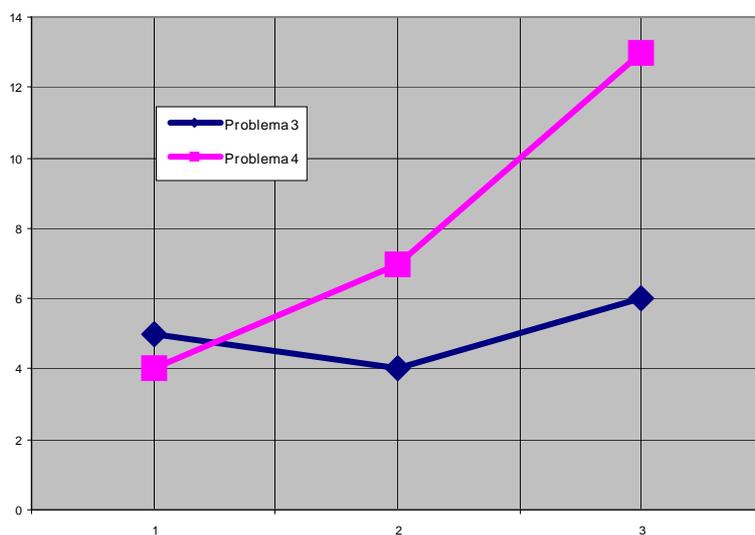


Gráfica 19

Se puede ver en los problemas 1 y 2 –de solución única– que cada vez hay menos abanico de respuestas diferentes, y por tanto menos respuestas incorrectas. Es decir, las estrategias que no son buenas se van filtrando, y cada vez quedan menos erróneas. Esto se puede considerar claramente un factor de mejora en el aprendizaje.

Número de estrategias diferentes*Gráfica 20*

Sin embargo los problemas 3 y 4 que son de respuestas múltiples el número de respuestas diferentes no disminuye, incluso aumenta considerablemente en el problema último.

Número de estrategias correctas y diferentes*Gráfica 21*

En los problemas donde hay soluciones múltiples, es decir, hay más de una solución correcta, ocurre lo contrario: cada vez hay más estrategias diferentes correctas de resolución. El número de caminos distintos que se descubren para llegar a una solución correcta son más en cada etapa. Con la actividad colaborativa con soporte TIC logran encontrar muchas de las soluciones posibles.

También puede aumentar la variedad de estrategias, incluidas las incorrectas, por las ansias de encontrar todas las soluciones. Este tipo de error es más positivo (didácticamente) que dejar los ejercicios sin respuesta, que suele significar falta de implicación del alumno en el problema.

6.6.3 Evaluación del cambio

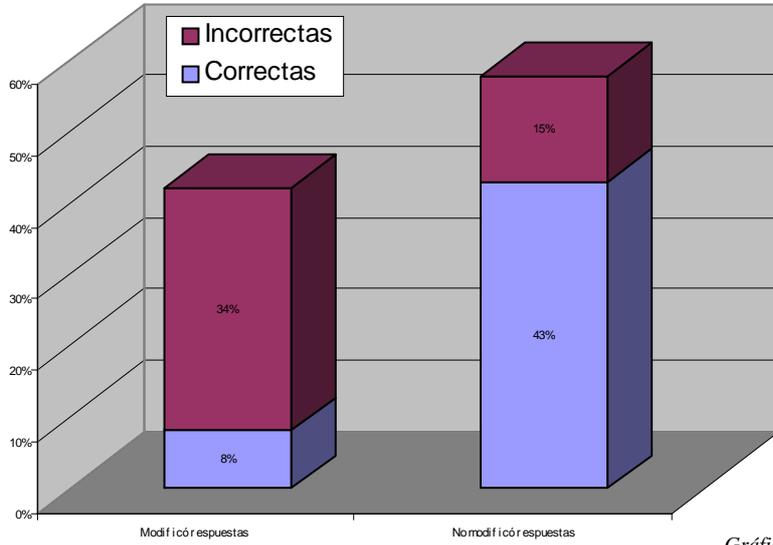
6.6.3.1 Del individual al cooperativo

	Con respuestas CORRECTAS		Con respuestas INCORRECTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Modificó sus respuestas	28	8	117	34	145	42
NO modificó sus respuestas	148	43	51	15	199	58
TOTAL	176	51	168	49	344	100

6.6.3.2 Del cooperativo al soporte TIC

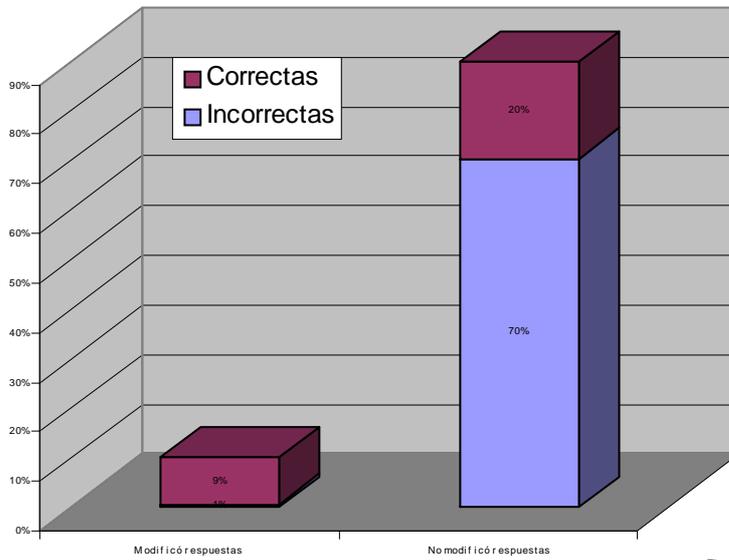
	Con respuestas CORRECTAS		Con respuestas INCORRECTAS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Modificó sus respuestas	1	1	12	9	13	10
NO modificó sus respuestas	90	70	25	20	115	90
TOTAL	91	71	37	29	128	100

Modificaciones de individual a cooperativo



Gráfica 22

Modificaciones del cooperativo al TIC colaborativo



Gráfica 23

6.6.3.3 Mejoras del cooperativo (frente a individual)

		Nº	%
Modificó sus respuestas y estaban correctas	EMPEORA	28	8
Modificó sus respuestas y estaban incorrectas	MEJORA posible	117	34
No modificó sus respuestas iniciales	INDIFERENTE	199	58

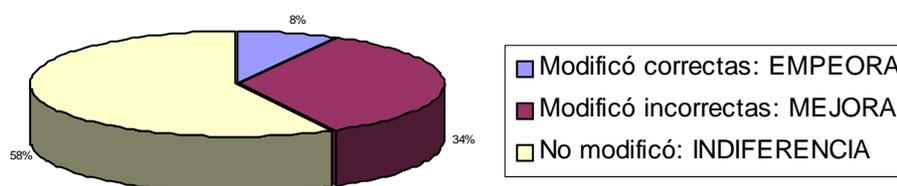
6.6.3.4 Mejoras del TIC (frente a no TIC)

		Nº	%
Modificó sus respuestas y estaban correctas	EMPEORA	1	1
Modificó sus respuestas y estaban incorrectas	MEJORA	12	9
No modificó sus respuestas iniciales	INDIFERENTE	115	90

6.6.3.5 Mejoras del TIC

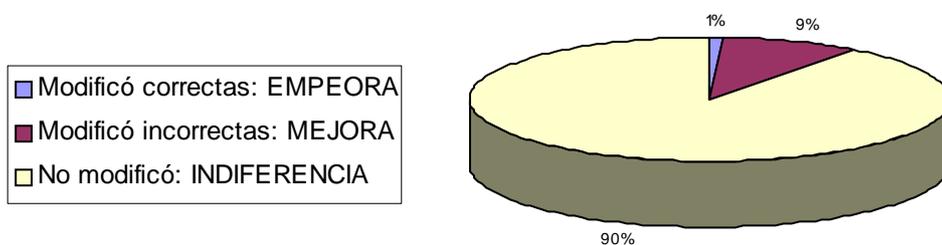
		Nº	%
Modificó sus respuestas y estaban correctas	EMPEORA	29	6
Modificó sus respuestas y estaban incorrectas	MEJORA	129	27
No modificó sus respuestas iniciales	INDIFERENTE	314	67

Cambios de individual a cooperativo

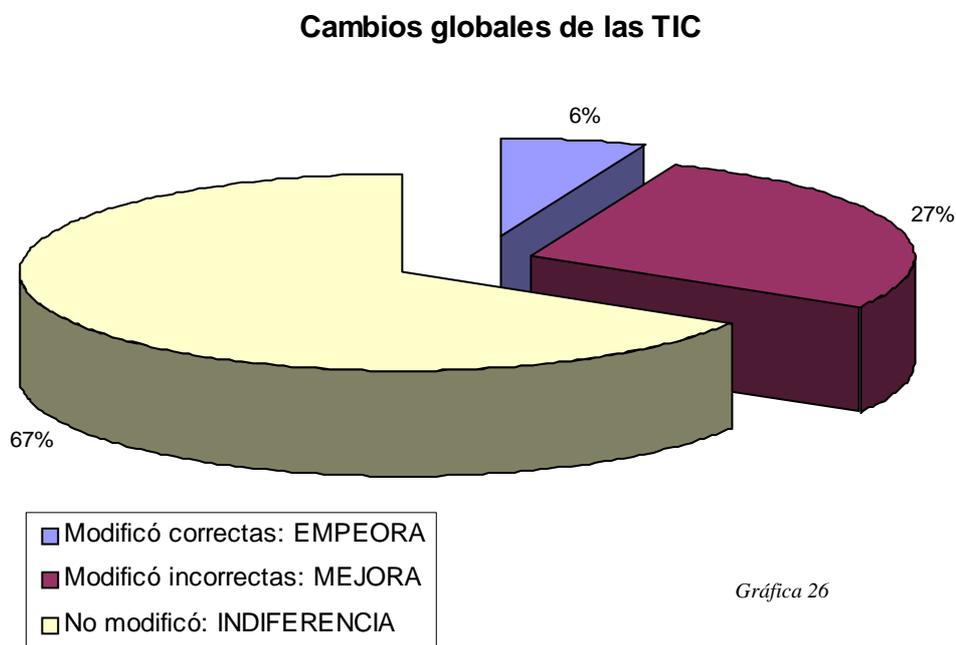


Gráfica 24

Cambios de cooperativo a TIC



Gráfica 25

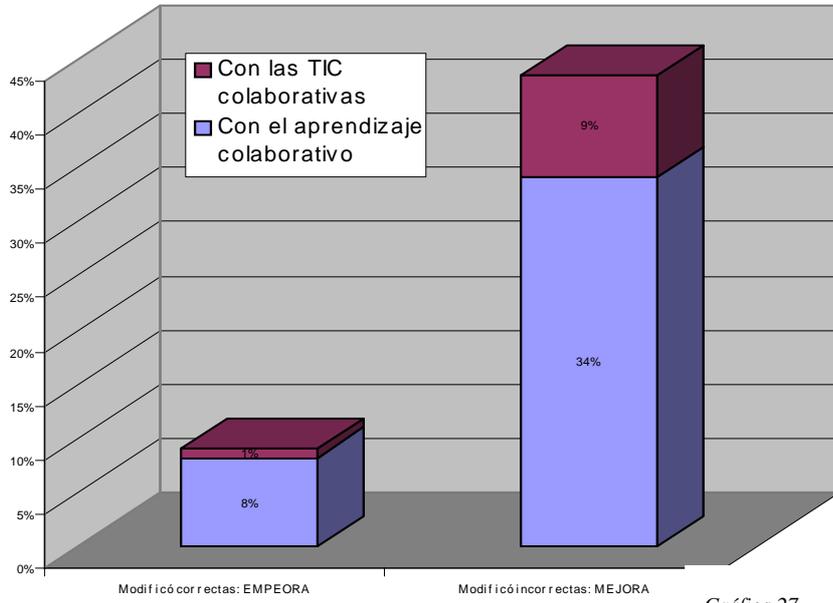


Con una detenida observación de los cambios realizados en las soluciones de los ejercicios propuestos, se valora de entrada muy positivamente los replanteamientos y la reflexión que provoca entre los alumnos el uso de TIC colaborativa en su tarea de solución de problemas matemáticos. Sin entrar en detalles, es de gran valor didáctico que los propios alumnos planteen nuevos puntos de vista y argumenten desde otras perspectivas los problemas que ellos ya han resuelto.

Si entramos más en detalle, y analizamos los resultados finales de estos cambios de estrategia, método o simplemente cálculo, la valoración es aún más positiva. Dos de cada tres de las modificaciones (un poco más, el 67%) redundaron en una mejora cualitativa de la solución del problema, y un 6% no produjo perjuicio en la misma.

Respecto a esas modificaciones que provocaron una mala resolución (teniendo como punto de partida una solución correcta) se debe tener una doble lectura. Por un lado es cierto es que el resultado neto del problema tiene un empeoramiento. Por otro debemos saber considerar el valor didáctico que tiene desde un punto de vista matemático el hecho de que ciertos alumnos que resuelven correctamente un ejercicio –desde el punto de vista numérico – no tienen comprendido ni asimilado el proceso, pues ante argumentaciones variadas, terminan tomando un camino equivocado. De otro modo, con las TIC colaborativas se pone de manifiesto de modo más claro qué procesos matemáticos se llevan a cabo comprensivamente y cuales por imitación (y sin solvencia), pues esto últimos van a quedar destapados en los procesos de diálogo y argumentación.

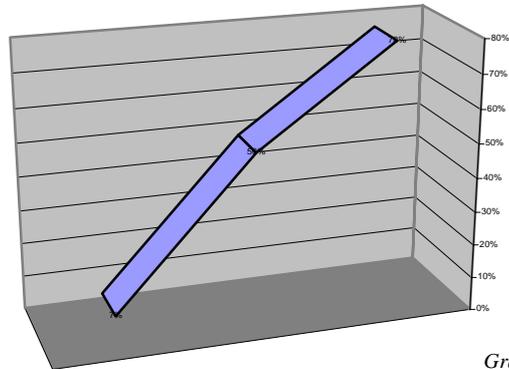
Mejoras obtenidas con las TIC colaborativas Según el origen



Gráfica 27

6.6.4 Evolución de los resultados por cada actividad

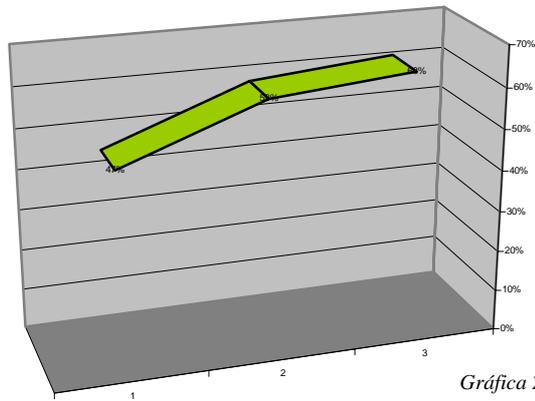
Realizó correctamente el ejercicio 1



Gráfica 28

1. Ejercicio individual 2. Trabajo cooperativo 3. TIC colaborati-

Realizó correctamente el ejercicio 2



Gráfica 29

1. Ejercicio individual 2. Trabajo cooperativo 3. TIC colaborativo

Problema de solución única. No todos los datos explícitos.

De las gráficas correspondientes a las respuestas correctas al ejercicio 1 cabe señalar el aumento tan significativo del ejercicio 1 cuando se introducen las TIC. Aunque ya han aumentado las respuestas correctas con la actividad colaborativa, lo que consigue la gran mejora es el hecho de poder consultar datos de distancias por Internet –en las páginas sugeridas o en cualquier otra–, dato que no estaba optimizado en el enunciado del problema.

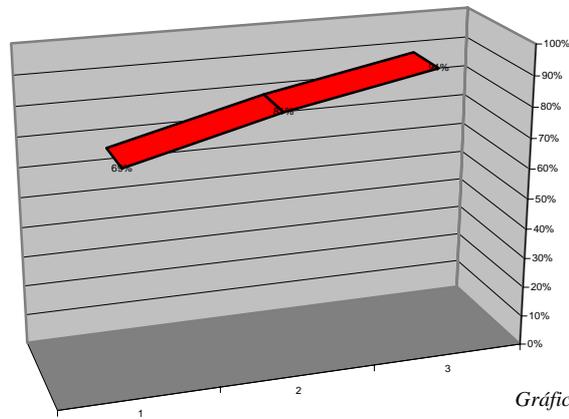
De todo esto cabe deducir que en los enunciados matemáticos en los que los datos del problema no estén todos especificados son en los que más se van a notar las bondades del aprendizaje colaborativo con soporte TIC, por el doble valor que aportan: pueden buscar la información que deseen completar y discutirla con sus colaboradores. En este caso resulta fundamental el primer aspecto.

Problema de solución única. Solución compuesta.

En lo referente al ejercicio 2 el aumento más importante de respuestas correctas es en el segundo momento (actividad colaborativa presencial). Como la solución correcta es una y sólo una –el número concreto de planos de simetría–, las argumentaciones que se comparten en el trabajo colaborativo ayudan bien a descubrir los planos que le puedan faltar bien a descartar los elegidos erróneamente.

Con la introducción de las TIC se produce una pequeña mejora añadida. La mejora es apenas del 4%, por lo que no es fácil indicar causas fiables. Podría considerarse que en la composición de la solución, algunas de las páginas visitadas en internet ayudan a clarificar aún más el criterio para seleccionar las simetrías, y de ahí la mejora.

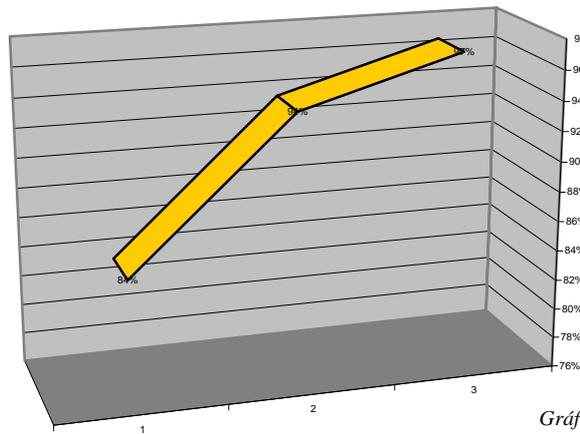
Realizó correctamente el ejercicio 3



Gráfica 30

1. Ejercicio individual 2. Trabajo cooperativo 3. TIC colaborativo

Realizó correctamente el ejercicio 4



Gráfica 31

1. Ejercicio individual 2. Trabajo cooperativo 3. TIC colaborativo

Problema de múltiples soluciones. Rastreo de la mejor.

La matemática personal juega aquí un papel muy importante. Con simples cálculos, rastreo de las posibles alternativas –que no hay que crear, sino comprobar– y con el método de ensayo-error, se puede encontrar una solución correcta. Este es un factor que colabora en que sea el problema con buenos resultados iniciales.

Con la resolución colaborativa presencial se logran mejorar estos resultados, pues los argumentos para justificar una respuesta correcta son fáciles de comprender (una sencilla suma) y por tanto resultan contundentes.

Con el Navegador se consigue una mejora similar (un poco inferior), fundamentalmente porque los recorridos óptimos son aceptados fácilmente y con este sistemas tienen una difusión más fácil. Las buenas soluciones tienen un canal de difusión de gran valor con el Navegador.

Problema de múltiples soluciones. Reconocimiento de todas las posibles.

Es el ejercicio que tiene mejores resultados iniciales, porque las condiciones que se piden de comienzo admiten diferentes soluciones. Es lo que hemos reconocido como soluciones múltiples. (Recordemos que una de las condiciones que considerábamos importantes en el planteamiento era que los problemas fuesen abiertos, como en este caso).

El hecho de que la solución correcta en el ejercicio 4 sea múltiple –es decir, diferentes figuras que hay que encontrar–, hace más adecuada aún la actividad colaborativa, porque 6 ojos ven más que 2 a la hora de buscar.

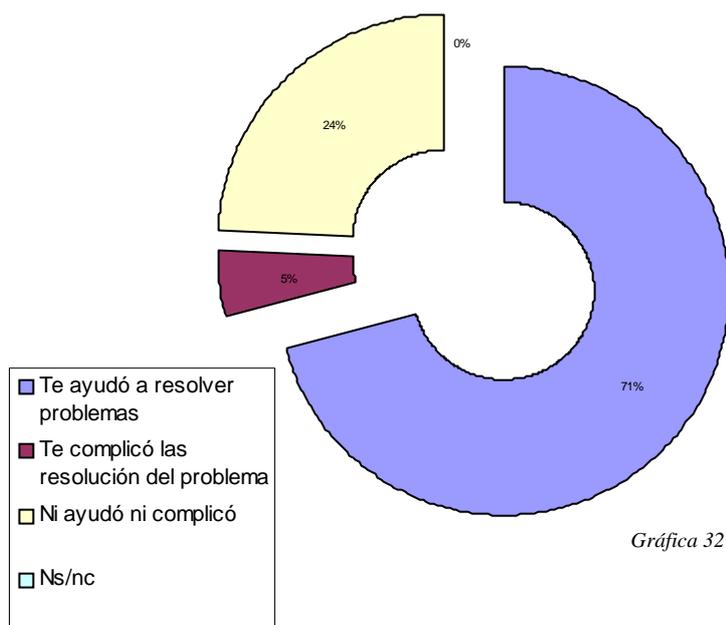
Aún así, en el paso 3 se consigue una pequeña mejora, que es más causa de las discusiones que se generan y que provocan algún cambio de opinión que del aumento de observadores.

6.7 Resultados de la encuesta a los alumnos

6.7.1 Ayuda en la resolución

1. Consideras que la actividad cooperativa que has realizado estos días...		
Te ayudó a resolver los problemas	61	71%
Te complicó la resolución de los problemas	4	5%
Ni me ayudó ni me complicó	21	24%
Ns/nc	0	0%
TOTAL	86	100%

¿Te ha servido de ayuda el método TIC colaborativo?

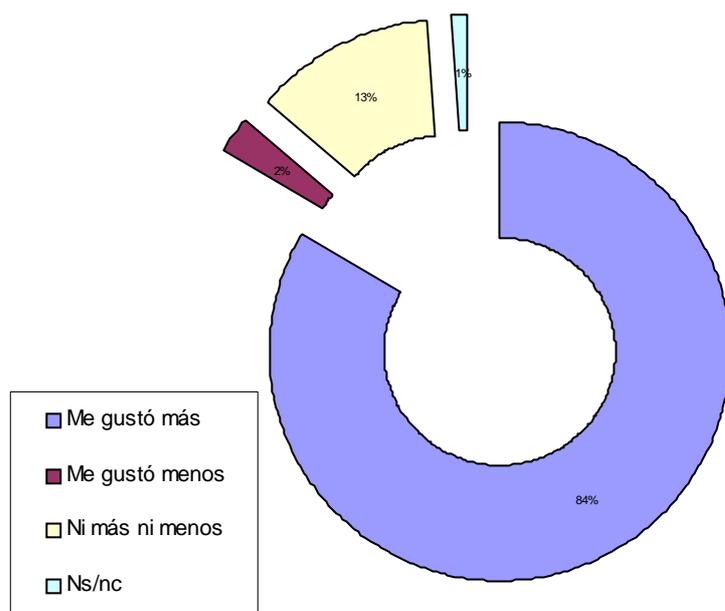


Gráfica 32

6.7.2 Gusto

2. La actividad realizada estos días, frente a las que realizas habitualmente en clase		
Me gustó mas	72	84%
Me gustó menos	2	2%
Ni más ni menos	11	13%
Ns/nc	1	1%
TOTAL	86	100%

¿Te ha gustado el método TIC colaborativo?



Gráfica 33

Los resultados de las estas dos primeras cuestiones referentes al gusto de los alumnos por este tipo de actividad y la ayuda que les ha prestado en su tarea matemática, deja clara evidencia de la buena receptividad de éstos ante nuevas propuestas.

Casi 3 de cada 4 lo consideran una ayuda, y teniendo en cuenta lo costosas que resultan las matemáticas para nuestros alumnos, cualquier ayuda es bienvenida.

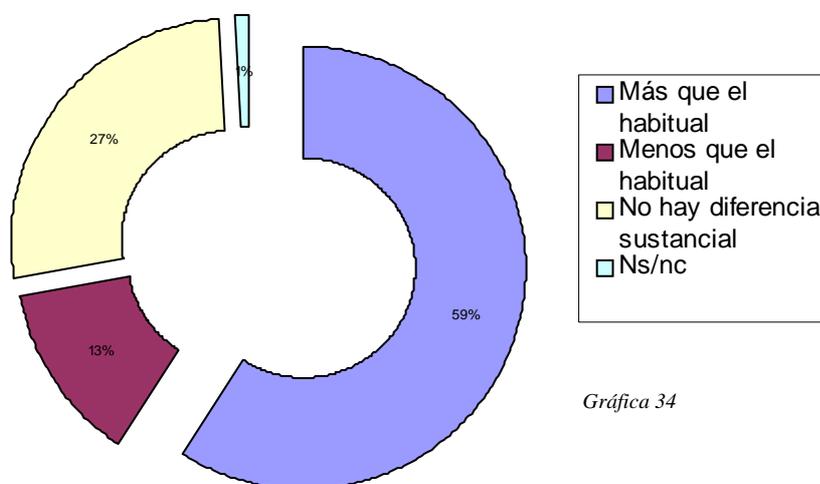
Éste parámetro es una impresión de los alumnos, por lo que podría diluirse su valor en una percepción sin fundamento real. Ya es positivo de por si que los alumnos mejoren su percepción de las matemáticas, pero éste dato no es gratuito. Basta relacionarlo con los datos de las mejoras en las respuestas y los resultados de los problemas (gráficas 24,25 y 26) para concluir que realmente ha sido una ayuda para ellos.

Aún es más contundente el porcentaje de estudiantes a los que les gusta más esta metodología que la que habitualmente usan en clase. Salvando el elemento novedoso –que indudablemente tiene mucho peso en este apartado, y que no debe ser tenido en cuenta – la proporción es tan abrumadora, que aún descontando el añadido que supone salirse de la rutina, debemos considerar el importantísimo beneficio que proporcionan la colaboración y las TIC en el aprendizaje matemático.

6.7.3 Tiempo empleado

3. El tiempo que empleaste para resolver los problemas cooperativamente fue:		
Más que el habitual	51	59%
Menos que el habitual	11	13%
No hay diferencia sustancial	23	27%
Ns/nc	1	1%
TOTAL	86	100%

¿Cuánto tiempo empleaste en resolver el problema con el método TIC colaborativo?



Gráfica 34

Éste es sin duda uno de los aspectos que cuestiona de manera más clara el aprendizaje con TIC colaborativas. El tiempo que se invierte no es el mismo que en una programación tradicional. Sin duda es el principal inconveniente a la hora de implementar la metodología de la asignatura.

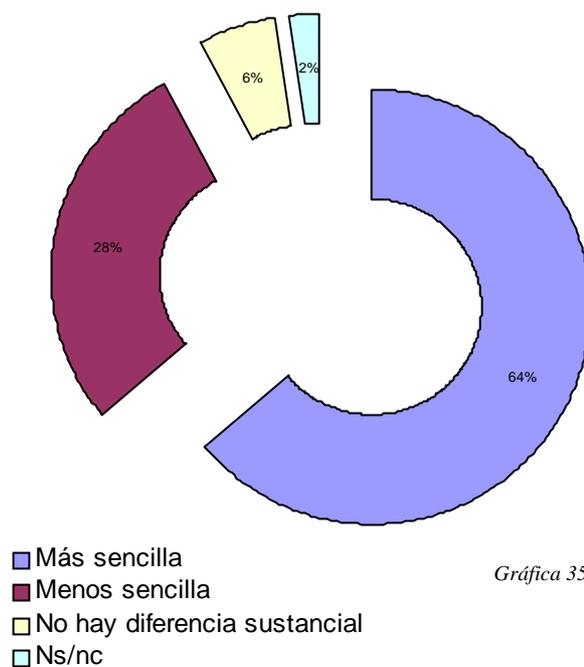
En cualquier caso esa mayor cantidad de tiempo que se emplea, a medio plazo es probable que no sea tal cuando los alumnos desarrollen la capacidad de conectar conocimientos y recursos –aptitud propia del aprendizaje colaborativo – y en el programa de la asignatura no se haga necesario tanta repetición de contenidos ya explicados en otros temas, con el consecuente ahorro de tiempo.

También debemos considerar el menor gasto de tiempo en explicar el “modus operandi” si los estudiantes están familiarizados con este tipo de aprendizaje. Buena parte del tiempo empleado ha servido para explicar las herramientas a utilizar y cómo desarrollar las actividades con ellas (posibilidades, utilidades, opciones,...)

6.7.4 Dificultad

4. La actividad realizada cooperativamente fue		
Más sencilla que las habituales	55	64%
Más compleja que las habituales	24	28%
De un tipo similar a las habituales	5	6%
Ns/nc	2	2%
TOTAL	86	100%

comparando esta actividad con las que realizas habitualmente, te ha parecido...



Gráfica 35

Si de algo debe convencer a los alumnos esta metodología es de que la colaboración aumenta las posibilidades de resolver correctamente los problemas que se plantean. A pesar de que una inmensa mayoría respalda esta opinión, resulta llamativo –a mi modo de ver– ese 28% de alumnos a los que les resulta más complicado una actividad colaborativa.

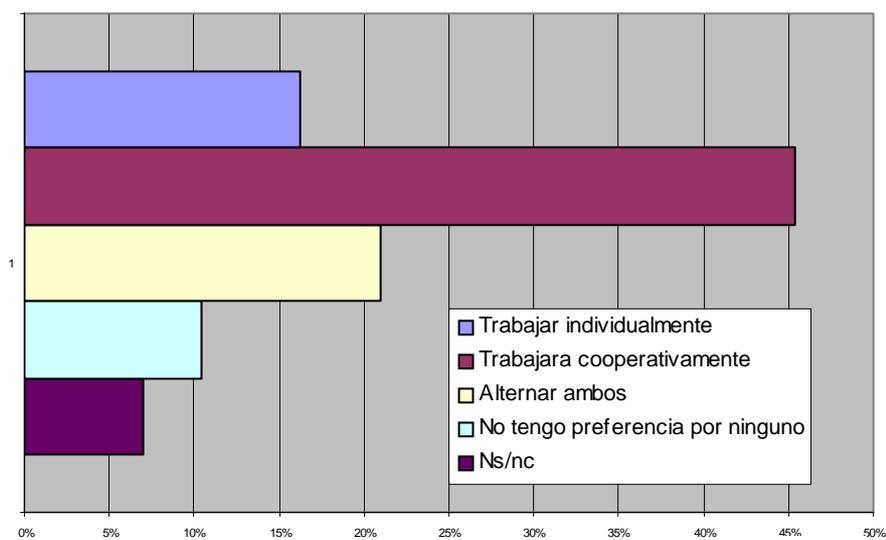
Tendríamos que cuestionarnos por qué nuestros alumnos ven complicado una actividad de aula en la que haya que colaborar con los compañeros. ¿Tal vez todos los valores sociales apuntan hacia un enfoque individualista, competitivo? ¿Tal vez la práctica más habitual en clase es mecánica, sistemática, individualizada y coloca a los estudiantes en posición incómoda cuando la clave del aprendizaje es colaborar? ¿Tal vez están demasiado acostumbrados –enseñados– a las rutinas, y todo lo que se sale de lo habitual se considera sin el suficiente rigor?

Esto se deduce de la aparente contradicción que supone el gusto que los alumnos han mostrado por esta modalidad de actividad y que sin embargo no ha sido considerada como suficientemente eficaz

6.7.5 Preferencias

5. Tu preferencia a la hora de trabajar en resolución de problemas es		
Trabajar individualmente	14	16%
TIC colaborativa	39	45%
Alternar ambos métodos	18	21%
No tengo preferencia especial por ninguna	9	10%
Ns/nc	6	7%
TOTAL	86	100%

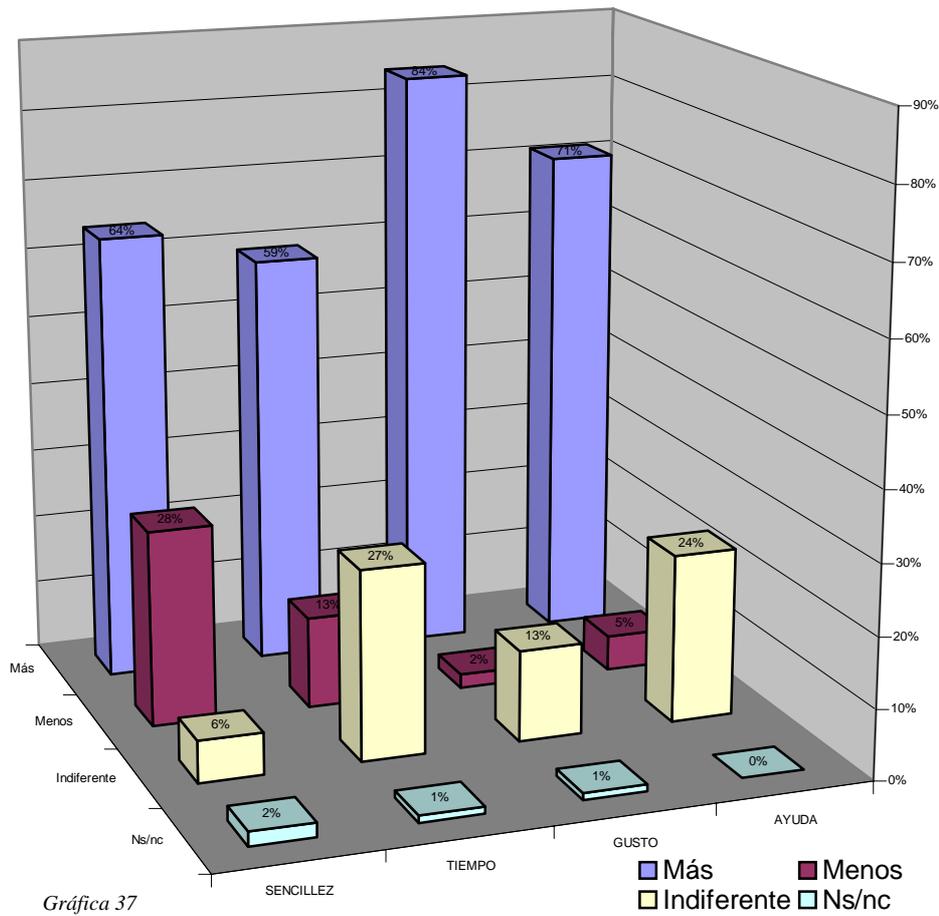
¿Cuál es tu preferencia para trabajar en clase?



Gráfica 36

Entre los alumnos que prefieren actividades de aprendizaje con TIC colaborativa y los que prefieren ir alternándola con el trabajo individual alcanzan el 66%, o dicho de otra manera, dos de cada tres alumnos claramente por la introducción de las TIC colaborativas en sus clases de matemáticas.

Opinión de los alumnos sobre la actividad cooperativa TIC



Gráfica 37

Esto es una clara llamada de atención para introducir un tinte más colaborativo y más tecnológico en nuestras clases. El terreno está abonado para tener una buena acogida y mejores resultados.

Finalmente tomar consideración de las opiniones globales sobre las TIC colaborativas, como “más sencillas”, “más gustosas”, y “mejor ayuda” (columnas moradas), con el pero del “más tiempo a emplear”.

7 Optimizaciones

7.1 Optimizaciones en el aprendizaje

1. Un aspecto fundamental en la didáctica es la imagen. Debería incorporarse la opción de incluir imágenes en las “unidades didácticas” (mejor que “programaciones de aula”), incluso en las respuestas de los alumnos.
2. La posibilidad de enviar ficheros también sería bien acogida, con las opciones de “cortar” y “pegar”.
3. La ortografía es uno de los pilares formativos en la educación obligatoria. Sería un buen criterio de cara a los alumnos poder (y tener que) escribir los acentos en los textos, que de momento el navegador no reconoce.
4. La comunicación con los profesores debería ser por “web mail”, pues en los colegios no suelen estar configuradas cuentas de correo en los ordenadores.
5. Sería interesante si entre los propios alumnos hubiese posibilidad de comunicarse, pues favorecería la colaboración entre iguales.
6. En la versión del profesor sería beneficioso que haya la opción de salirse del navegador o poder minimizarlo para poder consultar simultáneamente otros recursos.
7. Que hubiese un botón de “refrescar” el estado de la clase, para un seguimiento actualizado.
8. Debería incorporarse la posibilidad de trabajar en red local (Intranet) sin tener que conectarse obligatoriamente a Internet, bien para trabajar sólo con los propios alumnos (si así lo desea el profesor) sin necesidad de hacer gasto de teléfono.
9. Debería incluso permitir el trabajo “sin conexión” para que los alumnos, los padres de estos o el mismo profesor pueda trabajar desde su ordenador personal o en su casa de un modo más económico.

10. Debería existir una opción más de almacenar las unidades didácticas.

Hasta ahora sólo se pueden guardar:

- i) En un disco personal, con acceso individual
- ii) En el servidor de Educared.
- iii) Debería existir una tercera opción que permita guardarlo en algún lugar al que se pueda acceder desde la red interna del aula o del centro.

7.2 Optimizaciones didácticas en Matemáticas

La clave en la educación –y en la educación matemática– no va a ser la cantidad de conocimientos aprendidos, sino la habilidad para usar el conocimientos y el “know-how” (saber cómo). Para estar en capacidad de encontrar el conocimiento esencial entre el cúmulo de información existente y ser capaz de aplicarlo en otro contexto, los alumnos deben aprender las habilidades necesarias.

8 Conclusiones

8.1 En Didáctica de las Matemáticas

8.1.1 Ventajas

Seguimiento de las instrucciones.

El **seguimiento de las instrucciones** por parte de los alumnos de un problema planteado, es más fácil en un entorno colaborativo con soporte TIC que en un entorno de aprendizaje individualizado. En un nivel intermedio estaría el entorno de aprendizaje colaborativo tradicional (presencial). Esto queda de manifiesto en los datos de la tabla y gráfica 13.

En ella se observa una mejora que se consigue gracias a la combinación de dos factores: uno puntual (del que no podremos sacar provecho más veces) que es la novedad que representa el tipo de actividad frente a las que habitualmente realizan los alumnos; y otro general, que es el elemento que tendremos en cuenta, y que se concreta en un aumento de la atención cuando se aprende en colaboración con los iguales.

A pesar de la evidencia científica de que la atención de los estudiantes decae muy rápidamente pasados 15-20 minutos desde el inicio de una clase expositiva, –esta estrategia docente continua siendo la más utilizada en el ámbito educativo–, el sistema permite/propone un aprendizaje cooperativo que permiten a los estudiantes actuar sobre su propio proceso de aprendizaje, implicándose más con la materia de estudio y con sus compañeros, y mejorando y facilitando por tanto la atención. Con ello los estudiantes acaban dominando la sesión.

Conclusiones alcanzadas por los alumnos

El parámetro con balance más positivo es el que se refiere a las **conclusiones alcanzadas por los alumnos** en el proceso de solución de los problemas. En la actividad individual sólo la mitad de los ellos llega a conclusiones (correctas o no) en todos los problemas que se le plantean, lo que quiere decir que la otra mitad de ellos deja sin concluir alguna actividad (y probablemente no pase de una primera lectura). En la actividad realizada con TIC colaborativa el 100% de los alumnos llega a conclusiones en el 100% de los problemas (gráfica 14). En términos de la Teoría de Situaciones hay una mejora en la “devolución”.

Esto quiere decir que ningún grupo de alumnos dejó sin intentar resolver ningún ejercicio, esto es, el “abandono casi inmediato” de un problema que me cueste resolver se redujo notablemente. (Habitualmente muchos de nuestros alumnos dejan la hoja en blanco cuando se les plantea un problema de dificultad para ellos). Esto constituye un claro indicador del interés que este tipo de entorno puede aportar a la resolución de problemas.

El número de conclusiones aumenta ya espectacularmente cuando la actividad se resuelve colaborativamente frente a los resultados obtenidos del modo tradicional.

Los alumnos ganan en capacidad de **generar conjeturas** y argumentaciones, porque la interacción electrónica les ayuda a perder el miedo de explicar sus razonamientos y a desdramatizar los errores, que pasan a formar parte de los pasos que pueden ocurrir durante el proceso de aprendizaje. Se puede decir incluso que se hacen más persistentes en sus tareas. Esta mejora se ve en general, tanto en alumnos menos competentes como en más competentes, según los profesores presentes en las aulas.

Razonamiento crítico y número de soluciones diferentes

La capacidad de adoptar alternativas diferentes en un problema es el principal elemento del aprendizaje colaborativo, consistente con los requisitos para desarrollar la capacidad para el razonamiento crítico.

a) Los problemas matemáticos de solución única –como los ejercicios 1 y 2 – tienen menor **número de respuestas diferentes** (y por tanto menos respuestas incorrectas) en una actividad colaborativa con TIC que en una actividad colaborativa tradicional o una actividad individual (gráfica 19). Este descenso no tiene lugar en problemas de solución múltiple, donde incluso pueden aumentar (gráfica 20).

Es de suponer que las estrategias que no son buenas se van filtrando en las sucesivas argumentaciones y contra-argumentaciones, quedando cada vez menos estrategias erróneas, lo que consideramos claramente un factor de mejora en el aprendizaje.

b) En los problemas donde hay soluciones múltiples (con más de una solución correcta) ocurre lo contrario: cada vez hay más respuestas diferentes y correctas. El descubrimiento de caminos distintos que resuelvan un problema es mayor cuantitativamente en cada etapa. Con la actividad colaborativa con soporte TIC logran encontrar muchas de las soluciones posibles.

También puede aumentar la variedad de soluciones, también incorrectas, por las ansias de encontrar todas las posibles. Este tipo de error es preferible (didácticamente) a dejar los ejercicios sin respuesta, que suele significar falta de implicación del alumno en el problema

El desarrollo de una perspectiva crítica requiere la experimentación de situaciones en las que los estudiantes puedan independizarse del profesor y esta es sin duda una de las cualidades del Navegador EducaRed cuando lo usamos en resolución de problemas en el marco descrito.

Soluciones correctas

La evolución en la **resolución correcta de los problemas** planteados va mejorando cuantitativamente a lo largo de los tres entornos diferentes en que planteamos la actividad: el trabajo individual inicial, el trabajo cooperativo (en pequeños grupos o parejas) y el uso de las TIC colaborativas. Esto queda manifiesto en las gráficas 11, 12 y 12b, donde tanto en conjunto como por separado el porcentaje de resoluciones correctas aumenta en todos los casos.

Estos datos vendrían a indicar que el aprendizaje colaborativo tiene mejores prestaciones (en términos de eficacia resolutoria), y dichas prestaciones mejoran si esta colaboración tiene soporte TIC.

Esta mejora supone por sí sola un claro beneficio en el aprendizaje de las matemáticas, al margen de explicaciones que justifiquen este aumento.

La experiencia ha mostrado que los alumnos pueden tener más éxito que el propio profesor para hacer entender ciertos conceptos a sus compañeros. Éstos están más cerca entre sí en lo que respecta a su desarrollo cognitivo y a la experiencia en la materia de estudio.

No sólo el compañero que aprende se beneficia de la experiencia. También el estudiante que explica la materia a sus compañeros consigue una mayor comprensión.

Rigor

Facilita la capacidad de **expresión** y de explicaciones con **rigor**. El trabajo en grupo ofrece a los alumnos la oportunidad de escribir para una audiencia que habla su mismo lenguaje. La experiencia de aula aporta un dato clarificador: cuando los estudiantes escriben para los profesores, con frecuencia, lo hacen de forma poco natural y forzada. La escritura para los compañeros es el primer paso para el desarrollo de una escritura más académica y rigurosa.

Enunciados de los problemas.

Los problemas con enunciados matemáticos en los que no todos los datos del problema están especificados (o en los que simplemente haya que buscar algún dato que no está en el enunciado) son en los que más se van a notar las bondades del aprendizaje colaborativo en soporte TIC.

Esto es lo que se deduce del aumento significativo de respuestas correctas cuando se introducen las TIC en el ejercicio 1 (gráfica 27). Aunque ya nota el aumento de las respuestas correctas con la actividad colaborativa presencial, lo que consigue la gran mejora es el hecho de poder consultar datos del problema a distancia por Internet –en las páginas sugeridas o en cualquier otra–, datos que no estaban optimizados o simplemente que no estaban en el enunciado del problema.

Esto es consecuencia del doble valor que aporta este entorno: pueden buscar la información que deseen completar y pueden discutirla con sus colaboradores. En este caso resulta fundamental el primer aspecto.

Problema de solución única.

Como la solución correcta de este tipo de problemas es una y sólo una –el número concreto de planos de simetría en el ejercicio 2 –, las argumentaciones que se comparten en el trabajo colaborativo ayudan a descartar las respuestas erróneas o a completar las correctas pero incompletas.

En la tabla de resultados del ejercicio 2 (gráfica 29) el aumento más importante de respuestas correctas es en la actividad colaborativa presencial. Con la introducción de las TIC se produce una pequeña mejora añadida (aproximadamente del 4%). Podría considerarse que durante el proceso de resolución, algunas de las páginas visitadas en internet ayudan a clarificar aún más el criterio de selección (las simetrías), y de ahí la mejora.

Difusión de estrategias y soluciones comprensibles. (Mejora en la argumentación).

En los problemas de **enunciado abierto** en los que hay que ir rastreando qué **solución** nos interesa y cual es **óptima** en cada caso, la matemática personal juega un papel muy importante, y un entorno TIC colaborativo consigue importantes mejoras en los resultados. (Recordemos que una de las condiciones consideradas importantes en el planteamiento era que los problemas fuesen abiertos, varias respuestas o estrategias posibles).

Por ejemplo, en el ejercicio 3 se puede encontrar una solución correcta con simples adiciones, rastreo de posibles alternativas –que no hay que crear, sino comprobar– y con el método de ensayo-error. Con la resolución colaborativa presencial se logran mejorar los resultados individuales (gráfica 30) pues los argumentos para justificar una respuesta correcta son fáciles de comprender –una suma – y por tanto resultan contundentes.

Con el Navegador se consigue una mejora similar, fundamentalmente porque los recorridos óptimos son aceptados fácilmente de modo razonado y con este sistema tienen una difusión entre los estudiantes más fácil. Las soluciones buenas tienen un **canal de difusión** de gran valor con el Navegador.

En el ejercicio 4 (problema abierto) el hecho de que la solución correcta sea múltiple –es decir, diferentes figuras que hay que encontrar–, hace más adecuada aún la actividad colaborativa, porque 6 ojos ven más que 2 a la hora de buscar.

Aún así, en el paso 3 se consigue también una pequeña mejora, que es consecuencia de las discusiones que se generan y que provocan algún cambio de opinión, más que por el del aumento del número de observadores.

Comprensión matemática e interiorización de conocimientos.

Las modificaciones en la solución de un problema durante el proceso colaborativo con soporte TIC, provocan mayoritariamente la mejora global de la estrategia. Dos de cada tres de las modificaciones realizadas de un mismo problema (un poco más, el 67%) redundaron en una mejora cualitativa de la solución del mismo, y un 6% no produjo perjuicio –ni beneficio – en la misma. (Ver gráficas 24, 25 y 26)

En otros casos (minoritarios) también provocan que la solución final sea incorrecta cuando el alumno consiguió inicialmente que su solución fuese correcta. Esto tiene una lectura parcialmente negativa pues el resultado neto del problema tiene un empeoramiento. Pero debemos saber considerar el valor didáctico que tiene desde un punto de vista matemático el hecho de que ciertos alumnos que resuelven correctamente un ejercicio –desde el punto de vista numérico o geométrico– no tienen comprendido ni asimilado el proceso, pues ante argumentaciones diversas (correctas e incorrectas), terminan tomando un camino erróneo. De otro modo, con las TIC colaborativas se pone de manifiesto de modo más claro qué procesos matemáticos se llevan a cabo comprensivamente y cuales por imitación (y sin solvencia), pues esto últimos van a quedar destapados en los procesos de diálogo y argumentación.

La producción matemática conseguida es fruto de una reflexión generalizada (de casi todos) basada en el contraste constante. El **grupo asume** algunos elementos de responsabilidad del docente y se considera productor de conocimiento, no sólo participante

Reflexión comprensiva y argumentación

Los **replanteamientos y la reflexión** que provoca entre los alumnos el uso de TIC colaborativas en su tarea de solución de problemas matemáticos es, sin entrar en detalles, de gran valor didáctico. Que los propios alumnos planteen nuevos puntos de vista y argumenten desde otras perspectivas los problemas que ellos ya han resuelto –para ello debemos mirar las tablas de modificación de sus respuestas y las gráficas correspondientes, 22 y 23 – se puede considerar como un avance cualitativo en la capacidad de resolución de problemas. Consecuencia directa de ello será una mejora en el aprendizaje comprensivo.

Es frecuente que un miembro del grupo (seguramente todos alguna vez) se enfrente a conjeturas y argumentaciones de uno o varios compañeros de grupo o de otros grupos, lo que le obliga a un trabajo de **descentración** de sus propias explicaciones. Por otro lado, como también ha de explicar sus estrategias de resolución tiene que clarificarlas por si mismo, lo que le lleva a darse cuenta de pasos que de otro modo no tomaría en consideración. Así el aprendizaje se vuelve más comprensivo.

Ayuda en la resolución de problemas

Un parámetro que inicialmente no pasa de ser una percepción individual es que 3 de cada 4 considera la TIC colaborativa una ayuda para la resolución de problemas. Teniendo en cuenta lo costosas que resultan las matemáticas para nuestros alumnos, cualquier ayuda es inicialmente bienvenida.

Éste valor – que los alumnos mejoren su percepción de las matemáticas – ya es positivo por si sólo, aunque su valor podría no tener fundamento real. Pero este dato no es casual, basta relacionarlo con los datos de las mejoras en las respuestas y los resultados de los problemas (gráficas 24,25 y 26) para

concluir que realmente ha sido una ayuda para ellos, y por tanto una mejora del aprendizaje matemático.

Preferencia.

El aprendizaje colaborativo con soporte informático es una demanda de los alumnos de matemáticas por ambos aspectos: por el colaborativo y por el tecnológico. A pesar de los inconvenientes que algunos profesionales de didáctica de las matemáticas afirman ver, este tipo de aprendizaje tiene una buena acogida por parte de nuestros alumnos.

En la experiencia realizada, casi dos de cada tres estudiantes preferían este tipo de actividades a las que realizan habitualmente en sus clases de matemáticas o al menos alternar ambos sistemas (tabla y gráfico 36). El resto de alumnos se muestra bien indeciso o no sabe qué opinar (y por tanto, tampoco les supone un problema), bien contrarios a este tipo de cambios.

Teniendo en cuenta a esos alumnos que prefieren seguir trabajando individualmente, y el elemento novedoso –que oculta parcialmente la opinión real de los alumnos – debemos considerar el beneficio que proporcionan la colaboración y las TIC en el aprendizaje matemático.

La autoestima de los alumnos mejora, con lo que su actitud hacia las matemáticas se vuelve más positiva, llegando incluso a desaparecer el **rechazo** abierto a esta disciplina (que son frecuentes en el trabajo diario sin esta dimensión). Los alumnos con fracaso en matemáticas no desaparecen – probablemente sean menos, aunque con una experiencia tan corta no hay contrastes estadísticos–, pero su actitud hacia las matemáticas y su implicación en la marcha general mejora perceptiblemente.

Tiempo

El tiempo empleado en la realización de las actividades, o la planificación de las actividades a lo largo del tiempo constituyen una de los aspectos más cuestionados del aprendizaje con TIC colaborativo.

El tiempo que se invierte en este tipo de metodología no es el mismo que en una programación tradicional. En la presente experiencia se ha empleado más tiempo del que habitualmente se habría utilizado en la explicación de la misma parte del programa, y era difícil hacer una planificación del tiempo que se iba a tardar en conseguir los objetivos marcados.

En cualquier caso esa mayor cantidad de tiempo que se emplea, a medio plazo es probable que no sea tal cuando los alumnos desarrollen la capacidad de conectar conocimientos y recursos –aptitud propia del aprendizaje colaborativo – y en el programa de la asignatura no se haga necesario tanta repetición de contenidos ya explicados en otros temas, con el consecuente ahorro de tiempo.

También debemos considerar el menor gasto de tiempo en explicar el “modus operandi” si los estudiantes están familiarizados con este tipo de aprendizaje. Buena parte del tiempo empleado ha servido para explicar las herramientas a utilizar y cómo desarrollar las actividades con ellas (posibilidades, utilidades, opciones,...)

Evaluación

La evaluación de las actividades matemáticas no se reduce a la solución final de un problema. Por eso con el Navegador la **evaluación** es más **significativa** ya que podemos tener en cuenta tanto los resultados como los procesos y razonamientos seguidos, pues en todo momento quedan registradas las actividades que va realizando cada alumno o cada grupo de alumnos, los recursos que han utilizado, los diálogos y pistas aportados a/por otros alumnos y hasta las direcciones web consultadas.

Variación de **las rutinas de resolución**

En la realización de las actividades en las distintas aulas se dejó entrever que los alumnos primeramente se sorprendían ante la posibilidad de colaborar en la resolución de los problemas –sorpresa motivada probablemente por la habitual competitividad e individualización de las actividades matemáticas que realizan – pero posteriormente agradecían realizar el trabajo de resolución con sus compañeros en un ambiente de cooperación. En otras palabras, la variación en las rutinas de en su aprendizaje matemático les ha hecho el trabajo más sencillo.

A pesar de que una inmensa mayoría respalda esta opinión, resulta llamativo ese 28% de alumnos a los que les resulta más complicado una actividad colaborativa (tabla y gráfico 35). ¿Por qué ciertos alumnos ven complicado una actividad de aula en la que haya que colaborar con los compañeros?. ¿La mayoría los valores sociales y escolares apuntan hacia un enfoque individualista, competitivo? ¿La práctica más habitual en el aula es mecánica, sistemática, individualizada y coloca a los estudiantes en posición incómoda cuando hay que colaborar? ¿Están demasiado acostumbrados –enseñados– a las rutinas, y todo lo que se sale de lo habitual se considera sin el suficiente rigor?

Existe una contradicción entre el gusto que los alumnos han mostrado por esta modalidad de aprendizaje y la opinión de los alumnos que lo considera insuficientemente eficaz.

Validación de las soluciones

Las distintas soluciones aportadas se validan en el contraste que ellos hacen en su comunicación y colaboración.

El **docente** actúa como catalizador y organizador, y no como confirmador de verdades.

8.1.2 Aspectos mejorados*

Los alumnos no tenían la posibilidad de comunicarse más que entre los de su propio grupo y con el profesor. Mejoró mucho el hecho de que se pudiesen comunicar con otros grupos, y aun más enriquecedor ha sido poder compartir más propuestas y soluciones diferentes.

El teclado no permitía poner acentos ni algún otro signo ortográfico. Se restringía exclusivamente a las letras: mayúsculas y minúsculas. Ello complicaba poder escribir con cierto rigor algunas expresiones matemáticas y algebraicas. Aunque no fue el caso en ninguna de las actividades de prueba, habría resultado contradictorio el “rigor” que caracteriza el lenguaje matemático con el poco rigor que permite el navegador. Es más, incluso había faltas de ortografía, pues no se podía poner ni siquiera tildes.

8.1.3 Aspectos a mejorar

1.- La validación

Cuando una actividad tiene planteadas dudas de que exista lo que se les pide encontrar (ejercicio de los números, ejercicio del corte en el cubo), – es decir, les estamos pidiendo en sentido amplio “demostrar” algo –, ha quedado clara la importancia de abordar dicha “demostración” con mayor libertad, permitiendo la existencia de diálogo, debate y comunicación, pero habría que buscar situaciones de validación [Balacheff, 1991] con suficiente potencia como para implicar a los estudiantes en los procesos de probar. Hay que tener cuidado en crear buenos entornos de aprendizaje, cuidando de que la interacción social no sea un obstáculo para el acercamiento a la demostración, ya que hay casos en que los estudiantes no son hábiles en coordinar sus diferentes puntos de vista, o no son hábiles en superar su conflicto sobre una base científica, dando lugar a situaciones en las que se puede favorecer un “empirismo naif”.

Teniendo en cuenta las dificultades del aprendizaje de la demostración – Balacheff la señala como un auténtico obstáculo epistemológico–, debemos abordarla en nuestras aulas al mismo tiempo que contribuimos a que nuestros alumnos profundizan en sus procesos (definir, conjeturar, razonar inductiva y deductivamente, etc.) y uno de estos es construir argumentos de validación y prueba.

2.- El rigor

Si aceptamos la premisa de la necesidad de probar, demostrar, argumentar, justificar razonadamente ¿deberíamos fijar la atención en el “nivel de rigor” de la prueba o del razonamiento de una solución?

8.2 *En Didáctica*

8.2.1 Ventajas

La ventaja más importante es que favorece el **aprendizaje en grupo**, colaborativo o no. (Gráfica 22 a 26). Promueve también el **autoaprendizaje**, o de otro modo, la capacidad para aprender de forma autónoma durante toda la vida, y que es uno de los requisitos que con más insistencia se señalan como esenciales para tener éxito en la sociedad del siglo XXI. El sistema permite que los estudiantes trabajen de forma independiente y que asuman responsabilidades en su propio proceso de aprendizaje

Todas las funcionalidades que el navegador otorga al profesor – permite o deniega los accesos de cada alumno a los recursos, páginas de ejercicios, ayudas, Internet, impresora, otros programas – posibilitan la enseñanza **individualizada**. Actividades particulares para cada alumno o grupo de alumnos, registro de cada uno de ellos, adaptación de los materiales a cada caso y planificación de las tareas a realizar por cada estudiante.

Hay un aprendizaje a medida, es decir, los alumnos (individualmente o en grupo) aprenden a su **ritmo**, realiza las actividades en el orden que le resultan más interesantes, y consulta cuantos recursos que cree convenientes el tiempo que considera necesarios.

Apoya la capacidad de argumentar y de comunicar. El miedo a **hablar en público** que muchos estudiantes manifiestan, puede constituir una dificultad en el desarrollo de su capacidad de expresión. El trabajo cooperativo con soporte informático puede ofrecer un escenario más confortable y amigable para dar los primeros pasos de comunicación y argumentación en grupo.

Incrementa la interacción en el proceso educativo con posibilidades de establecer un puente entre el **hogar y la escuela**, a través del cual los profesores y familiares pueden revisar y discutir el progreso del alumno. Permite al profesor controlar, evaluar y guiar la actuación del estudiante, así como al estudiante obtener una retroalimentación cada vez que lo necesite.

Promueve la **implicación** activa del estudiante en el proceso de aprendizaje de las matemáticas. El sistema permite/propone un aprendizaje cooperativo que permiten a los estudiantes actuar sobre su propio proceso de aprendizaje, implicándose más con la materia de estudio y con sus compañeros. Ello va a facilitar que acaben dominando la sesión.

Además se comprobó que –durante el uso del navegador en clase–, algunos grupos de alumnos se reunieron fuera para continuar estudiando juntos.

Incrementa la capacidad que tienen los grupos de aprendizaje mediante la interacción entre compañeros. La experiencia ha mostrado que los alumnos pueden tener más éxito que el propio profesor para hacer entender ciertos conceptos a sus compañeros. Éstos logran con su interacción resultados muy positivos.

8.3 *Sistemas informáticos de aprendizaje colaborativo en Matemáticas: Navegador EducaRed*

8.3.1 Ventajas

- Favorece el aprendizaje en grupo – colaborativo o no–, especialmente cuando el grupo esté formado por personas que se encuentran en **distintos lugares** (gráfica 25) o sin coincidir en el tiempo (**asíncronos**)
- El profesor es el que **permite o deniega** los accesos de cada alumno a los recursos: páginas de ejercicios, ayudas, Internet, impresora, otros programas. Todas estas funcionalidades posibilitan diseñar situaciones didácticas particulares para cada alumno y así cada cual puede ir resolviendo los problemas o las actividades a su ritmo, sin perder por ello la pista el profesor. Incluso adaptar los materiales a cada caso y planificar de las tareas a realizar por cada estudiante (sin la obligación de que sean para todo el grupo).
- El carácter dinámico del Navegador en relación con las actividades que se plantean o la sencilla **actualización** de las mismas permite que los **contenidos** didácticos estén a “la última” permanentemente. Además se tiene acceso para todos los miembros a una gran cantidad de información actualizada y precisa. Permite consultar fuentes de información primaria y facilita la localización de información.
- Facilita la integración en la comunidad educativa de todas las personas, especialmente de aquellas que por distanciamiento geográfico, por necesidades educativas especiales o por cualquier otra causa no pueden acceder físicamente a los centros. Solo es necesario que instalen en su ordenador el Navegador EducaRed con el número de serie correspondiente al centro educativo al que estén vinculados y de este modo pasan a formar parte del grupo de alumnos o de profesores según el caso.

-
- En todo momento quedan registradas las direcciones web consultadas por cada alumno, así como las actividades que van realizando. Esto es una ventaja si nos interesa conocer el camino seguido por el alumno/s en la resolución de un problema; aspecto éste tan importante en la enseñanza de las matemáticas. También facilita una evaluación más continuada, teniendo referencias en todo el proceso, no sólo del resultado final.
 - Cada alumno puede ir por tanto resolviendo las actividades a su ritmo, consultar los recursos que considere más interesantes, sin perder por ello el ritmo de aprendizaje de su comunidad, o realizarlas en el orden que más sencillo le parezca.
 - Los profesores pueden intercambiar (si lo desean) material educativo –como programaciones de aula, unidades didácticas, etc– potenciándose así el trabajo colaborativo de los docentes.

Las unidades didácticas diseñadas se comparten si al diseñarlas se les activa una casilla para tal fin (opcional) de modo que un profesor que desee plantear actividades sobre un determinado tema, tiene una fuente de recursos de fácil acceso. La cantidad de recursos docentes disponibles es casi ilimitada.

- La publicación en Internet, concretamente en la sección de recursos educativos del sistema, es el medio para que otros profesores puedan descargarlas en su ordenador y utilizarlas tal como están o modificarlas adaptándolas a sus necesidades. Las versiones originales publicadas en Educared no se ven alteradas.
- La posibilidad de que junto con el nombre del autor de una unidad didáctica aparezca su dirección de correo electrónico. Esto es especialmente útil para aquellos profesores que estén interesados en tomar contacto con otros colegas para intercambiar experiencias educativas y formar grupos de aprendizaje colaborativo.

-
- El profesor que recibe a través del correo electrónico los trabajos de los alumnos, puede corregirlos en el momento que considere conveniente y enviar al alumno los resultados, sugerencias y propuestas, de un modo sencillo y rápido. La información de retorno al alumno es casi inmediata.
 - La versatilidad del Navegador en relación con las actividades es muy grande y permite variar el nivel de dificultad de las mismas. Permite además una fácil actualización de los contenidos y la variación o selección de los mismos.
 - Permite el uso de presentaciones multimedia así como la exploración de documentos y otros medios. Todo ello facilita el aprendizaje al hacerlo más motivante, práctico y agradable. El programa es motivador y permite que el alumno trabaje en casa.
 - Prepara a los estudiantes para el mundo de trabajo actual ya que buena parte de las compañías actuales se basan en la utilización de equipos humanos interdependientes que se autogestionan, e integran sus esfuerzos para desarrollar una determinada tarea. No obstante, estas compañías han de dedicar un tiempo importante de entrenamiento, por las carencias en su capacidad para trabajar en grupo. El aprendizaje cooperativo que desarrolla de modo natural el navegador representa una pedagogía consistente con este contexto laboral que encontrarán los estudiantes al titularse.
 - Permite el adiestramiento de profesores y alumnos en tecnologías informáticas y de comunicación, con ventajas educativas y de preparación para el mundo laboral.
 - Hay una permanente interacción entre los alumnos participantes para apoyar el proceso de aprendizaje.

- Permite la recopilación de trabajos de un gran número de alumnos, de docentes y de autores que pueden ser compartidos. Con ello se estimula el trabajo cooperativo entre profesores, entre alumnos, y entre profesores y alumnos, que llevan a intereses y experiencias comunes.
- En el trabajo colaborativo tradicional, el docente pierde muchas cosas que ocurren simultáneamente. Con el navegador puede recoger todas estas cosas considere interesantes aunque ocurran en simultáneo porque queda todo registrado, con lo que socializar ciertas propuestas que considere positivas para catalizar el proceso es factible y relativamente sencillo.

8.3.2 Aspectos mejorados

- Un aspecto fundamental en el planteamiento de actividades de matemáticas es el apoyo gráfico. Debería haber una opción de incluir imágenes en las actividades que se proponen. (En la prueba inicial se ha salvado éste obstáculo poniendo enlaces a páginas Web donde estaban los dibujos y/o los gráficos).

En Matemáticas muchas respuestas o razonamientos a problemas tienen una explicación gráfica y no sólo verbal. (Si los alumnos hubieran querido responder con ayuda gráfica no hubiesen podido, aunque tuvimos el cuidado de que los problemas planteados no tuviesen esa necesidad).

- Se debería añadir la opción de adjuntar ficheros en las mensajes-respuesta de los alumnos, con las opciones de “cortar” y “pegar”.

- El teclado no permite poner acentos ni algún otro signo ortográfico. Se restringe exclusivamente a las letras: mayúsculas y minúsculas. Ello complica poder escribir con cierto rigor algunas expresiones matemáticas y algebraicas.. Es más, incluso había faltas de ortografía, pues no se podía poner ni siquiera tildes.
- Los alumnos se pueden comunicar ahora con todos los alumnos implicados en una actividad (con unas claves que definen grupos de personas que trabajan en el mismo ejercicio) y con el profesor suyo (también con el mismo sistema de claves). Antes podían hacerlo solamente con el profesor correspondiente.

8.3.3 Aspectos a mejorar

- Las unidades didácticas compartidas están en una base de datos a la que los docentes pueden acceder con una clave, pero conforme va pasando el tiempo la base se está haciendo más y más grande. Al ritmo de crecimiento actual de centros asociados, pronto dicha base será poco o nada manejable. Debería haber algún tipo de moderación que calificara el interés de las distintas unidades que van quedando en la base de datos, pues facilitaría la búsqueda y permitiría un más fácil manejo.
- Hacer un seguimiento exhaustivo a los profesores capacitados para el desarrollo de esta experiencia, de modo tal que se pueda determinar en qué magnitud y dirección se ha continuado trabajando en esta dirección.

8.4 Futuro y posibilidades

8.4.1 Futuro inmediato: conclusión

El esfuerzo realizado en la elaboración de esta experiencia apunta en la dirección de la integración de las TIC y el aprendizaje colaborativo en la mejora de la enseñanza de las matemáticas, y se reconoce que la actividad en si misma está lejana de ser una solución acabada a los problemas que se plantean. No obstante viene a convertirse en una posibilidad real y concreta de apoyar las acciones de integración de ambos en el currículum en la mejora de la enseñanza de las matemáticas.

8.4.2 A corto plazo

Con distribución de 15.000 cd con la versión definitiva del Navegador Educared por centros de toda España en octubre de 2001, se ha cerrado la etapa de “evaluación y optimización”. Ya está disponible en la red (<http://www.educared.net>) una nueva versión, y planificado una distribución masiva, de unos 150.000 copias.

Con ello también comienza otra etapa para el grupo de profesores investigadores: proponer contenidos para usar con el Navegador. El objetivo es poner a disposición de los docentes unidades didácticas estructuradas e interesantes (de Matemáticas y Lenguaje) que promuevan la participación continuada de los colegios que inicialmente se ofrecieron voluntarios para la primera experiencia, y que otros nuevos se incorporen a la misma, al calor del interés didáctico que este vaya despertando. La idea es disponer de un desarrollo de actividades que sirva de columna vertebral en la base de actividades que se vaya creando. Y si es posible, que origine compartir las unidades didácticas creadas por los profesores de los centros participantes.

También la reciente creación a comienzos del presente curso del Comité Asesor Pedagógico, que tratará de cribar ,seleccionar y evaluar el material que está empezando a poner a disposición de los docentes a través de EducaRed, y las herramientas informáticas a las que se les da acceso.

Todo esto será puesto a disposición de los docentes en el II Congreso Internacional EducaRed que tendrá lugar en Madrid en febrero de 2003, y posteriormente en el Portal educativo del grupo.

9 Bibliografía

Abreu, G. (1996): “Contextos socioculturales y aprendizaje matemático en los niños” en *Quadrante*, vol 5, n° 2, pp. 7-21

Alaman, X.; Cobos, R. (1999): “KnowCat: a Web Application for Knowledge Organization” en *Proceedings of the World Wide Web and Conceptual Modelling (WWW'99)*, pp. 348-359.

Almog, T.; Hertz-Lazarowitz, R. (1999); “Teachers as peer learners: Professional development in an advanced computer learning environment” en A. O’Donell y A. King (Eds.): *Cognitive perspectives on peer learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Alsina, C. (1998): “Multimedia, navegación, virtualidad y clases de matemáticas” en *UNO*, n° 15, pp. 7-11.

Amigues, R.; Agotinelli, S. (1992): “Collaborative problem-solving with computer: How can an interactive learning environment be designed?” en *European Journal of Psychology of Education*, vol. VII, n° 4, pp. 325-337.

Anderson, A.; Mayes, T.J.; Kibby, M.R. (1995): “Small Group Collaborative Discovery Learning from Hypertext” en C. O’Malley (Ed.): *Computer Supported Collaborative Learning*. Berlin: Springer-Verlag.

Anthony, G. (1996): “Active Learning in a Constructivist Framework” en *Educational Studies in Mathematics*, n° 31, pp. 349-369.

Arsac, G.; Develay, M.; Tiberghien, A. (1989): “La transposition didáctica en Mathématiques, en Physique, en Biologie”, en *Irem et LIRDIS de Lyon*, p. 14.

Balacheff, N. (1998): “Éclairage didactique su les EIAH en mathématiques” en *Actes du Informatique en enseignement des mathématiques: le point de vue de la didactique*, p. 4.

<http://logos.math.uqua.ca/gdm/actes98/balacheff/balacherr.html>

[Consulta: junio 2000]

Balacheff, N. (2000): “Entornos informáticos para la enseñanza de las matemáticas: complejidad didáctica y expectativas” en A. Bishop y otros (eds.): *Matemáticas y educación. Retos y cambios desde una perspectiva internacional*. Barcelona: Graó.

Balacheff, N; Kaput, J. (1996): “Computer-Bassed Learning Environments in Mathematics” en *Internacional Handbook of Mathematics Education*. U.S.A.: Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.

Balacheff N. (2000) “Teaching, an emergent property of e-Learning environments” en *Conférence IST 2000*. Nice ,France.

Balacheff N., Pesty S., Caferra R. (2000): “Projet IMAG Baghera” en *Journée des Projets Scientifiques IMAG* . Grenoble, France.

Barberá, E.; Badía, A.; Mominó, J. (2002) “Enseñar a aprender a distancia: ¿es posible?”
http://www.uoc.es/web/esp/art/uoc/0105018/ensapren_imp.html [Consulta: Junio 2002]

Bard, G.(1997) <http://www.ecst.csuchico.edu/~gregbard/PHI/>
[Consulta: Junio 2002]

Barker, C.; Kemp, I. (1992): “Network Theory: a postmodern pedagogy for the writing classroom” en C. Handa (Ed.): *Computers and Community: Teaching Composition in the twenty-first century*. New Hampshire: Boynton-Cook.

Baskerville, R.; Smithson, S.; Ojelanki, N.; Degross, J. (1995): “Information technology and new organizational forms; Choosing chaos over panaceas” en *European Journal of Information Systems*, vol. 4, nº 2, pp. 66-73.

Bauersfeld, H. (1994): “Perspectives on Classroom Interaction” en *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, pp. 117-146.

Bell, P. (1997): “Using argument representations to make thinking visible for individuals and groups” en *Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning '97*. Toronto.

Belmonte, J.M.; Garbayo, M.M. (2002): Los lenguajes informáticos en la escuela: Algunas reflexiones sobre Entornos Informáticos de Aprendizaje Humano (EIAH) en *Didáctica de las Matemáticas*. UIMP.....

Bishop, A (1989): “Review of Research on Visualisation in Mathematics Education” en *Focus on Learning Problems in Mathematics*, n. 11, pp. 7-16.

Bishop, A. (1996): *International Handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Bishop, A. (2000): “Enseñanza de las matemáticas: ¿cómo beneficiar a todos los alumnos?” en A. Bishop, J. Deulofeu, N. Gorgorió (coords.) *Matemáticas y Educación. Retos y cambios desde una perspectiva internacional*. Barcelona: Graó.

Bonals, J. (2000): *El trabajo en pequeños grupos en el aula*. Barcelona: Graó.

Borassi, R. (1996): “On the nature of problems” en *Educational Studies in Mathematics (ESM)*, vol. 17.

Briand, J.; Chevalier, M.C. (1995): “Les enjeux didactiques dans l’enseignement des mathématiques” en *Hatier Pédagogique*, pp. 23-42.

Brousseau, G. (1997): *The theory of didactic situations*. Dordrecht: Kluwer A. P.

Brousseau, G. (1990): “Obstacles épistemologiques, conflicts socio-cognitifs et ingénierie didactique” en *Construction des savoirs*. Québec: Agence d’ARC.

Brousseau, G. (1983): “Les obstacles épistémologiques et les problèmes en Mathématiques” en *Recherches en Didactique des Mathématiques*, nº 4 (2), pp. 173-182.

Brousseau, G. (1989): *Fundamentos de didáctica de la matemática*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Bruillard, E.; Vivet, M. (1994): “Concevoir des EIAO pour de situations claires. Approche méthodologique” en *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 14 (12), pág 128.

Bump, J. (1990): “Radical changes in class discussion using networked computers” en *Computers and the Humanities*, nº 24, pp. 1-29, 49-63.

Butler, W.; Kinneavy, J.L. (1991): “The electronic discourse community: god, meet Donald duck” en *The writing Teacher's Sourcebook*, n.3, pp. 14-40.

Carugati, F.; Gilly, M. (1993): “The multiple sides of the same tool: Cognitive development as a matter of social constructions and meanings” en *European Journal of Psychology of Education*, vol. 8 (4), pp. 345-354.

César, M. (1997): “Students interactions in the maths class” en *Proceedings of 49 CIEAEM*.

César, M. (1998): “¿Y si aprendo contigo? Interacciones entre parejas en el aula de matemáticas” en *UNO*, n. 16, pp. 11-23.

Chamorro, C. (1995): “Los procesos de aprendizaje en Matemáticas y sus consecuencias metodológicas en Primaria” en *UNO*, n. 4, pp. 87-96.

Chamorro, C. (1992): *El aprendizaje significativo en matemáticas*. Madrid: Alambra-Longman.

Chamorro, C. (1999): Proyecto Docente a Cátedra, p. 13-15, Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid.

Chevallard, Y.; Bosch, M.; Gascón, J. (1997): *Estudiar matemáticas; el eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: ICE Universidad Autónoma de Barcelona y Ed. Horsori.

Chevallard, Y. (1991): *La transposición didáctica*. Buenos Aires: Aique.

Chevallard, Y. (1992): *Integration et viabilité des objets informatiques dans l'enseignements des mathématiques*, en *L'ordinateur pour enseigner les mathématiques*, pp. 183-203. París: Cournu.

Cobos, R.; Esquivel, J.; Alamán, X. (2002): “Tools for knowledge Management: A study of the Current Sigation” en *Journal of Novótica and informatik / Informatique Special issue on Knowledge Management*, vol.3, n.1.

Cobos, R.; Esquivel, J.; Alamán, X. (2002): “Sharing Knowledge in the Net through a Collaborative System” en *Proceedings of International TERENA Networking Conference*.

Cockroft, J. (1985): *Las matemáticas si cuentan*. Madrid: MEC.

Coleman, D. (1997): *Groupware: Collaborative Strategies for Corporate LANs and Intranets*. London: Prince Hall.

Coll, C. (1997): *¿Qué es el constructivismo?*. Buenos Aires: Editorial Magisterio del Río de la Plata.

Collins, A.; Brown, J.S. (1988): “Computer as a tool for learning through reflection” en H.Mandel y A. Lesgold (Eds.): *Learning issues for intelligent tutoring systems*. New York: Spriger-Verlag.

Crook, C. (1994): *Computers and the collaborative experience of learning*. London: Routledge.

Damon, W. y Phelps, E. (1989): “Critical distinctions among three approaches to peer education”, en *International Journal of Education Research*, n° 58 (2), pp 9-19.

D’Amore, B. (1997): *Problemas. Pedagogía y Psicología de la Matemática en la actividad de resolución de problemas*. Madrid: Síntesis.

Davis, J.; Huttenlocher, D.P. (1995): "Shared annotation for cooperative learning" en *Proceedings of 1 International Conference on Computer Supported for Collaborative Learning*. Mahwah, USA: Lawrence Erlbaum Associates.

Dede, C. (1996): "Emerging technologies in distance education for business" en *Journal of Education for Business*, vol. 71, n. 4, pp. 197-204.

Derry, S.J. (1990): "Remediating academic difficulties through strategy training: the acquisition of useful knowledge" en *Remedial and Special Education RASE*, n. 8, pp. 19-31.

Dillembourg, P. (1999): *Collaborative Learning. Cognitive and Computational Approaches*. Oxford (UK): Elsevier Science Ltd.

Dillembourg, P.; Baker, M.; Blaye, A.; O'Malley, C. (1996): "The evolution of Research on Collaborative Learning" en H. Spada y P. Reimann (Eds.): *Learning in Humans and Machines*. Berlín: Elsevier.

Dillembourg, P.; Mendelsohn, P.; Schneider, D. (1994) "The distribution of pedagogical roles in a multi-agent learning environment" en R. Lewis, y P. Medelsohn (Eds.): *Lessons from Learning*. Amsterdam: North-Holland.

Doise, W.; Mugny, G.; Perret-Clermont, A. (1975): "Social interaction and the development of cognitive operations" en *European Journal of Social Psychology*, vol. 5, n.3, pp. 367-383.

Doise, W.; Mugny, G.; Perret-Clermont, A. (1976): "Social interaction and cognitive development: further evidence" en *European Journal of Social Psychology*, vol. 6, n.2, pp. 245-247.

Doise, W.; Mugny, G. (1984): *La construcción social de la inteligencia*. México: Trillas.

Douady, R. y Perrin, M. J. (1989): "Un process d'apprentissage du concept d'aire de surface plane" en *Educational Studies in Mathematics*, n° 20, p. 398

Eraut, M. (1995): "Groupwork with computers in British primary schools" en *Journal of Educational Computing Research*, n. 13, pp. 61-87.

Feldman, C. (1997): "Thought from language: The linguistic construction of cognitive representations" en *Making sense: The child's construction of the world*. London: Methuen.

Fletcher-Flinn, C.M.; Gravatt, B. (1995): "The efficacy of computer assisted instruction (CAI): A meta-analysis" en *Journal of Educational Computing Research*, n. 12, pp. 219-241.

Fishman, B.J.;Gómez, L.M. (1997): "How activities foster CMC tool use in classrooms" en *Proceedings of II International Conference on Computer Support for Collaborative Learning '97*, pp. 37-44.

Galvis, P. (2001): *Educación para el siglo XXI apoyada en ambientes interactivos, lúdicos, creativos y colaborativos*.

<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/ribie/cong> [Consulta: Junio 2001]

García, E. (1992): “Resolución de problemas y desarrollo de capacidades” en *UNO*, n° 5, pp. 15-25.

García, J.; Martínón, A. (1998): “Interacción y construcción significativa del conocimiento: notas teóricas y una práctica educativa” en *UNO*, n. 16, pp. 85-100.

García, J. (2002): “Resolución de problemas y desarrollo de capacidades” en *UNO*, n.29, pp. 20-37. Barcelona: Graó.

Gates, W. (1995): *The Road Ahead*. New York: Penguin Group.

Gavilán, P. (1999): “El aprendizaje cooperativo: desde las matemáticas también es posible educar en valores” en *UNO*, n.13, pp. 81-94. Barcelona: Graó.

Gavilán, P. (2002): “Trabajo cooperativo en el aula de matemáticas” en *UNO*, n.31, pp. 116-123. Barcelona: Graó.

Gettys, T. (1997) <http://www.teleport.com/~tpgettys/poly.html>
[Consulta: agosto de 2002]

Godino, J. (2002): “La competencia y la comprensión matemáticas: ¿qué y cómo se consiguen?” en *UNO*, n. 29, pp. 9-19.

Godino, J. (2000): “Significado y comprensión en matemáticas” en *UNO*, n. 25, pp. 77-87.

Godino, J. (1992): “La formación matemática y didáctica de maestros como campo de acción e investigación para la didáctica de las matemáticas: El proyecto Edumat-Maestros” en M.C. Penalva, G. Torregrosa, J. Valls (Eds.): *Influencia de la didáctica de las matemáticas a los distintos perfiles profesionales*. Alicante: Universidad de Alicante.

Goldberg, M.; Salari, S. (1997): “An update on WebCT, a tool for the creation of sophisticated web-based learning environments” en *Proceedings of NAUWeb '97*.

Gómez, L.; Gordin, D.; Carlson, P. (1995). “A case study of open-ended scientific inquiry in a technology supported classroom” en *Proceedings of VII World Conference on Artificial Intelligence in Education*, pp. 17-24.

Gruding, J. (1991): “Obstacles to user involvement in software product development, with implications for CSCW” en *International Journal of Man-Machine Studies*, n.3, pp. 435-452.

Grupo La X (2000): “Trabajo cooperativo en clase de Matemáticas” en A. Gámez; C. Macías; C. Suárez (eds.): *Matemáticos y Matemáticas para el tercer milenio*. IX Congreso sobre enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas Thales, pp. 261-264.

Hart, G. (1997) <http://www.li.net/~george/virtual-polyhedra/polygons.html>
[Consulta: Septiembre 2002]

Harashim, L. (1994): “Computer Networking for Education” en T. Husen y T.N. Postlethwaite (Eds.): *The International Encyclopedia of Education*, 2nd edition. Oxford: Pergamon Press.

Harashim, L.; Hiltz, R.; Teles, L.; Turoff, M. (1995): *Learning Networks: A field guide to teaching and learning online*. Cambridge: MIT Press.

Harris, J. (1995): “Organizing and Facilitating Telecollaborative Projects” en *The Computing Teacher*, vol. 22. cap. 5.

Hawisher, G.E.; Selfe, C.L. (1991): “The rhetoric of technology and the electronic writing class” en *College-Composition and Communication*, nº 42 (1), pp. 55-65.

Hiltz, S.R.; Turoff, M. (1993): *The Network Nation: Human Communication via Computer*. Cambridge: MIT Press..

Hoffman, P. (2001): *El hombre que sólo amaba a los números*. Barcelona: Granica.

Hofstadler, D.R. (1989): *Godel, Escher, Bach..* Barcelona: Tusquets.

Holt, J. (1977). El fracaso de la escuela. Madrid: Alianza Editorial.

Hopper, S.; Temiyakarn, C. (1993): “The effects of cooperative learning and learner control on high and low achievers” en *Proceedings of Selected research and Development (Association for Educational communications and technology)*

Isemberg, R. (1992): “Social skills at the computer” en *Cooperative Learning Newsletter*, nº 2, pp. 1-2.

Järvelä, S.(1996): “New models of teacher-student interaction: a critical review” en *European Journal of Psychology of Education*, nº 6, pp. 246-268.

Järvelä, S.; Bonk, C.J.; Lehtinen, E.; Hámáláinen, S.(1998): “Turning towards join task: goal oriented teacher-student interaction and reciprocal understanding in technology-based environments” en *European Journal of Psychology of Education*, n. 7, pp. 279-288

Johnson, C. (2001): “Aprendizaje colaborativo” referencia virtual del Instituto Tecnológico de Monterrey. Méjico.

<http://campus.gda.itesm.mx/cite> [Consulta: Julio 2001]

Johnson, D.W.; Johnson, R.T.; Holubec, E.J. (1999): El aprendizaje cooperativo en el aula. Barcelona: Paidós.

Johnson, D.W.; Johnson, R.T. (1994): Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning. Boston: Allyn&Bacon.

Kagan, S. (1985): Cooperative Learning. California: Resources for teachers, Inc.

<http://www.kagancooplearn.com/> [Consulta: Julio 2001]

Katz, S.; Lesgold, A. (1993): “Collaborative problem-solving and reflection in Sherlock II” en *Proceedings of Collaborative Problem Solving: Theoretical frameworks and Innovative Systems*.

Khalili, A.; Shashaani, L. (1994): “The effectiveness of computer applications: a meta-analysis” en *Journal of Research on Computing in Education*, n. 27 (1), pp. 48-63.

Kiely, T. (1993): “Learning to share” en *CIO*, vol 6, pp. 38-44.

Knott, R. (1997)

<http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/phiGeomTrig.html>

[Consulta: Julio 2002]

Kreuger, L.W.; Karger, H.; Barwick, K. (1989): “A critical look at children and micro-computers: Some phenomenological observations” en J.T.Pardeck y J. W. Murphy (Eds.): *Microcomputers in early childhood education*. New York : Gordon & Breach..

Kulik, C.; Kulik, J. (1994): “Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction” en E.L. Baker y H.F. O’Neill (Eds.): *Technology Assessment in Education and Training*. New York : Lea Publishers.

Laborde, C. (1994): “Working in Small Groups: a Learning Situation?” en R. Biehler (eds.): *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Lakatos, I. (1978): Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático. Madrid: Alianza.

Lamon, M.; Secules, T.; Petrosino, A.; Bransford, J.; Goldman, S. (1996): “Schools for thought: overview of the project and lessons learned from one of the sites” en L. Schauble y R. Glaser (Eds.): *Innovations in learning. New environments for education*. Mahwah. USA: Erlbaum.

Lehtinen, E.; Rui, E. (1996): “Computer supported complex learning: An environment for learning experimental method and statistical interface” en *Machine Mediated Learning*, vol. 5, pp. 149-175.

Lehtinen, E.; Hämäläinen, S.; Mälkönen, E. (1998): “Learning experimental research methodology and statistical interface in a computer environment”, en *Proceedings VII Conference for Research on Learning and Instruction*.

Lopes, J. (1998): “Gestión de interacciones y producción de conocimiento matemático en un día a día lakatosiano” en *UNO*, n. 16, pp. 25-37.

Lucena, R.; Marchesi, A. (2002): La valoración del fracaso escolar por los alumnos que no terminan la educación obligatoria. Madrid: Fundación para la Modernización de España

Lucena, R.; Marchesi, A. (2002): Los valores del alumnado de Educación Secundaria de la Comunidad de Madrid. Madrid: Fundación Hogar del Empleado.

Marshall, E.M. (1995): "The collaborative workplace" en *Management Review*, n. 23, pp. 13-17.

McConnell, D. (1994): "Managing open learning in computer supported collaborative learning environments" en *Studies in higher education*, n. 19, pp. 341-358.

Medrano, C. (1995): "La interacción entre compañeros: el conflicto socio-cognitivo, el aprendizaje cooperativo y la tutoría entre iguales" en *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, nº 23, pp. 177-186.

Mevarech, Z.R.; Silber, O.; Fine, D. (1991): "Learning with computers in small groups: Cognitive and affective outcomes" en *Journal of Educational Computing Research*, nº 7, pp. 233-243.

Miller, C.J.; Castellanos, J. (1996): "Use of technology for science and mathematics collaborative learning" en *Schools Science and Mathematics*, vol. 96, pp. 58-62.

Monereo, C. y Durán, D. (2002): Métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo. Barcelona: Edebé.

Murillo, J. (2001): Un entorno interactivo de aprendizaje con Cabré actividades, aplicado a la enseñanza de la Geometría en la ESO.

<http://www.blues.uab.es/~ipdmc/Murillo/indice.htm> [Consulta: Agosto 2002]

Murillo, J.; Martín, F.; Fortuny, J. (2000): El aprendizaje colaborativo y la demostración matemática.

<http://www.uv.es/~didmat/angel/archivos/seiem/MartinMurilloF02.pdf>
[Consulta: Agosto 2002]

N.C.T.M. (1990): Sugerencias para resolver problemas. Méjico: Trillas.

N.C.T.M. (2000): Principles and standards for school mathematics. Edición electrónica en <http://standards.nctm.org/> [Consulta: junio 2001]

Newman, D.R.; Jonson, C.; Webb, B.; Cochrane, C. (1997): “Evaluating the Quality of Learning in Computer Supported Co-operative Learning” en *Journal of the American Society for Information Science*, n. 48, cap. 6, pp. 484-495.

Nunes, T.; Light, P.; Mason, J. (1993); “Tools for thought; the measurement of length and area” en *Learning and Instruction*, vol. 3, n. 1, pp. 39-54.

Orlikowski, W. (1992): "Learning from Notes: organizational issues in groupware implementation" en *Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp. 362-368.

Ovejero, A. 1990. El aprendizaje colaborativo. Una alternativa eficaz a la enseñanza tradicional. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias.

Papert, S. (1995): *La máquina de los niños*. Madrid: Paidós.

Papert, S. (1984): *Desafío a la mente*. Buenos Aires: Galápagos.

Pea, R.D. (1994): "Distributed multimedia learning environments for transformative communications" en *Journal of the Learning Sciences*, vol. 3, cap. 3, pp. 283-298.

Pea, R.D.; Edelson, E.; Gómez, L. (1994): "Distributed collaborative science learning using scientific visualization and wideband telecommunications" in *Proceedings of 16th Meeting of the American Association for the Advancement of Science*.

Perret-Clermont, A.N. (1984): *La construcción de la inteligencia en la interacción social*. Madrid: Visor Aprendizaje.

Pesty, S.; Webber, C.; Balacheff, N; Baghera (2001): “Une architecture multi-agents pour l'apprentissage humain.” en *Agents Logiciels, Cooperation, Apprentissage et Activité Humaine* . Biarritz, France: .

Piaget, J. (1978): La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo. Madrid: Siglo XXI.

Polya, G. (1981): *Mathematical Discovery. On understanding, learning and teaching problem solving*. New York: Wiley and Sons. Inc.

Prescott, A. (2001): “Trabajo colaborativo asistido por computador”. Referencia virtual del Instituto Tecnológico de Monterrey. Méjico.

<http://campus.gda.itesm.mx/cite> [Consulta: Julio 2001]

Ramírez, A. (2002): “El conocimiento: una creación colectiva” en *UNO*, n. 29, pp. 39-54.

Ramírez, A.; Usón, C. (1998). Variaciones sobre el mismo tema. Una cita con la creatividad de clase de matemáticas. Granada: Proyecto Sur Ediciones.

Reusser, K. (1996): “From cognitive Modelling to the Design of pedagogical tools” en S. Vosniadoy y E. De Corte (Eds.): *International perspectives on the design of Technology-Supported learning Environments*. Mahwah (USA): Lawrence Erlbaum Associates.

Romero, A.(2001): “Sistema colaborativo para el apoyo electrónico a reuniones”. Edición electrónica: <http://www2.puc.cl/~group/sisco/indice.html> [Consulta: Agosto 2002]

Roschelle, J.(1992): “Learning by collaborating: Convergent conceptual change” en *Journal of Learning Sciences*, n. 2, pp. 236-256.

Rué, J. (1998): “El aula: un espacio para la colaboración” en C. Mir (coord.): *Cooperar en la escuela. La responsabilidad de educar para la democracia*. Barcelona: Graó.

Ruiz, L. (2001): “La invisibilidad institucional de los objetos matemáticos. Su incidencia en el aprendizaje de los alumnos” en M.C. Chamorro (coord.): *Dificultades del aprendizaje de las matemáticas*.

Rysavy, S.D.M.; Sales, G.C.(1991): “Cooperative learning in computer based instruction” en *Educational Technology, Research and Development*, n. 39, pp. 70-79.

Sampedro, J. (2002): “Condenados a cooperar” en *El País* 11 de agosto de 2002, pp 27.

Scardamalia, M.; Bereiter, C.(1991): “Higher levels fo agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media” en *Journal of the Learning Sciences*, n.1, pp. 37-68.

Scardamalia, M.; Bereiter, C.(1993): “Technologies for knowledge-building discourse” en *Proceedings of the ACM*, pp. 37-41.

Scardamalia, M.; Bereiter, C.(1994): “Computer support for knowledge-building communities” en *Journal of the Learning Sciences*, n.3, pp. 265-283.

Scardamalia, M.; Bereiter, C.(1996): “Adaptation and understanding: A case for new cultures of schooling” en S. Vosniadou, E. De Corte, R. Glaser y H. Mandl (Eds.): *International perspectives on the psychological foundations of technology-based learning environments*. Mahwah (USA): Lawrence Erlbaum.

Serrano, J.M. (1997): *Aprendizaje cooperativo en el aula de matemáticas*. Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

Sfar, A. (1998): “On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one” en *Educational Researcher*, n. 27 (2), pp. 4-13.

Shoenfeld, A. (1985): *Mathematical problem solving*. Florida: Academic Press.

Slavin, R. (1991): “Synthesis of Research on Cooperative Learning” en *Educational Leadership*, vol. 48, No.5, pp. 71-82

Slavin, R. (1997): *Cooperative Learning: Theory research and practice*. Boston: Ally&Bacon.

Stenberg, R.; Wagner, R. (1994): *Mind in contest; interactionist perspectives on human intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.

Sutton, S.A.(1996): “Planning for the Twenty-First Century: The California State University” en *Journal of the American Society for Information Science*, n. 47, pp. 821-825.

Suzuki, H.; Hiroshi, K. (1997): “Identity formation/transformation as the process of collaborative learning through Algo Arena” en *Proceedings of II International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*, pp. 280-288.

Terwell, J.; Herfs, P.; Mertens, E.; Perrenet, J.C. (1998): “Aprendizaje cooperativo y enseñanza adaptativa en un currículo de Matemáticas” en *Revista de Estudios de Currículo*, vol.1, n.4, pp. 137-162.

Tuomisto, A. (1994): “Computer Supported Work: A perspective” en *Proceedings of the 17th IRIS Conference (Information systems Research seminar In Scandinavia)*, pp. 543-552.

Vandenbosch. B.; Ginzberg, M.J. (1997): “Lotus Notes and collaboration: Plus change” en *Journal of Management Information Systems*, n. 13, pp. 65-82.

Vosniadou, S.; De Corte, E.; Glaster, R.; Mandl, H. (1996): *International perspectives on the psychological foundations of technology-based learning environments*. Hillsdale (USA): Lawrence Erlbaum.

Vergnaud, G. (1996): *Didactique des mathématiques*. Lausanne: Delachaux et Niestlé.

Wistedt, I. (1994): “Everyday common sense and school mathematics” en *European Journal of Psychology of Education*, vol. 9, n.1, pp. 139-147.

Webber, C., Pesty, S. (2002): “A two-level multi-agent architecture for a distance learning environment” en E.de Barros Costa(Ed.): *ITS 2002/Workshop on Architectures and Methodologies for Building Agent-based Learning Environments*. Spain/France: ITS.

Webber, C., Pesty, S.; Balacheff, N.(2002): “A multi-agent and emergent approach to learner modelling” en F. van Harmelen (Ed.): *Proceedings of the 15th European Conference on Artificial Intelligence*. Amsterdam: IOS Press.

Webber, C., Bergia, L., Pesty, S., Balacheff, N. (2001): “The Baghera project: a multi-agent architecture for human learning” en *Proceedings of the Workshop Multi-Agent Architectures for Distributed Learning Environments, AIED2001*, pp. 12-17.

Yackel, E. (1996): “Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics” en *Journal for Research in Mathematics Education*, n. 27, pp. 458-447.

