proyecto, cada grupo tuvo que repetir el proceso completo, apoyándose en *software* matemático (MAXIMA, SAGE y OpenOffice Calc) pero con un depósito distinto, construyendo así su propio reloj de agua, acompañado del correspondiente informe científico-técnico del fenómeno de vaciado. ¡Su presentación en el centro está prevista para el 12 de mayo, Día Escolar de las Matemáticas!

8.6. Un paseo por el proyecto Tunguska

Tal y como hemos apreciado en el análisis anterior, se puede generar proyectos muy interesantes a partir del modelado de fenómenos físicos reales... Pero hay otro campo muy rico listo para ser explotado por el profesorado de matemáticas: las aventuras guiadas.

En este apartado nos acercaremos al proyecto Tunguska, diseñado a partir de las películas de ciencia ficción *Armageddon* (Michael Bay, 1998) y *Deep Impact* (Mimi Leder, 1998).

8.6.1. Proyecto Tunguska: la amenaza espacial

Paula J. B., licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad de la Laguna, de 26 años, dedica sus esfuerzos a la elaboración de su tesis doctoral *Tunguska: ¿estamos preparados para algo similar*? Desde pequeña le obsesiona la Astronomía y el hecho de que algo parecido a lo que ocurrió en Siberia, en 1908, pueda volver a ocurrir. En este proyecto la acompañaremos en su investigación... ¿Listos para la aventura?

Fase 1

Paula, como buena investigadora, empieza recopilando información y familiarizándose con el problema...

P1. [...] Sentada en su escritorio de trabajo, revisa miles y miles de hojas sobre el *evento*. De entre todos ellos, ha marcado un párrafo de un artículo. Anota o señala los datos que consideres de interés:

Tunguska, 1908

[...] El bólido, de unos 80 metros de diámetro y probablemente rocoso, detonó en el aire. La explosión fue detectada por numerosas estaciones sismográficas y hasta por una estación barográfica en el Reino Unido debido a las fluctuaciones en la presión atmosférica que produjo. Incendió y derribó árboles en un área de 2.150 km^2, rompiendo ventanas y haciendo caer a la gente al suelo a 400 km de distancia. Durante varios días, las noches eran tan brillantes en partes de Rusia y Europa que se podía leer sin luz artificial. En los Estados Unidos, los observatorios del Monte Wilson y el Astrofísico del Smithsonian observaron una reducción en la transparencia atmosférica de varios meses de duración, en lo que se considera el primer indicio de efecto invernadero asociado a explosiones de alta potencia. La energía liberada se ha establecido, mediante el estudio del área de aniquilación, en aproximadamente 10 ó 15 megatones (unas 1.000 veces la bomba de Hiroshima). Si hubiese explotado sobre zona habitada, se habría producido una masacre de enormes dimensiones. Según testimonios de la población Tungus (la etnia local) que lo vio caer, «brillaba como el Sol...». El primer investigador en llegar a la zona fue el mineralogista Leonid A. Kulik, en 1927, y no encontró ningún cráter, pero sí el epicentro de la explosión, gracias la distribución radial de los cadáveres de más de 10 millones de árboles. A raíz de que el escritor Alexandr Kazantsev identificó en dos cuentos de ciencia ficción en 1946 el suceso con accidente de una nave alienígena, algunos ufólogos abrazaron esa idea...

(Fuente: Wikipedia)

P2. Dibuja una superficie rectangular de área equivalente a la afectada en Tunguska. Para ello, realiza la suposición de que la base es de 70 km. ¿Cuánto mediría el perímetro de ese rectángulo? Dibújalo a escala 1:1000000.

P3. Suponiendo que la zona afectada tuviera forma circular...

a) Calcula el radio y el perímetro.

b) Dibújalo a escala 1:500000.

c) Si un helicóptero ruso *Mil Mi28* recorriera el perímetro a velocidad de crucero, ¿cuántos minutos tardaría en completar una vuelta?

d) Si el centro del círculo estuviera en el IES Valsequillo (C/ Maestro José Santana, 4), ¿llegaría a la Playa de Salinetas? ¿Y al Aeropuerto? ¿Y si estuviera en el IES Joaquín Artiles? ¿Llegaría a la Playa de Arinaga? [puedes usar Google Maps para averiguarlo: http://maps.google.es/].

FIGURA 8.19: **Valsequillo en Google Maps**

Fase 2

Empieza la aventura. Paula ha conseguido que el Departamento de Física Aplicada cubra los gastos de desplazamiento a Tunguska. Ha llegado el momento de ver ese fantasmagórico lugar... Tras un largo viaje desde el Aeropuerto de Tenerife Norte, a Moscú, debe hacer aún varios trayectos hasta llegar a la estación sismográfica Alfa 23; allí le espera su último paso a Tunguska.

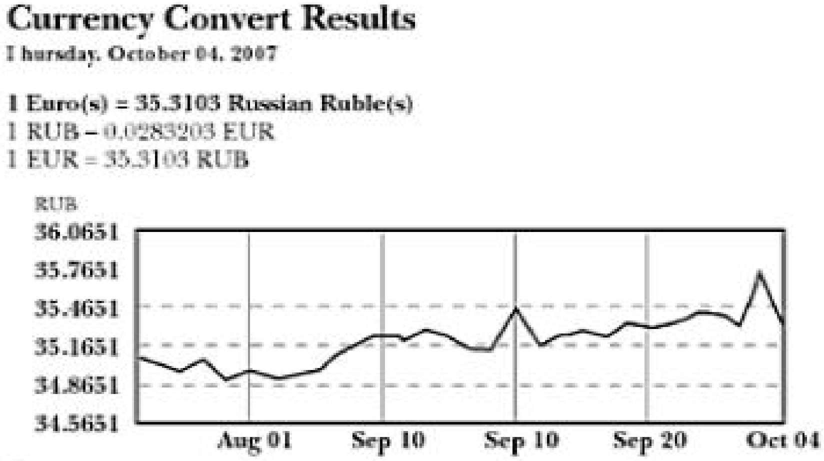
P9. Sabiendo que la estación sismográfica Alfa 23 se encuentra a 760 millas internacionales del lugar de impacto/evento, calcula la distancia en kilómetros.

P10. Calcula el tiempo que tardaría un avión Cessna 310 en recorrer la distancia anterior. ¿Cuál es la autonomía de ese avión? ¿Puede realmente recorrer esa distancia?

[...]

P20. De los días marcados en el gráfico 8.1, ¿cuál hubiera sido el menos afortunado para cambiar euros por rublos? Estima lo más precisamente que puedas el cambio obtenido... ¿Cuáles hubieran sido los resultados de la pregunta anterior si hubiéramos tomado como fecha el 18 de septiembre?

GRÁFICO 8.1: **Relación rublo-euro**



[...]

Fase 3

Paula ha llegado a Tunguska. La zona es extraña, misteriosa... Han pasado muchos años desde que ocurrió el desastre, pero las plantas y animales parecen tener miedo aún. Hay más grupos operando en la zona; desde el aire se pueden apreciar claras huellas de trenes de aterrizaje de otros aviones...

[...]

P24. Al aterrizar, montan el campamento base cerca de la famosa Colina Gris. Paula decide transmitir un mensaje a la estación Alfa 23.

Para ello usará un método de cifrado polinómico, una versión muy simplificada de los actuales sistemas de cifrado RSA. ¿En qué consiste el método de cifrado polinómico? Veamos... Lo primero es asociar a cada letra del alfabeto un número natural (y a los símbolos especiales).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		,	.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

A continuación, dada la palabra para cifrar, TUNGUSKA, por ejemplo, se le aplica una transformación polinómica secreta que sólo debe conocer el emisor y el receptor del mensaje a cada una de las letras ($P(x,i)=x^3+i$, por ejemplo, donde i va secuencialmente de 1 a 4). Así, el proceso de cifrado del texto anterior sería:

T $\rightarrow$ $P(21,1) = 21^3+1 = 9262$; U $\rightarrow$ $P(22,2) = 22^3+2 = 10650$; N $\rightarrow$ $P(14,3) = 14^3+3 = 2747$; G $\rightarrow$ $P(7,4) = 7^3+4 = 347$; U $\rightarrow$ $P(22,1) = 22^3+1 = 10649$; S $\rightarrow$ $P(20,2) = 20^3+2 = 8002$; K $\rightarrow$ $P(11,3) = 11^3+3 = 1334$; A $\rightarrow$ $P(1,4) = 1^3+4 = 5$

¡La matemática es la base de la criptografía!

Por lo que Tunguska equivale a 09262 10650 02747 00347 10649 08002 01334 00005, lo cual puede convertirse en 092621065002747003471064908002013340000 5. ¿Qué ventaja tendría esta forma de escribirlo?

a) Paula desea transmitir el mensaje («Todo bien. Colina Gris»). Cífralo.

El *software* MÁXIMA puede ayudar. Prueba a poner:

P(x,i) := x^3 + i

P(21,1)

Te devolverá el valor 9262.

b) ¿Cuál sería la fórmula de descifrado? Considera la fórmula original como $P = x^3 + i$.

c) Aplicando la fórmula anterior, descifra el mensaje: 08001000030001104100092620000301003001 29.

d) El método tiene un punto débil que puede ser mejorado (que no resuelto) si reordenamos la tabla inicial. ¿Por qué?

¡Bienvenido a la mente del *hacker!*

Ejemplo:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		,	.
21	9	17	6	16	8	22	7	15	29	30	18	28	10	19	24	11	23	20	4	5	26	27	3	13	25	1	14	2	12

Nota: Se dice que P(x,i) es una función multivariable, ya que depende de dos variables: x e i.

[...]

P30. Tenemos poco tiempo. Ya han pasado tres horas y debemos afinar los cálculos para eliminar al asteroide Tunguska 2. Sabiendo que el misil se debe activar en vuelo, 10 minutos antes del impacto, calcula cómo se debe programar el misil para destruir a ese monstruo.

[...]

La tarea fundamental:

P32. Escribe una carta al JPL de la NASA, Departamento de Near Earth Objects Program, indicando el grave peligro que corremos si no actuamos con celeridad. Explica minuciosamente dónde está, a qué velocidad se acerca, cuál será el lugar de impacto y qué debemos hacer para destruirlo. ¡Usa todas las herramientas que conozcas para redactar un informe contundente (gráficos, tablas, imágenes...)! ¿Te atreves a escribirla en inglés?

Near Earth Objects Program
Jet Propulsion Laboratory
4800 Oak Grove Drive
Pasadena, California 91109
[...]

8.7. Un paseo por el proyecto Cannonbasket

Llega el turno de uno de nuestros primeros proyectos, una magnífica oportunidad de disfrutar con la matemática, la tecnología (Bolt, 1991) y el deporte.

¿Conoces un deporte llamado CannonBasket? ¿Has construido alguna vez un cañón de pelotas de tenis con material reciclado (madera, PVC, motores de bombas de agua, ruedas de un carrito de bebé...)? ¿Sabes qué factores influyen en el lanzamiento de una pelota? ¿Te atreves a jugar?

FIGURA 8.20: **Construcción de cañón de pelotas de tenis**

Fase 1

Observa atentamente el fenómeno. Identifica las variables del mismo.

P1. Antes de empezar, piensa:

— ¿Qué variables pueden influir en cada lanzamiento? ¿De qué depende que una pelota caiga más lejos o más cerca?

— ¿Podemos controlar todos los factores?

— ¿Con qué ángulo se alcanzará la distancia máxima? ¿Si no modificáramos el ángulo, dónde deberían caer las pelotas?

Fase 2

¿Has identificado las variables involucradas? Diseña un experimento para recoger datos. Manipula sólo una de las variables (variable independiente) y observa el efecto (variable dependiente). Si hubiera diferentes variables susceptibles de variación, manipula sólo una de ellas y deja fijas el resto (variables de control).

[...]

P2. Comenzaremos nuestro estudio con una sesión de lanzamientos. Efectúa varios disparos para distintos ángulos, desde 0º a 90º, y marca cada uno de los impactos con pequeñas pegatinas numeradas. Mide cuidadosamente las distancias alcanzadas y rellena la tabla que hayas diseñado. Durante el proceso, observa y anota todo lo que creas de interés. Recuerda que observar no es lo mismo que mirar. ¿Cuál ha sido la variable independiente? ¿Y la dependiente? ¿Y las de control?

Comentario: a continuación mostramos una de las tablas creadas por uno de los grupos... ¡Son ellos los que deben diseñar el experimento! Esta parte del proyecto se realizó como una actividad complementaria, de dos horas de duración, en la que se contó, además, con la participación del profesor Francisco Javier Bartolomé Gil (Física y Química).

CUADRO 8.6: **Plantilla de recogida de datos**

N.º de lanzamiento	Ángulo	D1	D2	D3	D4
	0				
	5				
	...				
	90				

[...]

P5. Dado un ángulo de disparo, ¿varían mucho las distancias alcanzadas D1, D2, D3 y D4? ¿A qué crees que se debe? ¿Qué medida podemos usar para cuantificar la variabilidad de las medidas D1, D2, D3 y D4? ¿Y para representar a cada ráfaga? Debate tus ideas con tus compañeros/as. Tras llegar a un consenso, rellena las últimas columnas de la tabla anterior.

Comentario: la distancia máxima, 23,15 metros, se obtenía con un ángulo de lanzamiento de 45º, obviamente. La variabilidad de la distancia alcanzada, dentro de una misma ráfaga (mismo ángulo), dependía del ángulo de disparo, ya que, conforme mayor era este, más afectaba el viento a la trayectoria de la pelota (debido a la especial configuración de la cancha donde se realizó el experimento). Las medidas usadas fueron la media y la desviación típica, pero tuvieron que investigar primero.

FIGURA 8.21: **Obteniendo datos I**

FIGURA 8.22: **Obteniendo datos II**

[...]

P11. ¿Con cuál te quedas, con el modelo cuadrático o con el modelo sinusoidal?

Fase 5

Comprueba la bondad del modelo matemático. Aplícalo. ¿Podemos darlo por correcto? ¿Es necesario volver a tomar datos y reiniciar el proceso?

P12. Efectúa lanzamientos para ángulos no probados y comprueba hasta qué punto las medidas reales se ajustan a los resultados teóricos proporcionados por el modelo anterior. Anota los resultados en la siguiente tabla:

CUADRO 8.7: **Comprobando el modelo**

N.º de lanzamiento	Ángulo	Distancia teórica	Distancia real	Error
...	...	...	Media	
...	...	...	Desviación típica	

P13. Que empiece la partida... Coloca la canasta a cierta distancia del lanzador. ¿Se te ocurre cómo estimar el ángulo de tiro a partir del modelo matemático anterior? Rellena la siguiente tabla:

CUADRO 8.8: **Obteniendo el ángulo**

N.ºde lanzamiento	Distancia real a la canasta	Ángulo estimado	Distancia de impacto	Error
...	...	...		
...	...	...		

8.8. ¿Y qué opina el alumnado?

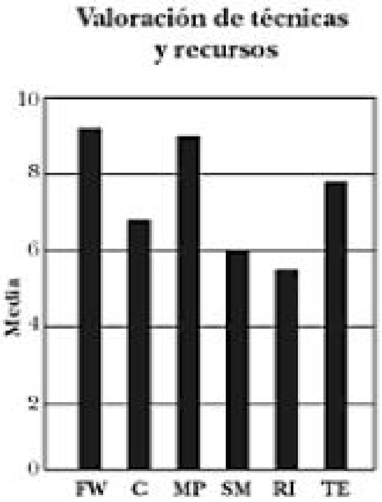
A continuación mostramos los resultados de un sondeo realizado en febrero de 2008:

1. Valora, del 1 al 10, la importancia que ha tenido cada una de las siguientes técnicas o recursos en la mejora de la calidad de tus aprendizajes:

CUADRO 8.9: **Tabla de valoración de técnicas y recursos**

Técnica, método o recurso		Puntuación media
Foros y wikis Moodle	FW	9,2
Cuestionarios Moodle	C	6,8
Metodología por proyectos o problemas complejos	MP	9
Software matemático específico	SM	6
Recursos de internet (Flash, Descartes...)	RI	5,5
Trabajo en equipo (en clase)	TE	7,8

GRÁFICO 8.2: **Diagrama de valoración de técnicas y recursos**



2. ¿Cuál es la principal desventaja de esta forma de aprender matemáticas?

CUADRO 8.10: **Tabla de desventajas**

Desventaja		%
Problemas ocasionales de comunicación con miembros del equipo	COM	27%
Mayor cantidad de trabajo y estudio	TRA	15%
Cuesta acostumbrarse a esta nueva forma de trabajar (leer, buscar, investigar, decidir...)	COS	31%
Dificultad en el uso de Moodle, LaTeX y del resto de aplicaciones informáticas	SOF	12%
No tengo acceso a internet o he tardado	INT	15%

GRÁFICO 8.3: **Diagrama de desventajas**

Carta de una alumna:

[...] Es cierto que muchos de nosotros llegamos a decir: ¡odio las mates, no las entiendo, son un tostón!, ¡cómo me cuestan!, ¡no se me dan nada bien! ¿Para qué quiero saber esto?, o cosas similares. Personalmente, a mí me ha ocurrido. Este año, todo ha sido diferente para mí y, por comentarios, también para mis compañeros. Por primera vez, hemos tenido la experiencia de aprender pensando por nosotros mismos, utilizando la lógica y nuestras propias capacidades ante el problema, y luego mejorar «nuestros» métodos o sustituirlos en ciertos casos por métodos más sofisticados, «más matemáticos» que nos muestra el profesor. Las matemáticas son algo del día a día, de qué nos serviría aprender a usarlas si no sabemos cómo aplicarlas a nuestro oficio y en definitiva a nuestra vida. La forma de dar las mates mediante foros, donde puedes preguntar tus dudas no sólo al profesor sino a tus compañeros, uniendo nuestras capacidades y ayudándonos mutuamente, formando un gran grupo que desarrolla la actividad mediante sus posibilidades, es algo enriquecedor. Tenemos foros de todo tipo, desde los de dudas y comentarios, hasta esos en los que expones los resultados de tus problemas y comparas. Este uso de foros nos ha hecho aprender a crecer en las matemáticas, a usar nuestra mente y abrirnos a la tecnología, además de tener al alcance una ayuda en cualquier momento, cosa que no podíamos permitirnos años atrás, cuando, al tener cualquier tipo de duda, debías esperarte al día siguiente a preguntársela al profesor y quizá, podrías olvidarte de esa duda, quedándote con la inquietud y la intriga.

Además, por si no fuera poco, ahora las mates son como un juego, un juego real que está en tus manos. Hemos comprobado que podemos aplicar las matemáticas en cualquier cosa que nos propongamos. Hemos llevado a cabo proyectos en los que se aprenden y realizan problemas desde la velocidad con que se transmite un virus o descifrando y cifrando mensajes, hasta la rapidez con que sale el agua de un recipiente, midiendo su volumen, densidad del líquido, capacidad en litros, etc. No nos hemos limitado a coger un papel y bolígrafo haciendo cálculos «previstos» de antemano, como es lo normal en esta asignatura, sino que hemos utilizado nuestras manos para moldear la realidad a la que en un futuro nos enfrentaremos. Tenemos que ser conscientes de que, seamos o no matemáticos, esta ciencia estará presente en nuestras vidas día tras día.

Controlamos cosas que hasta hace unos meses, yo misma, jamás pensaba controlar en tan poco tiempo y mucho menos con estos resultados sorprendentes. Las mates no sólo son números y fórmulas, también es tecnología (uso de hojas de cálculo, vídeos con explicaciones), avance (uso de lenguajes en la red: Latex), lógica y realidad (problemas con cosas reales, exposiciones, comparaciones...), etc. Cuando aprendes esto por ti mismo y luego ves que es correcto (después de haberlo hecho tú solo y con proyectos), es cuando dices: «¡Lo hice!, lo hice por mí mismo, lo he comprendido perfectamente y además ahora puedo mejorar su realización con métodos más "sofisticados"».

Gracias, profe, es algo difícil de creer para mí que incluso sepa hacer 2 ó 3 ejercicios de PAU, ¡ja,ja!, algo increíble...

Carla Cabrera Suárez, 4.º A

8.9. Conclusiones y resultados

El trabajo, aunque duro, ha merecido la pena. La respuesta del alumnado ha sido increíble, así como las consecuencias generales en la vida del centro y en el trabajo de mis compañeros y compañeras... Lo que empezó siendo un sueño personal se ha ido filtrando a la realidad de muchos profesores y profesoras de la zona (y de más allá). ¡La realidad en el aula de matemáticas es tan distinta a la vivida hace años! Como dicen ellos mismos: «Este ha sido el año en que más matemáticas hemos aprendido, profe... ¿Nos dará clase el año que viene?». Lo que a veces no he dicho es que, además, ha sido el año en que más he disfrutado como profesor de Matemáticas... y sólo pienso en todo lo que queda por hacer...: proyectos que ahora no son más que un boceto, madres y padres que se ofrecen a colaborar en la creación de nuevos proyectos, compañeros y compañeras que no se terminan de creer las posibilidades de las TIC y de la metodología por proyectos o que lo ven lejano y, sobre todo, complicado; o compañeros/as que ya están absolutamente enganchados al tren del cambio metodológico y desean dar el gran paso del trabajo interdisciplinar en Educación Secundaria... ¡Hay tanto por hacer! ¡Tanto por compartir! ¡Tanto por aprender! Sólo espero haber sido capaz de transmitir lo que he vivido en estos últimos años:

— La metodología por proyectos y problemas (ABP) nos proporciona el cambio clave en nuestro quehacer diario en el aula de Matemáticas. Ya sean proyectos de análisis de fenómenos o procesos (Clepsidra, AgroMAT...), proyectos de aventuras guiadas (Tunguska, ViruX...), proyectos de construcción de mecanismos (TopoGIC, CannonBasket...) la actividad en el aula debe estar guiada por una situación problemática real o simulada y los contenidos deben ser introducidos cuando sean necesarios y siempre de forma coordinada con el fin de realizar el proyecto.
— La integración de disciplinas es fundamental para adquirir una visión global de las Matemáticas, las Ciencias y la Tecnología. En este sentido, la ABP es una pieza clave.
— Las TIC pueden ayudar enormemente tanto como soporte del trabajo colaborativo y cooperativo con wikis y foros (y blogs si no disponemos de Moodle), como un mecanismo eficiente de atención a la diversidad.
— El *software* libre específico de matemáticas (MAXIMA, SAGE...) y el genérico de ofimática (OpenOffice) puede integrarse en el aula tal y como lo haría en un entorno real de investigación o de trabajo científicomatemático.

Por tanto, no se hace un uso académico del mismo sino que se reproduce su uso real, lo cual es un detalle que tener muy en cuenta.

— Los materiales manipulables o, simplemente, los objetos reales deben estar presentes en el aula. El profesorado de idiomas habla de *Realia* para referirse a esta misma idea... El alumnado debe medir, comprobar, experimentar... y, posteriormente, construir modelos matemáticos y extraer conclusiones.
— El alumnado debe percibir claramente la utilidad de los aprendizajes. ¿Qué mejor mecanismo que realizar proyec-

tos en colaboración con entidades, organismos y empresas reales?

— Si queremos que nuestro alumnado disfrute con las Matemáticas, debemos transmitirles y, sobre todo, demostrarles lo que es en realidad: una herramienta fundamental para comprender el mundo en el que vivimos.

Saber no es suficiente, debemos aplicar. Desear no es suficiente, debemos hacer.

JOHANN W. VON GOETHE (1749-1832)

Bibliografía y fuentes documentales

Anexo I. Competencias básicas. Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

AULA 21. *Webquests en el aula.* Consultado el 20 de marzo de 2008 en http://www.aula21.net.

ADELL, JORDI. *Internet en el Aula. Las Webquests.* Edutec 17, marzo de 2004.

BOC 113 (7 de junio de 2007). *Decreto 127/2007, de 24 de mayo, por el que se establece la ordenación y el Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Canarias.*

BOLT, B. *Matemáquinas: La Matemática que hay en la Tecnología.* Labor, 1991.

—. *101 Proyectos Matemáticos.* Labor, 1991.

CASTRO LÓPEZ TARRUELLA, ENRIQUE. *Manual de Moodle para el Profesorado.* 2004, consultado el 18 de abril de 2008 en http://download.moodle.org/docs/teachermanuales.pdf.

DODGE, BERNIE. (1997). *Some thoughts about Webquests,* consultado el 20 de marzo de 2008 en http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html.

ESCOTET SUÁREZ, MARÍA CONSUELO. *Experimentos de Física: Investigación Científica en Secundaria.* Narcea, 1999.

Curriculares y de Evaluación Para la Educación Matemática. SAEM. Thales.

GIL, SALVADOR Y RODRÍGUEZ, EDUARDO. *Experimentos de Física usando Nuevas Tecnologías.* Prentice Hall, 2001.

GUZMÁN, MIGUEL DE. *Para pensar mejor: desarrollo de la creatividad a través de los procesos matemáticos.* Pirámide, 2006.

JEREZ GONZÁLEZ, SONIA. *Esa dichosa informática... Léeme, sabrás de lo que te hablo.* Revista Tamadaba (2006), consultado el 18 de abril de 2008, en http://www.tamadaba.net/articulos_detalles.asp?id_noticia=164.

MORALES SOCORRO, CARLOS. *Aulas Virtuales: Potenciando los Procesos de Aprendizaje y Enseñanza, la Coordinación Docente, la Gestión de los Centros, el Alcance de los CEPs...* Consultado el 18 de abril de 2008, en http://www.slideshare.net/cmorsoc/moodleaplicadoalamejoradelosprocesosdeuncentroeducativo.

—. *Video de LaTeX, Moodle y LyX,. 2008,* consultado en http://www.youtube.com/watch?v=Lk7Oz4BQKd0.

—. *Slideshare Matemáticas 2.0,* 2008, http://www.slideshare.net/cmorsoc/matematicas20.

Moursund, David. *ProjectBased Learning, using IT.* ISTE Publications. 2003.

Muschla, Judith, A. and Muschla, Gary Robert. *HandsOn Math Projects with Real Life Applications. JosseyBass Teacher.* 2006.

Portal de PBL 2008. http://pbl.tp.edu.sg/.

Prieto, Bibiana. *Vídeo Foros en Moodle,* consultado el 18 de abril de 2008, en http://www.youtube.com/watch?*v=wPhCRrJs8CU.*

Punset, Eduard. *Redes 351, Crisis Educativa. Entrevista a Roger Schank.* Televisión Española, S. A, 2007.

—. *Slideshare Matemáticas 2.0,* 2008, http://www.slideshare.net/cmorsoc/matematicas20.

The National Council of Teachers of Mathematics, NCTM (1992): Estándares.

ticformacion.com (2008). *Vídeo promocional de Moodle (s.d.),* consultado el 18 de abril de 2008, en http://www.youtube.com/watch?v=fwlkTXoKh_s.

Varios, COMAP. *Las Matemáticas en la Vida Cotidiana (3.ª Edición).* AddisonWesley/Universidad Autónoma de Madrid. 1994.

Vídeo *¿Qué es un Wiki? (CommonCraft. 2007),* consultado el 18 de abril de 2008, en http://www.youtube.com/watch?v=jIgk8v74IZg.

Vídeo *Wikis en Moodle (Raymond Marquina, 2006),* consultado el 18 de abril de 2008, en http://www.youtube.com/watch?v=YeYPC4nfjO4.