

Experiencias Docentes

La habitación de Fermat: más que un juego ...

Fermat's room: more than a game ...

José María Gallego, María Filomena Lara, María Azucena Leva,
Francisco Javier Martín, Pilar del Pozo y Francisco Ramos

Revista de Investigación



Volumen V, Número 2, pp. 007-018, ISSN 2174-0410
Recepción: 2 Abr'15; Aceptación: 6 Ago'15

1 de octubre de 2015

Resumen

La habitación de Fermat es un proyecto interdisciplinar basado en experiencias, investigación e historia de las matemáticas. Involucra muchos campos y nos lleva por muchos caminos. Nos divierte y nos motiva a nosotros y a nuestros alumnos. Lo que comenzó con la creación de un videojuego se ha convertido en un punto de encuentro para profesores y alumnos, abierto a la participación de todos.

Palabras Clave: Videojuego, Competencias Básicas, Interdisciplinariedad.

Abstract

Fermat's room is an interdisciplinary project based on experience, investigation and history of mathematics. It involves a lot of fields and takes us down many paths. It entertains us and motivates us and our students. That was started with the creation of a videogame has converted into a meeting point for teachers and students and is open to the participation of everyone.

Keywords: Videogame, Basic skills, interdisciplinary.

1. Introducción

La idea original consistía en hacer una recreación real y/o virtual de la película homónima, en la que los personajes se ven atrapados en una habitación cuyas paredes se van cerrando si no aciertan determinados enigmas. Para ello pensamos en tres representaciones distintas que, sin ser excluyentes entre sí, podrían sustituirse o combinarse con nuevas propuestas:

1. Construcción de un prototipo de habitación de Fermat a pequeña escala.
2. Construcción de una habitación de Fermat a tamaño real, donde el visitante pueda experimentar las mismas sensaciones que los personajes de la película y estén sometidos a las mismas pruebas.

3. Creación de un videojuego de preguntas y respuestas que reproduzca la situación planteada en la película.

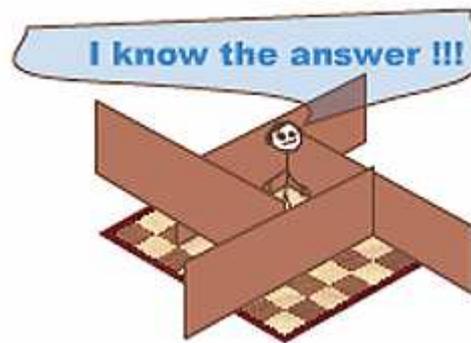


Figura 1. Animación creada para el proyecto eTwinning.

Contamos con la autorización de la productora de la película siempre que sea con fines educativos y sin ánimo de lucro.

Dadas las dificultades técnicas y presupuestarias, actualmente estamos centrados en la tercera opción. Siguiendo esta línea, el proyecto se sigue enriqueciendo con la creación de nuevos argumentos para los sucesivos niveles de juego, de bandas sonoras y grabaciones de voz para acompañar al jugador y de diseños que vamos incorporando. De forma paralela, estamos creando un banco de recursos educativos matemáticos (almacén de acertijos) con materiales que utilizamos día a día en el aula.

El proyecto forma parte de la plataforma eTwinning, donde ha obtenido los sellos de calidad nacional y europeo.



Figura 2. Alumnos de 2º de ESO del proyecto etwinning.

2. Objetivos de la experiencia

El proyecto pretendía en un principio potenciar el razonamiento matemático a través del juego y la resolución de problemas propuestos por los profesores. En una segunda fase, crear una recopilación de acertijos lógicos y matemáticos con las aportaciones de los alumnos de diversos centros.

Intentamos que los alumnos se encuentren en una situación en la que demuestren y desarrollen sus competencias, estimulen su imaginación y espíritu crítico ante el problema planteado y se involucren en procesos de toma de decisiones para hacerles partícipes de sus progresos, y

que todo ello les sirva como estímulo para seguir mejorando. Creemos que, cuanto más abierta sea la actividad, es más fácil que cada uno de ellos encuentre un papel en el que se sienta más identificado mientras otras situaciones le hagan tomar conciencia de sus propias limitaciones. Este último aspecto nos lleva a intentar buscar experiencias de aprendizaje colaborativo en la que cada uno sea consciente de lo que puede dar y recibir. Tenemos una predilección especial por los temas históricos y artísticos, y los medios tecnológicos nos parecen una magnífica herramienta para introducirse en ellos.

Durante su realización, nos hemos ido encontrando numerosas aportaciones. Comienzan siendo meras sugerencias que, con el tiempo se convierten en foros de discusión y actividades con entidad propia: creación de bandas sonoras, simulación de experiencias físicas, traducciones, ilustraciones históricas...

De esta forma, nuestra experiencia se ha enriquecido para transformarse en una actividad abierta a cualquier tipo de propuesta tanto dentro como fuera de la comunidad educativa. Con el hilo conductor del videojuego, pretendemos establecer un ambiente de trabajo a partir del cual vamos estableciendo nuevas metas, teniendo en cuenta las necesidades y las preferencias del alumnado e integrando sus aportaciones.

Buscamos que el alumno se integre en un entorno de aprendizaje interdisciplinar artístico-humanístico. La actividad, que se inició con el objetivo de potenciar el razonamiento matemático a través del juego, actualmente sigue diversas líneas que confluyen en la idea inicial, el videojuego, con el objetivo de crear conexiones entre las diferentes disciplinas.

3. Principales actividades desarrolladas

3.1. Curso 2011-12

“La habitación de Fermat” surge en el Aula de Juegos del IES Humanes con la colaboración de los profesores José María Gallego y F. Javier Martín, a partir de una duda planteada por un alumno acerca de la posible existencia de una “habitación menguante”. Por otra parte, dos alumnos de bachillerato (16-18 años) se interesaron por detalles de la película y escribieron a Luis Piedrahita, uno de los creadores de la película, con quien consiguieron entrevistarse.

Expusimos por primera vez el proyecto el Día Geogebra de Salamanca, en septiembre de 2010. Fue seleccionado en enero de 2011 para la convocatoria “Jugando con números” de Medialab-Prado, donde logramos construir un prototipo de videojuego conectado a una maqueta que interactuaba, con el que participamos en la exposición.

En esas mismas fechas abrimos un proyecto eTwinning con el mismo nombre. José María Gallego se inscribió desde su nuevo centro de destino en el IES Don Pelayo, y conseguimos dos centros colaboradores: Colegiul Tehnic de Comunicatii Augustin Maior Cluj-Napoca, Rumanía y Gimnazjum 1W, Zawiercie, Polonia.

En mayo, el proyecto obtuvo el reconocimiento del servicio nacional eTwinning como proyecto del mes.

Durante el curso 2011-12 utilizamos los recursos creados de forma esporádica en las clases, pues teníamos grandes problemas de compatibilidad con los programas utilizados, si bien seguimos ampliando el catálogo de acertijos. La participación del alumnado tuvo carácter voluntario; si bien, cuando surgía la oportunidad en el aula, utilizábamos los materiales elaborados. En mayo expusimos el proyecto en el simposio iTest de Aranjuez 2012 del CES “Felipe II”.

3.2. Curso 2012-13

Formamos un equipo de centro en el IES Humanes, integrado por Filomena Lara (Música), M^a Azucena Leva (Física y Química) y F. Javier Martín (Matemáticas). También recibimos valiosas aportaciones de otros compañeros, en especial del Aula Arqueológica del instituto.

Comenzamos proponiendo la actividad al grupo de “Ampliación de Matemáticas” de 3^o de ESO (14-15 años) con el propósito de trabajar la resolución de problemas. Utilizamos nuestro blog para publicar acertijos sueltos, dado que el videojuego tenía muchos problemas de compatibilidad con los ordenadores del centro. La herramienta fue bien aceptada pero la actividad quedó paralizada por un tiempo dado que nos superaban los problemas técnicos.

En enero, nuestra compañera Lucia Gutu del Colegio Augustin Maior de Cluj-Napoca (Rumanía) se puso en contacto para retomar el proyecto con la profesora Angela Oprisor y un grupo de siete alumnos de 16 a 17 años: pocos alumnos pero muy activos y motivados.

En todo momento participó José María Gallego, coordinando un grupo de alumnos del centro de personas adultas “El buen Gobernador” de Torrejón de Ardoz.

Las actividades con contenido matemático fueron:

- “Euro test”: un recorrido por diferentes situaciones planteadas en relación con el euro, diseñada para familiarizarse con las herramientas del videojuego.
- “Second walk”: introducción a la resolución de acertijos y a la dinámica de nuestro videojuego.
- “Another games”: espacio para proponer juegos existentes en la red relacionados con las matemáticas.
- “Own Fermat room”: el alumno diseña su propia “habitación de Fermat”.
- “Samos tunnel”: actividad de aplicación de la semejanza a un problema histórico contemporáneo a Thales de Mileto. El Aula Arqueológica nos asesora y aporta imágenes propias sobre técnicas de excavación antiguas. Con la colaboración de Bernat Ancochea.
- “Maths web game”: ponemos a prueba el videojuego en dispositivos móviles y tabletas.



Figura 3. Hoja dinámica de la actividad “Samos tunnel”.

El proyecto utilizaba como idioma vehicular el inglés, y la falta de confianza en esa lengua provocó en un principio que los alumnos del IES Humanes fueran reacios a participar. Con tres sesiones de chat se fueron sintiendo más cómodos. Además, pudimos resolver los problemas

técnicos anteriormente mencionados. Una vez en marcha nos dimos cuenta del enorme potencial del proyecto. No obstante, nos percatamos de la gran dificultad que entraña el hecho de utilizar otra lengua en una actividad tan diversa y compleja.

Los alumnos de 1º de ESO (12-13 años) de Música y un alumno de 4º de ESO (15-16 años) que además estudia en un conservatorio compusieron, interpretaron y grabaron varias bandas sonoras para el videojuego, y han hecho una presentación subtitulada de su obra artística. El proceso de su trabajo se dividió en tres partes:

- Búsqueda de timbres nuevos con el instrumental Orff y los instrumentos del mundo que disponíamos.
- Mezcla de timbres.
- Desarrollo compositivo por densificación para crear tensión y relajación en la composición con el fin de que la música ayudase a narrar la historia.

Asimismo, valoramos su exposición ante los demás y ante la cámara del trabajo realizado en clase.



Figura 4. Presentación de la banda sonora del videojuego.

Otro de los hilos abiertos en el twinspace fue “penfriends”. A partir de las sesiones de chat con los alumnos rumanos, nuestros alumnos han intercambiado direcciones electrónicas con los de Humanes. Insistimos en la importancia del perder el miedo a expresarse en una lengua extranjera y en una forma sana de conocer iguales que viven en otros países.

La profesora M^a Azucena Leva utilizó en sus clases de Física la actividad “braquistócrona”, sobre un problema clásico que se estudió en los inicios del cálculo infinitesimal. Tuvo una gran aceptación entre los alumnos como se puede ver reflejado en el twinspace. Sobre las diversas aportaciones hechas por los alumnos, destacamos:

- Las propuestas justificadas de diversas curvas como trayectorias óptimas.
- El uso justificado de balances de energías para cálculo de velocidades.
- El uso de la trigonometría para el cálculo de velocidades y pendientes.

También recibimos aportaciones de la auxiliar de conversación Audra MacIntyre en la traducción de la página web del proyecto; de algunas alumnas de bachillerato, en la traducción de acertijos; y de la profesora Mónica González, del departamento de Lengua extranjera, en la redacción de textos en inglés sobre Humanes, a modo de “información turística”.

3.3. Curso 2013-14

Se incorpora al equipo de centro Pilar del Pozo (profesora de Lengua y Literatura) y seguimos buscando nuevas colaboraciones de compañeros que puedan unirse a nosotros. Se ha afianzado el uso de nuestro videojuego entre el alumnado. Destacamos el gran incremento de propuestas que hemos incorporado: guiones, vídeos y diseños realizados por nuestros alumnos.



Figura 5. Actividad "El Paraca".



Figura 6. Actividad "Tales en Egipto".

Las actividades de contenido matemático siguen el guion descrito en el curso anterior, "Euro test", "Second walk", "Another games", "Our Fermat room" y "Samos tunnel" de forma adaptada a los nuevos alumnos y añadiendo otras:

- "Paraca": el alumno debe encontrar la solución a un problema de Física utilizando su intuición y los conocimientos de la materia que tiene, según su nivel. Dada la dificultad del problema, hemos incorporado una plantilla Excel para rellenar de forma colaborativa, para mejorar sus resultados a partir de su análisis. En colaboración con la profesora de Física, continúa la serie sobre tiro parabólico con las actividades interactivas "Moto 1" y "Moto 2".
- Tales en Egipto: pretende estudiar algunas de las técnicas de medida en la antigüedad. El Aula Arqueológica coordina la actividad con su asesoría, con diversas actividades manipulativas y con los dibujos que realizan los alumnos de 1º y 2º de ESO (12-14 años) para ilustrar los applets diseñados con Geogebra.
- "Mathmeninmad": creación de un canal Youtube para exponer los materiales creados.
- "Propuestas": página web en la que se exponen los materiales producidos para proponer cambios en el diseño, sonido y argumento del videojuego. Los alumnos, coordinados por la profesora de Lengua y Literatura, escriben guiones y hacen sus grabaciones en vídeo y audio. Han creado el argumento del nivel 2 del juego "Misión Virtual", en cuyo diseño seguimos trabajando. También está en fase de elaboración un cuaderno de bitácora digital.

Desde el área de Lengua se ha tratado de aunar pensamiento y herramientas matemáticas (números, operaciones, fórmulas...) con la expresión escrita y oral del alumno. Las Matemáticas han servido en multitud de ocasiones de base temática a la hora de elaborar su cuaderno de bitácora personal: la redacción de microrrelatos giraba en torno a temas como los números irracionales (relatos irracionales), las figuras geométricas ("El planeta cilindro"), la resolución de problemas ("Si inventé los números fue porque...", "Por esa regla de tres") o citas de importantes científicos ("Dadme una palanca..."). De igual forma se han trabajado las tipologías textuales de la narración, diálogo y descripción y reforzado la expresión oral y gestual en los distintos vídeos grabados por los propios alumnos para introducir el videojuego de La habitación de Fermat. El departamento de Música está elaborando la actividad "las Matemáticas en la



Figura 7. Fotograma del corto "Antes de que vuelva papá".

Música", una serie de estos ejercicios en los que los alumnos de 2º de ESO (13-14 años) tienen que averiguar el número de figuras que completarían determinados compases.

Por otra parte, los alumnos del 3º de ESO (14-15 años) están componiendo pequeñas formas binarias y ternarias. Inician su composición creando una frase musical a partir de una escala determinada y, posteriormente, se les propone que completen su obra siguiendo un esquema formal.

4. Atención a la Diversidad

El IES Humanes es un centro situado en la periferia sur de la Comunidad de Madrid. Es un centro bilingüe con un alumnado muy heterogéneo tanto desde el punto de vista económico-social como académico. Nuestras actividades están abiertas a todo tipo de alumno, para lo cual intentamos hacer a cada uno de ellos propuestas realistas que al mismo tiempo le puedan resultar motivadoras:

- Los guiones han sido creados por alumnos del grupo bilingüe de 2º de ESO (13-14 años). Tienen buen nivel y son muy participativos. Además, valoran positivamente la posibilidad de realizar actividades más creativas e informales.
- Las actividades de Física y Matemáticas más complejas han sido más trabajadas por alumnos de bachillerato y alumnos matriculados en la asignatura "Ampliación de Matemáticas: Resolución de Problemas" de 3º de ESO (14-15 años). No obstante, los alumnos de 2º de ESO (13-14 años) con buen nivel han participado muy activamente
- Una de las bandas sonoras del videojuego fue compuesta por un grupo de alumnos con problemas de absentismo, conductas disruptivas y falta de atención y concentración. Este trabajo nos ha servido para superar sus limitaciones individuales a través del apoyo entre los componentes del grupo.
- Las ilustraciones con temas históricos son realizadas por alumnos de 1º y 2º de ESO (14-16 años), que aprecian que su trabajo se integre en las actividades del centro.
- José María Gallego tuvo una buena aceptación con sus alumnos de un centro de educación de personas adultas (mayores de 18 años), lo que confirma el interés por aprender a través del juego en todas las edades.

5. Integración de las competencias básicas

El planteamiento de cada una de las actividades propuestas tiene la finalidad de conducir al alumno a la aplicación los contenidos teóricos y a la búsqueda de nuevas estrategias para la ejecución de una tarea con objeto de que adquiera conocimientos, destrezas, actitudes, motivaciones y emociones que son necesarios e imprescindibles. El alumno debe aprender a poner en uso, de manera integrada, aquellos aprendizajes que resultan más adecuados para resolver satisfactoriamente la actividad planteada y autoevaluar el resultado obtenido.

La diversidad de actividades permite una gran variedad de propuestas de refuerzo y de ampliación de las competencias adquiridas para responder a la diversidad del alumnado, y su aplicación en la resolución de tareas de diferente nivel de complejidad.

Se establecen la participación y la cooperación como herramientas primordiales para adquirir las diferentes competencias.

6. Integración de las TICs

Han sido numerosas las herramientas y recursos informáticos empleados para el desarrollo de este proyecto:

- Utilización de la plataforma eTwinning.
- Utilización de programas de edición de textos y creación de libros digitales.
- Presentaciones en Prezi y Powerpoint.
- Uso de hojas de cálculo.
- Búsqueda de recursos en internet.
- Correo electrónico, blogs y chat.
- Grabaciones de músicas y vídeos.
- Programa Geogebra, como simulador de problemas matemáticos y físicos de difícil resolución teórica.
- Foros de discusiones aplicados a la resolución conjunta de problemas por parte de los alumnos de distintas nacionalidades.
- La programación del videojuego está basada en HTML5 y Javascript y el movimiento de la maqueta se ha realizado con Arduino utilizando un servidor Ruby y un motor por pasos.

Estamos abiertos al uso de cualquier otra herramienta informática, pero tenemos claro que el uso de las tecnologías es un medio antes que un fin.

7. Recursos generados

Los tres primeros enlaces corresponden a la web del proyecto creado por José María Gallego y F. Javier Martín. Son accesibles de forma libre y gratuita. Contamos con visitas de más de 70 países. En las tres últimas se encuentran algunos de los materiales producidos durante los tres últimos años.



Figura 8. Versión del juego para móvil y tableta.

- Web del proyecto
- Web del juego
- Almacén de Acertijos
- Presentaciones en los Días Geogebra de Salamanca y de Segovia y para la SMPM
- Canal de Youtube
- Materiales del curso 2013-14
- Proyecto eTwinning

8. Procedimiento de implementación

A nivel interno de centro, la metodología empleada es similar en todas las actividades: se plantea, hay un periodo de experimentación, búsqueda de información y tanteo del alumnado a partir del cual se proponen actividades que se adapten al interés detectado. No solemos darlas por concluidas, pues siempre han dado lugar a nuevas ideas como: construcción de maquetas, traducciones, mejora de los diseños ...

En cuanto a la colaboración entre centros, comenzamos con actividades dirigidas al conocimiento mutuo: sesiones de chat, presentaciones sobre nosotros y nuestro entorno ... Posteriormente proponemos actividades para que los alumnos se familiaricen con las herramientas que utilizamos y, por último, después de analizar las posibilidades y las preferencias de los alumnos, enfocamos en cada grupo una serie de actividades más complejas.

En el apartado 3.2 de este trabajo hay una relación de propuestas realizadas durante un curso académico que nos ha servido de referencia para el presente curso.

Creemos que el material creado es suficientemente atractivo, la metodología lo suficientemente abierta y el abanico de actividades suficientemente amplio como para poder ser transferirlo a cualquier centro educativo del mundo con altas probabilidades de éxito.

9. Personal implicado

Actualmente, colaboran en el proyecto los siguientes profesores del IES Humanes: Filomena Lara, M^a Azucena Leva, F. Javier Martín, Pilar del Pozo y Paco Ramos, aunque hemos recibido

numerosas aportaciones y sugerencias de compañeros.

El proyecto está integrado en la programación general anual y el plan de atención a la diversidad del centro.

Colaboraciones anteriores:

Juegos romanos: tesserae, orca ... en colaboración con el Aula de juegos matemáticos y el departamento de Tecnología.

Proyecto Metro Cúbico del Departamento de Matemáticas: diseño y construcción de un metro cúbico –el espacio excavado en una tumba del Aula- con tetrabriks. El proyecto es expuesto por los alumnos y profesores al resto del IES y a los centros visitantes del Aula. Se expone en el Centro Sociocultural de Humanes junto a una muestra de fotografías matemáticas. Por último, los alumnos texturan y pintan el metro cúbico, que queda expuesto en el Aula arqueológica. El proyecto consigue un premio al mejor cartel en el IV concurso de experiencias didácticas convocado por la Sociedad Madrileña de Profesores de Matemáticas y a la mejor experiencia educativa en la categoría Innovación en la campaña “Tu experiencia crea escuela” de la Plataforma de la Infancia.

Contribuciones al proyecto:

Aula arqueológica del IES Humanes:

En un espacio vallado en un ángulo del instituto se ha creado un lugar para la arqueología. Alrededor de un dolmen de corredor de granito de ocho toneladas se organiza una necrópolis de incineración de la Edad del Hierro. Todo ello acompañado de restos óseos, ajuar cerámico, lítico, metalúrgico ... A través de siete estratos se reconstruye la historia de Humanes desde el Mioceno, cuando era un mar interior endorreico hasta, por ahora, la romanización. Se ha habilitado, en colaboración con el Departamento de Ciencias Naturales, un laboratorio de arqueobiología, donde se desarrollan exposiciones y talleres sobre arqueología y se realiza el trabajo de gabinete por los alumnos. Pretende, a través de un proyecto abierto y flexible, abrir nuevos tipos de motivaciones y formas de transmisión de procedimientos, técnicas de trabajo y estudio para los alumnos. Premiada en 2007 como “Proyecto de Innovación Pedagógica”, la Fundación Atapuerca, reclamó la confección y desarrollo de la exposición. La firma de un convenio con el Ayuntamiento ha posibilitado la construcción y conservación anual del yacimiento simulado: dolmen, hoyos de necrópolis, techado y remociones de tierra para la renovación de estratos. La experiencia está descrita en la publicación de J. Martínez Maganto



Figura 9. Imagen de medidor realizada por un alumno del Aula Arqueológica.

«La arqueología como experiencia didáctica en Secundaria». *GazSEHA*. Nº 4 (2007) de la Sociedad española de Historia de la Arqueología.

El Aula arqueológica colabora gestando las referencias históricas que envuelven el proyecto tales como el material minero del túnel de Samos, las ilustraciones de pobladores de la Edad Antigua –Egipto y Grecia-, y la recreación de materiales históricos.

Además participa desde el comienzo el profesor José María Gallego, que se encuentra en expectativa de destino, motivo por el que lleva trabajando con nosotros desde distintos centros de la Comunidad de Madrid:

Durante los cursos 2011-2012 y 2012-2013 me ha sido posible participar con mis alumnos del CEPA "El Buen Gobernador" en la experiencia didáctica La habitación de Fermat.

Los recursos del CEPA para el funcionamiento del proyecto eran bastante reducidos. El aula de informática tenía una tecnología obsoleta y era complicado utilizarla de la forma que me hubiese gustado. No obstante, conseguí realizar algunas experiencias con los alumnos del nivel 1 de secundaria de adultos: resolución de acertijos, experimentos con la curva braquistócrona, participación de una sesión de chat con alumnos del proyecto e incluso que participaran en los foros del proyecto.

En mi caso, como funcionario en expectativa de destino, la implantación de un método a largo plazo para trabajar con los alumnos se hace complicada y desalentadora. Aún así consigo todos los años que los alumnos utilicen los recursos que hemos generado para incentivar su razonamiento matemático y crítico. Aunque la manera de trabajar a día de hoy (Curso 2013/2014) con los alumnos de secundaria del centro IES ARQUITECTO PERIDIS no es ni mucho menos sistemática, he conseguido que algunos de ellos resuelvan acertijos y participen en el proyecto aunque sea de una manera más autónoma. Mi experiencia en tales condiciones demuestra la transferibilidad de nuestra propuesta.

10. Seguimiento y evaluación

Desde cada una de las materias que impartimos, consideramos que es demasiado pronto para detectar una evolución en los resultados de aprendizaje. Podemos constatar un incremento de la participación y el interés en las actividades diarias, tanto en el alumnado con mayor motivación y nivel académico como en los grupos menos favorecidos. Sus aportaciones mejoran su autoestima, y les hace sentir partícipes del proyecto.

Para los profesores, este proyecto interdisciplinar rompe con nuestra rutina de clases y supone el reto de investigar en nuestra materia y de buscar conexiones con otras, así como nuevos recursos tecnológicos con los que podamos enfocar las diferentes materias de forma más atractiva.

A nivel técnico tenemos pendiente hacer una versión del videojuego en la que puedan jugar varios alumnos al mismo tiempo. Creemos que, combinado con un chat, sería mucho más dinámico, sustituiría el carácter competitivo del que suelen adolecer muchos juegos por otro más colaborativo y mejoraría la comunicación entre los miembros del proyecto. Lamentablemente, nuestros conocimientos de programación son muy limitados, de ahí que, de momento, estemos buscando alguna colaboración externa.

Referencias

- [1] BURGOS TEJERO, Javier y MARTÍN ORTIZ, Fco. Javier. *Proyecto Metro Cúbico*, http://www.ieshumanes.com/nw/Metro_Cubicodef.pdf.com

- [2] GALLEGO ALONSO-COLMENARES, José María y MARTÍN ORTIZ, Fco. Javier. *Proyecto interdisciplinar*, http://fermatroom.com/index_eng.html
- [3] GALLEGO ALONSO-COLMENARES, José María y MARTÍN ORTIZ, Fco. Javier. *Colaboración*, <http://instrumentales.webcindario.com/imagenes/PDHabitFermatliger.pdf>
- [4] GALLEGO ALONSO-COLMENARES, José María y MARTÍN ORTIZ, Fco. Javier. *Simposio iTest Aranjuez 2012*, http://dosi.itis.cesfelipesecondo.com/heol/lib/exe/fetch.php?media=iiisimposio_josemaria_gallego.pdf

Sobre los autores:

Nombre: José María Gallego Alonso-Colmenares
Correo electrónico: jgallegoalonso@gmail.com
Institución: IES Arquitecto Peridis de Leganés, Madrid, España.

Nombre: María Filomena Lara Villagordo
Correo electrónico: filo_laravil@yahoo.es
Institución: IES Humanes de Humanes de Madrid, España.

Nombre: María Azucena Leva López
Correo electrónico: mazuleva@yahoo.es
Institución: IES Humanes de Humanes de Madrid, España.

Nombre: Francisco Javier Martín Ortiz
Correo electrónico: poko61@gmail.com
Institución: IES Humanes de Humanes de Madrid, España.

Nombre: Pilar del Pozo Manchado
Correo electrónico: pilar@pilardelpozo.jazztel.es
Institución: IES Humanes de Humanes de Madrid, España.

Nombre: Francisco Ramos Sánchez
Correo electrónico: parapacoramos@gmail.com
Institución: IES Humanes de Humanes de Madrid, España.