



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

**Enseñanza de cálculo vectorial a  
alumnos de 2º de Bachillerato  
mediante la herramienta Webquest**

**Presentado por:** Beatriz Cano-Coloma Varo  
**Línea de investigación:** Métodos pedagógicos (Matemáticas)  
Recursos educativos (TIC)  
**Director/a:** Pedro Aurelio Viñuela Villa

**Ciudad:** Valencia  
**Fecha:** 5 de junio de 2014

## Resumen

El presente trabajo se centra en las mejoras que aporta a la enseñanza de la asignatura de Matemáticas la herramienta Webquest, que utiliza una metodología de investigación guiada a través de Internet. Para ello se analizan en el marco teórico tanto el marco legal en el que se ubica el trabajo como las dificultades principales que tienen los alumnos en el aprendizaje de Geometría en Bachillerato. Además se explican las características de una Webquest, incidiendo en el potencial que implica el acceso a la vasta red de información que supone Internet y remarcando la conveniencia del carácter cooperativo de esta herramienta en el aprendizaje de Matemáticas. En el estudio de campo se presentan los resultados del análisis de datos sobre la extensión del uso de este tipo de metodologías en los centros educativos españoles y las creencias sobre su utilidad que tienen los profesores en activo. También se analizan las opiniones de algunos docentes de Matemáticas de 2º de Bachillerato de Ciencias y Tecnología respecto a la enseñanza de Geometría. Posteriormente, se plantea una propuesta didáctica que integra la base teórica con los resultados del trabajo de campo. Así, se presenta una Webquest que incide en los aspectos que este estudio ha evidenciado como dificultades principales de los alumnos en el aprendizaje de cálculo vectorial y sus aplicaciones en el espacio tridimensional. De este trabajo se concluye que con una Webquest se puede mejorar la enseñanza de los contenidos seleccionados.

*Palabras clave:* Webquest, investigación guiada, cooperación, Geometría, Bachillerato.

## Abstract

The present work focuses on improvements brought by the Webquest tool to the teaching of Mathematics, using Internet inquiry-based learning methodology. Legal frame issues and main difficulties experienced by students in Baccalaureate Geometry learning are analysed in the theoretical framework. Additionally, the Webquest tool features are explained, emphasising both the enormous potential implied by the vast amount of information available through Internet, and the positive impact that the cooperative nature of this tool has on Mathematics learning. Data analysis results from the field work are presented, bringing information on how extended is the use of this kind of methodology in Spanish education centres as well as active teacher's attitudes about the usefulness of this tool. Regarding Geometry teaching in second year Mathematics (Science and Technology Baccalaureate), some teachers' opinions are also analysed. Furthermore, a didactic proposal integrating theory and field work results is exposed. A Webquest is presented. It focuses on the main difficulties, as revealed by this work, involved in the learning of vector calculus and its application to 3-dimensional space. The final conclusion is that a Webquest can improve the process of teaching the selected fields.

*Key words:* Webquest, inquiry-based learning, cooperation, Geometry, Baccalaureate.

# Índice de contenidos

1.	Introducción .....	5
1.1.	Presentación.....	5
1.2.	Justificación .....	6
2.	Planteamiento del problema .....	9
2.1.	Definición del problema.....	9
2.2.	Objetivos.....	9
2.3.	Metodología.....	10
2.4.	Justificación de la bibliografía utilizada .....	11
3.	Marco teórico.....	13
3.1.	Marco legal .....	13
3.1.1.	Ley orgánica de educación (LOE) .....	13
3.1.2.	Real Decreto 1467/2007.....	13
3.1.3.	Decreto 102/2008 .....	14
3.2.	Dificultades del aprendizaje de Geometría en Bachillerato .....	15
3.3.	La Webquest: investigación guiada a través de Internet .....	16
3.3.1.	La investigación guiada .....	16
3.3.2.	Enseñar utilizando la red .....	17
3.3.3.	Fundamentos de la Webquest .....	18
3.3.4.	Carácter cooperativo de la Webquest .....	20
4.	Estudio de campo .....	23
4.1.	Cuestionario .....	24
4.2.	Ánalisis de resultados del cuestionario.....	24
4.3.	Entrevistas.....	27
4.4.	Ánalisis de resultados de las entrevistas.....	29
5.	Propuesta práctica .....	30
5.1.	Introducción .....	30
5.2.	Objetivos .....	30
5.2.1.	Objetivos generales .....	30
5.2.2.	Objetivos específicos de la propuesta.....	30
5.3.	Marco curricular de la propuesta práctica .....	32
5.4.	Metodología de enseñanza previa a la Webquest.....	33
5.5.	Metodología de la Webquest.....	34
5.5.1.	Temporalización y recursos materiales .....	34
5.5.2.	Formación de los grupos .....	35
5.5.3.	Presentación del tema y asignación de roles.....	35
5.5.4.	Estructura de la Webquest .....	36
6.	Aportaciones del trabajo .....	42
7.	Discusión .....	43
8.	Conclusiones .....	44
9.	Limitaciones del trabajo.....	47
10.	Líneas de investigación futuras.....	48
11.	Bibliografía .....	49
11.1.	Referencias bibliográficas .....	49
11.2.	Bibliografía complementaria .....	52
12.	Anexos .....	53
	Anexo I: Cuestionario profesores Matemáticas Bachillerato.....	53
	Anexo II: Representación gráfica con GeoGebra .....	55
	Anexo III: Rúbrica para evaluar la realización de la Webquest.....	57

## Índice de gráficas

Gráfica N° 1. Comparativa de resultados promedio en matemáticas .....	6
Gráfica N° 2. Porcentaje de alumnos en los niveles máximo y mínimo de rendimiento en matemáticas según estudio PISA.....	7
Gráfica N° 3. Resultados pregunta nº 1 .....	24
Gráfica N° 4. Resultados pregunta nº 2 .....	25
Gráfica N° 5. Resultados pregunta nº3 .....	25
Gráfica N° 6. Resultados pregunta nº4.....	26
Gráfica N° 7. Resultados pregunta nº 5 .....	26
Gráfica N° 8. Resultados pregunta nº 6.....	26
Gráfica N° 9. Representación de un paralelepípedo dadas las coordenadas de los vértices con GeoGebra .....	55

## Índice de imágenes

Imagen N° 1. Introducción de la Webquest .....	36
Imagen N° 2. Tareas de la Webquest .....	37
Imagen N° 3. Proceso de la Webquest .....	39
Imagen N° 4. Evaluación de la Webquest.....	40
Imagen N° 5. Conclusiones de la Webquest.....	41

## Índice de cuadros

Cuadro N° 1. Contenidos y criterios de evaluación. Vectores en el espacio y problemas métricos (Matemáticas II). .....	14
Cuadro N° 2. Contenidos y criterios de evaluación. Vectores en el espacio y problemas métricos (Matemáticas II). .....	15
Cuadro N° 3. Objetivos de una Webquest.....	19
Cuadro N° 4. Fases del trabajo en equipo. ....	21
Cuadro N° 5. Tipos de grupos de trabajo cooperativo. ....	21
Cuadro N° 6. Resumen del cuestionario realizado a profesores de Matemáticas de Bachillerato. ....	23
Cuadro N° 7. Entrevista Tutor Matemáticas 2º Bachillerato, IES San Antonio de Benagéber.....	27
Cuadro N° 8. Entrevista Tutor Matemáticas 2º Bachillerato, IES El Quint, Riba-Roja.	28
Cuadro N° 9. Objetivos generales de Matemáticas II. ....	31
Cuadro N° 10. Objetivos específicos de la propuesta.....	31
Cuadro N° 11. Temporalización del bloque de Geometría .....	32
Cuadro N° 12. Temporalización unidad didáctica Problemas Métricos.....	33
Cuadro N° 13. Contenidos específicos de la Webquest.....	33
Cuadro N° 14. Temporalización de la Webquest.....	34
Cuadro N° 15. Roles y sus funciones. ....	36
Cuadro N° 16. Rúbrica de evaluación de la actividad Webquest.....	57

# 1. Introducción

En los últimos años han sido objeto de estudio las dificultades del aprendizaje de Matemáticas que presentan los alumnos a nivel nacional e internacional. Aunque las políticas educativas y la comunidad educativa realizan esfuerzos para contrarrestar dichas dificultades, los resultados de los informes no muestran mejora.

Para el presente trabajo se dispone de los análisis realizados por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa sobre los resultados de la prueba PISA del año 2012, cuyos resultados son de gran relevancia dado que la prueba de ese año estaba centrada principalmente en la evaluación de la competencia matemática.

Los resultados negativos arrojados por la OCDE impulsan con más fuerza, si cabe, la investigación de metodologías que puedan suponer mejoras en la calidad educativa de las matemáticas, donde los docentes tienen un papel fundamental.

## 1.1. Presentación

En el periodo de prácticas en un colegio privado de Valencia se observó falta de variedad de metodologías en las clases de matemáticas y una gran carencia de recursos materiales, en particular de TIC en las aulas. A falta de estos recursos, con el fin de aproximar los contenidos de *Vectores en el plano* a la realidad física de objetos en rotación se utilizó material manipulable de laboratorio: un giroscopio.

Partiendo de esta experiencia se ha decidido que el curso de 2º de Bachillerato es el más adecuado para relacionar el cálculo vectorial y sus aplicaciones a realidades tridimensionales del mundo físico porque, como indica el currículo de Matemáticas, se extiende el cálculo vectorial al espacio tridimensional.

Respecto de la metodología, tanto la investigación bibliográfica como la investigación de campo, muestran que la investigación guiada permite una mejora de la calidad educativa.

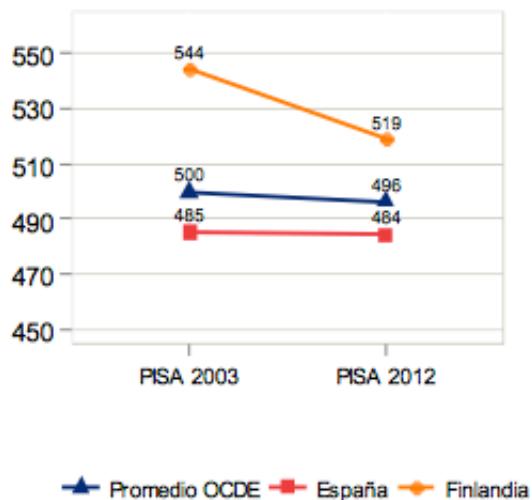
Aunque la falta de recursos tecnológicos en las prácticas obligó a buscar alternativas, la investigación realizada muestra las ventajas del uso de TIC para formar alumnos de Secundaria y Bachillerato en la sociedad de comienzos del siglo XXI.

Así, se propone en este trabajo el uso de la metodología de investigación guiada a través de Internet para que los alumnos de 2º de Bachillerato puedan descubrir la relación entre una realidad arquitectónica y las aplicaciones del cálculo vectorial trabajando de forma cooperativa.

## 1.2. Justificación

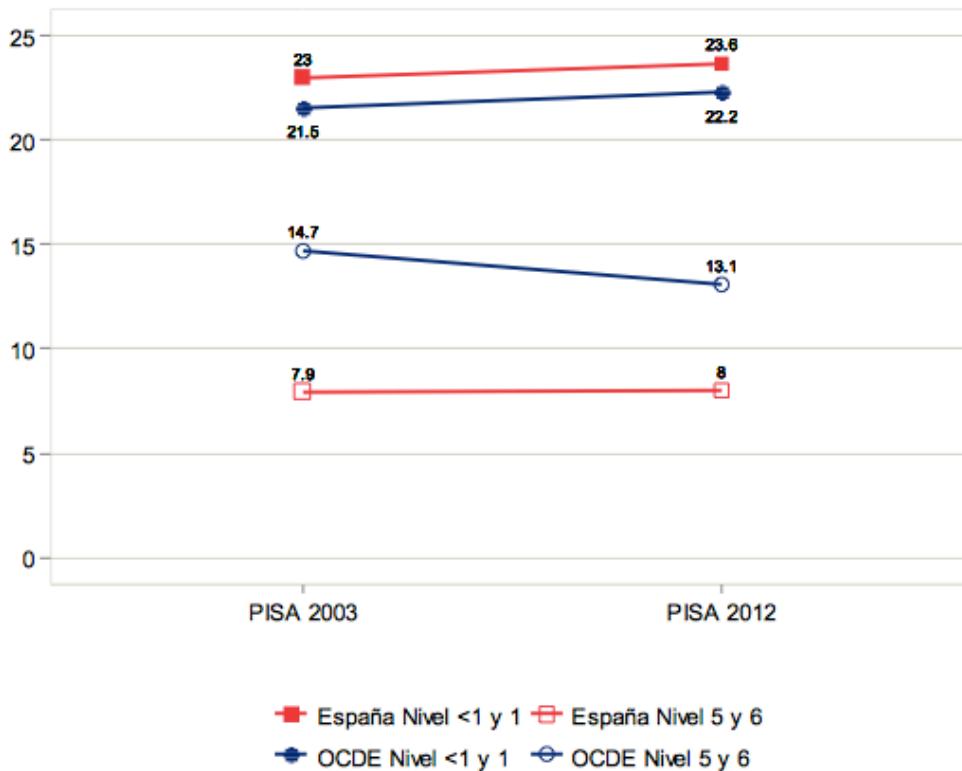
En el año 2012 se realizó la prueba PISA elaborada por la OCDE en 65 países, incluyendo todos los pertenecientes a la OCDE. En ese año, como ya ocurrió en 2003, las Matemáticas fueron la principal área de atención, lo que ha permitido al Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) hacer una evaluación de la evolución de los estudiantes españoles a lo largo de los nueve años transcurridos.

El estudio arroja unos datos negativos ya que sitúa los resultados promedio en la asignatura de Matemáticas de España por debajo del promedio de los países de la OCDE, en la posición número 25 de los 34 miembros. Además, como muestra la Gráfica N° 1, los resultados bajan un punto respecto al año 2003.



Gráfica N° 1. Comparativa de resultados promedio en matemáticas. Fuente: INEE (2013, p.182).

Una de las conclusiones extraídas del estudio es que el porcentaje de alumnos españoles que se encuentran en los niveles inferiores de competencia es muy próximo a la media de la OCDE mientras que en los niveles superiores de competencia se hallan varios puntos porcentuales por debajo del promedio de la OCDE. Como muestra la Gráfica N° 2, desde el año 2003 se ha mantenido esta tendencia, si bien se puede observar que la diferencia con el promedio de la OCDE ha disminuido en los niveles de rendimiento inferiores a causa, principalmente, del descenso sufrido en el promedio de la OCDE, ya que España apenas ha avanzado una décima.



Gráfica Nº 2. Porcentaje de alumnos en los niveles máximo y mínimo de rendimiento en matemáticas según estudio PISA. Fuente INEE (2013, p. 185).

Son muchos los factores que influyen en el rendimiento de los alumnos, incluyendo los geográficos, socioeconómicos y culturales. Pero en este trabajo se pretende únicamente trabajar en un aspecto que está al alcance de los docentes como es la metodología didáctica empleada en el aula.

La Geometría se encuentra dentro del currículo tanto de 1º como de 2º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología, según el Real Decreto 1467/2007 (BOE núm. 266, 2007), concretamente es el segundo bloque de contenidos.

Uno de los mayores problemas que ha presentado tradicionalmente la enseñanza de Geometría en el espacio es la dificultad de representar en el plano las formas tridimensionales, dificultando la visualización espacial de los alumnos (Brihuega, 1997). De hecho, dentro de las sub-áreas evaluadas por PISA se concluye que los alumnos españoles presentan más dificultades en *espacio y forma*, que incluye entre otras destrezas la interpretación de vistas tridimensionales desde distintas perspectivas.

Pero también es fundamental tener en cuenta que para la construcción de los objetos matemáticos en Geometría ayuda mucho relacionarlos con sus correspondientes

objetos físicos (Villarroya, 1994). Esta idea está alineada con Freudenthal (1973, citado en Villarroya, 1994):

Lo importante es que las matemáticas estén estrechamente ligadas a la realidad cuando se aprenden. Ningún otro método puede garantizar, en general, una influencia duradera de las matemáticas en el estudiante. Los matemáticos no olvidamos nuestras matemáticas porque son nuestra principal ocupación. Lo que no tiene relación con nuestro mundo vital se desvanece de la memoria. Para la mayoría, las matemáticas no pueden ser una meta; los fragmentos de matemáticas aprendidos de forma deslavazada se olvidan y así terminan por no tener influencia alguna. (p. 96)

Con objeto de buscar la cohesión de los fragmentos aprendidos, se recurre en este trabajo a una de las aplicaciones naturales de la Geometría tridimensional que es la Arquitectura, donde se pueden encontrar innumerables ejemplos de su utilidad práctica. Como indica el INEE en su informe, se debe medir la competencia matemática evaluando tanto la comprensión de los conceptos como la capacidad de extrapolar y aplicar lo aprendido.

Para llevar a cabo esta extrapolación de conocimientos se recurre a una técnica de aprendizaje que viene avalada por la bibliografía como es la investigación guiada. Apoyada por las TIC y el acceso a Internet, se realiza una propuesta que ayude también a minimizar las dificultades que presenta la enseñanza de cálculo vectorial aplicada a la resolución de problemas métricos. Esta propuesta se concreta en una Webquest específica para dar apoyo en la enseñanza de Geometría de 2º de Bachillerato de Ciencias y Tecnología.

## **2. Planteamiento del problema**

### **2.1. Definición del problema**

Para definir el problema principal al que el presente trabajo pretende ofrecer una alternativa de solución es necesario responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué dificultades presentan los alumnos de 2º de Bachillerato en el aprendizaje de Geometría en el espacio?
- ¿Son capaces de extraer el conocimiento matemático adquirido?
- ¿Pueden las metodologías tradicionales dar solución a estas dificultades?

Las dificultades radican en la falta de capacidad de visión espacial y la falta de relación de los objetos geométricos con los objetos físicos. Esto dificulta que los alumnos extrapolen el conocimiento matemático sobre Geometría a otras áreas como la Física, la Arquitectura o la Tecnología.

Las metodologías tradicionales no resuelven el problema de visión espacial porque utilizan materiales en 2D para explicar conceptos de 3D. Además, se ha observado en el periodo de prácticas que no se intenta relacionar los contenidos matemáticos con los de otras áreas de aplicación. Los alumnos aprenden los contenidos paralelamente, como si fueran áreas ajenas unas respecto de las otras. También se ha observado que las actividades se realizan de forma individual, que es la tendencia general en la enseñanza de las matemáticas.

En este trabajo se busca una solución a estos problemas basada en la propuesta de una Webquest que combina aprendizaje cooperativo e investigación guiada, con recursos materiales pertenecientes a las TIC. Haciendo un uso adecuado por parte del profesor de la investigación guiada se puede ayudar a los alumnos a descubrir algunos aspectos del amplio rango de aplicación que tiene la Geometría en otras áreas como la arquitectónica. Las TIC, por su parte, facilitan esta tarea al permitir la visualización de objetos tridimensionales.

### **2.2. Objetivos**

El objetivo principal es *proponer y exponer el uso de la herramienta Webquest para la enseñanza de cálculo vectorial a los alumnos de 2º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología.*

Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar y exponer las dificultades de aprendizaje de Geometría en el espacio que presentan los alumnos de 2º de Bachillerato.
2. Analizar y exponer el funcionamiento de una Webquest y sus ventajas en la enseñanza de Matemáticas de Bachillerato.
3. Analizar y exponer la viabilidad del empleo de una Webquest en la enseñanza de Matemáticas de Bachillerato en los centros educativos españoles.
4. Ilustrar el uso de la Webquest mediante una serie de actividades en las que los alumnos de 2º de Bachillerato deben relacionar las operaciones con vectores con el cálculo del volumen de un cuerpo geométrico.

### **2.3. Metodología**

Para la elaboración de este trabajo se ha utilizado una metodología basada en la combinación de una investigación bibliográfica y el trabajo de campo.

Para la evaluación del nivel de Matemáticas de los centros educativos españoles se ha tomado como referencia el informe emitido por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa sobre los resultados de la prueba PISA del año 2012. Este informe está a disposición de los ciudadanos en la página web del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte ([www.mecd.gob.es](http://www.mecd.gob.es)).

El marco teórico se ha realizado a partir del estudio de la bibliografía relacionada con el aprendizaje de Geometría en Bachillerato y con la herramienta Webquest, principalmente. Esta bibliografía se ha localizado a través de búsquedas en la Biblioteca Virtual del CSIC, en la Biblioteca Virtual de la Universidad de Valencia (TROBES), en Google Académico y en Dialnet. Los artículos académicos se han obtenido directamente de los sitios web indicados, mientras que los libros se han comprado o se han pedido prestados a la red de bibliotecas de la Universidad de Valencia para su consulta. Algunos libros se han podido consultar en formato electrónico en las bibliotecas virtuales mencionadas. En el análisis de la bibliografía se ha podido comprobar que la literatura especializada en las áreas específicas que son objeto de este trabajo es escasa, por lo que el principal criterio de búsqueda y selección ha sido la relevancia del tema en relación con el trabajo.

Así mismo, se ha analizado la legislación vigente en relación a los contenidos curriculares seleccionados y sus ámbitos de aplicación que está disponible en la página web del Boletín Oficial del Estado.

Por otro lado, el estudio de campo se compone de dos partes:

1. Envío de un cuestionario de respuesta rápida a institutos de Educación Secundaria y Bachillerato del territorio nacional a través de correo electrónico para evaluar el grado en que están extendidas la TIC y la metodología que se propone en este trabajo. Para el diseño del cuestionario y la recogida de los datos se ha utilizado la herramienta Survey Monkey. A partir del Registro Estatal de Centros Docentes no Universitarios (RDC) que se encuentra disponible en la página web del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte se han localizado los correos electrónicos de los centros educativos. De los 120 cuestionarios enviados se recibieron 42 respuestas en el plazo de 10 días naturales.
2. Realización de entrevistas a profesores de Matemáticas de Bachillerato en activo, para detectar las principales dificultades de los alumnos en el aprendizaje de Geometría en el espacio. Para ello, se ha contactado con dos institutos de poblaciones cercanas a Valencia para solicitar permiso para la realización de las entrevistas y la posterior publicación de resultados, y una vez concedido se ha concertado una cita. En la fecha y hora previstas se ha realizado una entrevista estructurada a los profesores que imparten Matemáticas II, sólo uno por instituto por el escaso número de alumnos que acceden al itinerario de Ciencias y Tecnología.

## **2.4. Justificación de la bibliografía utilizada**

Para la realización de este trabajo y del marco teórico se han utilizado un conjunto de obras elegidas según los criterios de relevancia del tema en relación con el trabajo, prestigio de la publicación, autoridad del autor y actualidad de la fuente.

En el marco legislativo estatal se ha examinado y tenido en cuenta la Ley Orgánica de Educación (2006) y el Real Decreto 1467/2007 por el que se establece la estructura de Bachillerato y se fija sus enseñanzas mínimas. En el marco autonómico se ha utilizado el Decreto 102/2008, de 11 de julio, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Valenciana.

En el marco teórico se ha buscado información sobre las dificultades que presentan los alumnos en la Geometría de Bachillerato en diferentes fuentes. El trabajo de Brihuega (1997) da una perspectiva general sobre las dificultades de los alumnos en

cada bloque de las Matemáticas de Bachillerato, incluida la Geometría. El trabajo de Gascón (2002) analiza con detalle las diferencias entre la enseñanza de Geometría en la ESO y en el Bachillerato y la ruptura que supone para los alumnos pasar de una metodología a otra.

Respecto de la metodología de investigación guiada, se ha prestado especial atención al trabajo del National Research Council (2000) sobre la importancia de trabajar en el aula en áreas científicas tal y como lo realizan los investigadores reales, es decir, utilizando técnicas de investigación. Para particularizar sobre las características de la herramienta Webquest se ha utilizado el libro de Temprano (2009), *Webquest: Aproximación práctica al uso de Internet en el aula*, que además de argumentar a favor de la herramienta explica su funcionamiento, su estructura y la manera correcta de crear una Webquest. En cuanto a sus beneficios en el área de Matemáticas, en concreto en Geometría, se ha utilizado el trabajo de Williams y Gómez-Chacón (2007).

Para la fundamentación de las ventajas del trabajo cooperativo dentro del marco teórico se ha recurrido principalmente al libro de Johnson, Johnson y Holubec (1999), *El aprendizaje cooperativo en el aula*, que es una obra reconocida y muy referenciada dentro de la literatura sobre trabajo cooperativo y que muestra ampliamente sus beneficios en cualquier área. Para concretar los beneficios del aprendizaje cooperativo dentro del área de Matemáticas se ha consultado el trabajo de Robertson, Davidson y Dees (1994), que además de exponer las ventajas explica cómo debe desarrollarse este tipo de metodología. El trabajo de Pons, Serrano y González Herrero (2008) avala los beneficios del trabajo cooperativo en Matemáticas y explica el papel que debe desempeñar el profesor.

En cuanto a la enseñanza utilizando la red, se ha utilizado el libro de Palamidessi (2006), *La escuela en la sociedad de redes: una introducción a las tecnologías de la informática y la comunicación*, que analiza las distintas formas de enseñar y aprender asociadas a Internet y argumenta el porqué de la conveniencia de implantar TIC en los centros escolares. Así mismo, se ha utilizado el trabajo de Lowther, Jones y Plants (2000) que estudia el potencial de la World Wide Web en el sistema de educación.

### **3. Marco teórico**

#### **3.1. Marco legal**

##### **3.1.1. Ley orgánica de educación (LOE)**

Nos encontramos en un periodo de cambio legislativo en educación. Pero en el momento presente sigue en vigor la Ley Orgánica de Educación (LOE) y, por tanto, se analizarán las directrices que ésta marca para contextualizar el 2º curso de Bachillerato.

La LOE tiene un marcado carácter inclusivo y considera la participación de los alumnos esencial en su formación. Una de las novedades que introdujo fue la inclusión de las competencias básicas en el currículo. Sin embargo, en los cursos que nos ocupan no se han definido competencias ni la obligatoriedad de su evaluación, a excepción de algunas Comunidades Autónomas que las han definido dentro de la autonomía que la LOE les confiere.

El Bachillerato comprende dos cursos de carácter postobligatorio que se pueden realizar en tres modalidades diferentes, dando flexibilidad para adecuar la educación a la diversidad de aptitudes e intereses del alumnado, que es uno de los principios en que se fundamenta la LOE.

La modalidad de Bachillerato hacia la que se ha orientado este trabajo es *Ciencias y Tecnología* y nos centraremos fundamentalmente en tres de los objetivos generales de la etapa que enuncia la ley en su artículo 33 (BOE núm. 106, 2006, p. 17172):

- g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.

##### **3.1.2. Real Decreto 1467/2007**

El Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, establece las estructura de Bachillerato y fija sus enseñanzas mínimas. En el *artículo 7* se localiza la asignatura de Matemáticas II como materia de modalidad de Ciencias y Tecnología.

Como ya se había adelantado, en la definición de currículo no se recogen las competencias básicas: “Se entiende por currículo del bachillerato el conjunto de

objetivos, contenidos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación de estas enseñanzas” (BOE núm. 266, 2007, p. 45383).

En el Anexo I del Real Decreto se definen los objetivos de las Matemáticas, y los contenidos y criterios de evaluación de la asignatura de Matemáticas II. Los contenidos se encuentran divididos en tres bloques, en el segundo de los cuales, Geometría, se exponen brevemente los contenidos mínimos relacionados con cálculo vectorial y sus aplicaciones en la resolución de problemas métricos. En el Cuadro Nº 1 se ha extraído la información relevante para este trabajo.

**Cuadro Nº 1. Contenidos y criterios de evaluación. Vectores en el espacio y problemas métricos (Matemáticas II).**

Contenidos
-Vectores en el espacio tridimensional. Producto escalar, vectorial y mixto. Significado geométrico. -Resolución de problemas métricos relacionados con el cálculo de volúmenes.
Criterios de Evaluación
-Transcribir situaciones de la geometría a un lenguaje vectorial en tres dimensiones y utilizar las operaciones con vectores para resolver los problemas extraídos de ellas, dando una interpretación de las soluciones. -Transcribir problemas reales a un lenguaje gráfico o algebraico, utilizar conceptos, propiedades y técnicas matemáticas específicas en cada caso para resolverlos y dar una interpretación de las soluciones obtenidas ajustada al contexto. -Realizar investigaciones en las que haya que organizar y codificar informaciones, seleccionar, comparar y valorar estrategias para enfrentarse a situaciones nuevas con eficacia, eligiendo las herramientas matemáticas adecuadas en cada caso.

*Nota:* Contenidos y criterios de evaluación. Vectores en el espacio y problemas métricos (Matemáticas II). Fuente: Real Decreto 1467/2007 (BOE, núm. 266, 2007, pp. 45450-45451).

### **3.1.3. Decreto 102/2008**

El Decreto 102/2008, de 11 de julio, establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Valenciana. Al igual que ocurre en la legislación estatal, la legislación autonómica tampoco define competencias básicas para este nivel de enseñanza postobligatoria.

En el *artículo 8* se localiza la asignatura de Matemáticas II como asignatura de modalidad del segundo curso de Bachillerato. En el Anexo del Decreto se definen los contenidos y los criterios de evaluación relacionados con el cálculo vectorial y sus aplicaciones en la resolución de problemas. En el Cuadro Nº 2 se recogen los contenidos y criterios de evaluación relevantes para este trabajo.

**Cuadro Nº 2. Contenidos y criterios de evaluación. Vectores en el espacio y problemas métricos (Matemáticas II).**

Contenidos
-Vectores en el espacio tridimensional. Productos escalar, vectorial y mixto. Significado geométrico. -Resolución de problemas métricos relacionados con el cálculo de volúmenes.
Criterios de evaluación
-Utilizar los distintos productos entre vectores dados en bases ortonormales para calcular volúmenes. -Utilizar el lenguaje vectorial y las operaciones con vectores para transcribir y resolver situaciones y problemas derivados de la geometría, la física y demás ciencias del ámbito científico tecnológico e interpretar las soluciones de acuerdo con los enunciados. -Transcribir problemas reales a un lenguaje algebraico o gráfico, utilizar las técnicas apropiadas en cada caso para resolverlos y dar una interpretación, ajustada al contexto, a las soluciones obtenidas. - Resolver problemas que requieran codificar informaciones, seleccionar, comparar y valorar estrategias y elegir las herramientas matemáticas adecuadas para la búsqueda de soluciones en cada caso.

Nota: Contenidos y criterios de evaluación. Vectores en el espacio y problemas métricos (Matemáticas II). Fuente: Decreto 102/2008 (DOCV, núm. 5806, 2008, pp. 71480-71481).

### **3.2. Dificultades del aprendizaje de Geometría en Bachillerato**

Como indican Godino, Batanero y Font (2004), resulta contradictorio enseñar Matemáticas como algo aislado de la realidad. Pero a pesar de la insistencia de muchos investigadores de conectar la teoría con la práctica, conforme se va subiendo en los cursos académicos la forma en que se presentan las Matemáticas está cada vez más descontextualizada, de modo que los estudiantes no perciben la utilidad de las matemáticas que estudian en la resolución de problemas de su vida cotidiana (Núñez et al., 2005). En Bachillerato el problema se acentúa debido a que en esta etapa postobligatoria se trabajan las Matemáticas de una manera más formal. Pero no por ello se debe olvidar su aplicación a situaciones a las que los alumnos deberán enfrentarse en sus estudios superiores o en sus profesiones.

Además de este distanciamiento entre la teoría y la práctica, podemos encontrar otras dificultades propias de la Geometría. Aunque la mayoría de las investigaciones realizadas en la última década sobre las dificultades que presenta el aprendizaje de matemáticas en Bachillerato se centra en el bloque de Análisis Matemático (Camacho, 2011), la bibliografía analizada que trata la enseñanza de Geometría coincide en que la mayor dificultad que presenta es la visualización espacial de los problemas geométricos.

Así, se da el problema de que muchos estudiantes con menor capacidad de visión espacial no son capaces de realizar la abstracción necesaria de las formas geométricas desde el plano al espacio (Brihuega, 1997).

Este problema se puede entender analizando dos cuestiones. Por un lado está la dificultad que entraña la representación de figuras tridimensionales en la pizarra tradicional de 2D. Por otro lado, esta dificultad se hace mayor al pasar de la enseñanza mediante Geometría sintética en la ESO a la enseñanza mediante Geometría analítica en Bachillerato (Gascón, 2002), donde se presenta la Geometría desde una perspectiva algebraica. Para este autor existe una discontinuidad entre ambas técnicas cuando en realidad son complementarias y se podría remarcar dicha complementariedad introduciendo determinadas actividades en Bachillerato en que se evidenciara dicha continuidad, en lugar de introducir la resolución de problemas geométricos de forma algebraica de una manera artificial. Según Brihuega (1997), los contenidos de Geometría que se enseñan en ESO pueden servir de base para el paso a la perspectiva algebraica del Bachillerato. Sin embargo, en la práctica sabemos que los contenidos geométricos de la ESO quedan muchas veces sin enseñar por su ubicación en la parte final del currículo y la falta de tiempo para desarrollarlos: “si algo se cae del programa por falta de tiempo es la geometría” (Itzcovich, 2005, p. 10).

Para Brihuega (1997) es muy importante que la visualización de formas esté siempre presente en la enseñanza de Geometría y se muestra partidario de apoyarse en las TIC, ya que facilitan la visualización de objetos geométricos tridimensionales. También la investigación de Bohórquez (2004) concluye que el uso de software para el aprendizaje matemático resulta efectivo, en particular para la comprensión de conceptos geométricos a través del diseño de actividades basadas en principios constructivistas.

### **3.3. La Webquest: investigación guiada a través de Internet**

#### **3.3.1. La investigación guiada**

El origen del aprendizaje basado en la investigación guiada se puede encontrar en los trabajos de Piaget, Vygotsky y Ausubel, es decir, en el constructivismo (Cakir, 2008, citado en Minner, Levy y Century, 2010).

La investigación guiada en la educación científica y matemática tiene cinco características básicas (NRC, 2000, p. 25):

- Los alumnos se involucran a través de preguntas orientadas científicamente.
- Los alumnos dan prioridad a la evidencia, que les permite desarrollar y evaluar explicaciones a cuestiones orientadas científicamente.
- Los alumnos formulan las explicaciones desarrolladas y evaluadas.
- Los alumnos evalúan sus explicaciones contrastándolas con explicaciones alternativas, reflexionando a partir de su conocimiento.
- Los alumnos comunican y justifican sus propuestas.

Según Minner, Levy y Century (2010), este tipo de metodología que pone énfasis en el pensamiento activo del estudiante y su responsabilidad en el aprendizaje mejora la asimilación de contenidos conceptuales. El rol del docente pasa a ser el de guía y facilitador, alejándose del papel protagonista que tiene en la enseñanza tradicional.

A pesar de que esta metodología ha sido ampliamente avalada por la Unión Europea para la enseñanza de Matemáticas, el estudio llevado a cabo por Abril, Ariza, Quesada y García (2014), basado en el proyecto europeo PRIMAS, indica que existe una diferencia importante en las creencias sobre el uso de esta metodología por parte del profesorado en formación y del profesorado en activo, siendo este último grupo menos receptivo a la hora de implantar la investigación guiada en el aula. Este estudio concluye que “la población más receptiva para promover en las aulas metodologías relacionadas con el aprendizaje por investigación es el profesorado en formación inicial, por lo que no debería perderse la oportunidad de profundizar en dichas metodologías desde esta formación inicial”. (p. 30).

### **3.3.2. Enseñar utilizando la red**

El impacto social de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) urge a su implantación en las aulas y a la constante revisión de los procesos educativos. Independientemente de las divergencias existentes entre los investigadores sobre la mejora de la calidad educativa con el empleo de las TIC, éstas deben estar presentes en las escuelas porque lo están en el mundo en que se mueven los estudiantes fuera de ellas (Palamidessi, 2006) y no se puede dar la espalda a esta realidad. Las escuelas deben brindar oportunidades para que los alumnos desarrollen la competencia digital. En este

sentido, las políticas de integración de TIC no han alcanzado a todos los centros españoles por igual y se deben seguir impulsando hasta alcanzar cierta homogeneidad.

En esta línea, en España se puede considerar que existe cierto impulso estatal a esta fuerte corriente social a través de la introducción de la competencia digital entre las competencias básicas que señala la LOE o de proyectos como el Programa Escuela 2.0 publicado en la Resolución de 3 de agosto de 2009 (BOE núm. 188, 2009). Aunque estos apoyos no son específicos para el Bachillerato, éste se ve favorecido por la implantación de una cultura de empleo de TIC en los centros escolares.

Pero no basta con proporcionar las herramientas a los alumnos para que su integración en el aprendizaje sea efectiva. Los profesores deben tener la competencia digital necesaria y la capacidad de relacionar la potencialidad de las TIC con el aprendizaje de los estudiantes (Lowther, Jones y Plants , 2000). Muy frecuentemente se enseña a los alumnos el uso de las TIC con el fin de que aprendan el uso en sí mismo, sin reparar en el potencial que tienen para resolver problemas y asistir al alumno en la construcción del conocimiento. Por tanto, el profesor debe comprender que lo importante no es la herramienta sino la creación de una cultura de clase en la que el alumno utilice las TIC de modo productivo proporcionando beneficios sociales y cognitivos.

Por otra parte, los entornos digitales atraen especialmente a los niños y los jóvenes, por lo que no es de extrañar que se plantee la incorporación de Internet en las actividades del aula para atraer el interés de los alumnos y adiestrarles en nuevas formas de comunicar, producir y coordinar (Palamidessi, 2006). Los estudiantes deben lidiar con el flujo masivo de información que proporciona Internet y aprender a filtrar aquello que no es relevante.

Lo que como conclusión parece evidente es que para educar a los jóvenes del futuro, sea cual sea éste, es lógico utilizar herramientas del presente y no limitarse únicamente a las del pasado. El aprendizaje de las competencias del siglo XXI debe tenerse en cuenta en el sistema educativo (Temprano, 2009).

### **3.3.3. Fundamentos de la Webquest**

Según la definición de Temprano (2009, p. 15), “una Webquest es una investigación guiada que tiene como marco la Red, y que generalmente es presentada a los estudiantes como un sitio Web en el que se contienen las diferentes partes de que se

compone”. No se trata de una mera búsqueda de información, sino que se necesita utilizar la información encontrada para poder realizar la actividad propuesta.

En cuanto a los principales objetivos que se busca con este tipo de actividad, Temprano (2009) expone cinco objetivos que se recogen en el Cuadro Nº 3.

**Cuadro Nº 3. Objetivos de una Webquest.**

Objetivos
Desarrollar la alfabetización informacional de los alumnos.
Favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior.
Promover un espíritu crítico sobre la información encontrada.
Fomentar la autonomía de los alumnos en su proceso de aprendizaje.
Mejorar las destrezas relacionadas con la competencia digital.

*Nota:* Objetivos de una Webquest. Fuente: Temprano (2009, p. 20).

Una de sus características, que la diferencia de otras estrategias didácticas como la Caza del Tesoro o la Miniquest, es su estructura. Se divide en seis partes: Introducción, Tareas, Proceso, Recursos, Evaluación y Conclusión (Temprano, 2009).

La *Introducción* es la página de inicio con la que se pretende orientar al alumno sobre la temática de la Webquest y despertar su interés. Conviene que sea visualmente atractiva. La página de *Tareas* debe contener una descripción detallada del trabajo que los estudiantes deben llevar a cabo al final de la Webquest y que puede ser una presentación, un debate, un mural o un producto multimedia (Gallego y Guerra, 2006). El apartado *Proceso* contiene los pasos que el estudiante debe seguir para poder llevar a cabo la tarea o tareas. La lista de sitios web que el profesor ha localizado y que han de servir de ayuda al estudiante se ponen en el apartado *Recursos*. La *Evaluación* debe contener los criterios que utilizará el profesor para evaluar el trabajo realizado. Por último, la *Conclusión* recogerá una idea final que resuma los aspectos más importantes de la temática e invite a los alumnos a reflexionar sobre la experiencia realizada y a realizar sugerencias de mejora (Temprano, 2009).

La estructura de la actividad determinará la relación que se establece entre los alumnos que participen en la misma, y facilitará el trabajo cooperativo del que hablaremos más adelante.

Respecto al empleo de las Webquest en Matemáticas, según la investigación de Williams y Gómez-Chacón (2007) en la que se pone a prueba una Webquest de Geometría en Secundaria, éstas favorecen el desarrollo de las capacidades de

razonamiento lógico y elaboración de conceptos. Por otra parte, en el estudio de Falcón, Falcón, Núñez y Tenorio (2009) se pone de manifiesto la viabilidad de esta técnica motivadora en las aulas de Matemáticas de Secundaria y Bachillerato para despertar el interés del alumnado por la asignatura, a partir de una revisión de Webquest de Matemáticas existentes en lengua castellana.

Las metodologías de enseñanza están cambiando para preparar a los estudiantes para los retos de este nuevo siglo. La dirección de este cambio es hacia estrategias que desarrollen en los alumnos habilidades de pensar, razonar y comunicarse matemáticamente (Robertson, Davidson y Dees, 1994). El objetivo es proporcionar a los alumnos bastantes oportunidades de explorar y resolver problemas matemáticos en pequeños grupos, siendo el profesor un facilitador del aprendizaje.

### **3.3.4. Carácter cooperativo de la Webquest**

Según Adell (2004), la Webquest se basa en construir el aprendizaje a través de la investigación realizada en grupos cooperativos.

El aprendizaje cooperativo consiste en que los alumnos divididos en grupos más o menos reducidos trabajen juntos para alcanzar objetivos comunes con objeto de mejorar la calidad de su aprendizaje (Johnson, Johnson y Holubec, 1999). Una de las características de un grupo de aprendizaje cooperativo es que el esfuerzo de todos sus miembros supera el rendimiento individual de cada uno. Además los alumnos asumen individualmente y de forma colectiva la realización del trabajo, mediante una interdependencia positiva. El desarrollo de algunas habilidades interpersonales como la negociación, el respeto a las ideas de los demás, la gestión de conflictos o la defensa de los propios puntos de vista, requiere mucha práctica y el trabajo cooperativo brinda la oportunidad de desarrollar estas habilidades, que son tan importantes en el desarrollo cívico del alumno.

La investigación de Domingo (2008) muestra que el aprendizaje cooperativo promueve el aprendizaje autónomo y que la proximidad entre el desarrollo cognitivo de los alumnos favorece que se ayuden a entender ciertos conceptos con más éxito que cuando lo hace el profesor. Esta misma investigación concluye que el aprendizaje cooperativo mejora el rendimiento académico en Matemáticas, Ciencias y Tecnología.

El papel del profesor, al igual que se comentó en el caso de la investigación guiada, es el de facilitador y orientador de la actividad. De esta manera, la pericia del

profesor en el trabajo en grupo dentro del aula será clave para un correcto desarrollo de la actividad (Pons, González-Herrero y Serrano, 2008).

Podemos dividir el proceso de trabajo en grupo en varias fases (Domingo, 2008), que se exponen en el Cuadro Nº 4. Dado el carácter cooperativo que tiene una Webquest la manera de trabajar en ella se adapta perfectamente a las fases expuestas.

**Cuadro Nº 4. Fases del trabajo en equipo.**

<b>1<sup>a</sup>.</b>	Constitución del equipo, que puede ser impuesta por el docente, al azar o por libre elección de los alumnos.
<b>2<sup>a</sup>.</b>	Presentación del tema escogido por parte del profesor.
<b>3<sup>a</sup>.</b>	Asignación de roles y reparto de tareas, siendo necesario el rol de coordinador dentro del grupo.
<b>4<sup>a</sup>.</b>	Planificación del trabajo, en la que el profesor puede adquirir más o menos protagonismo.
<b>5<sup>a</sup>.</b>	Reuniones del grupo de trabajo para llevar a cabo las tareas con la supervisión del docente.
<b>6<sup>a</sup>.</b>	Evaluación del trabajo a partir de la presentación de resultados.

*Nota:* Fases del trabajo en equipo. Fuente: Domingo (2008, p. 235).

Por tanto, el primer paso debe ser la elaboración de los grupos, para lo que se puede utilizar un método recomendado por Johnson, Johnson y Holubec, (1999) y Pujolás (2008) que proponen la utilización de un test sociométrico para combinar alumnos socialmente aislados con alumnos populares, con el fin de crear grupos heterogéneos.

Johnson, Johnson y Holubec (1999) distinguen tres tipos de grupos de trabajo cuyas características vemos en el Cuadro Nº 5. Puesto que una Webquest es un conjunto de actividades que duran varias sesiones, el tipo de grupos que se debe formar es el formal.

**Cuadro Nº 5. Tipos de grupos de trabajo cooperativo.**

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
<b>Formal</b>	Duración de una hora a varias semanas. El objetivo es trabajar juntos para lograr objetivos comunes, de modo que todos completen la tarea.
<b>Informal</b>	Duración de unos pocos minutos a una hora. Son utilizados para resolver algún problema o realizar un pequeña actividad. Pueden ser homogéneos o heterogéneos.
<b>Grupo base</b>	Funcionamiento a largo plazo. Son heterogéneos y su objetivo principal es que los alumnos se ayuden a lo largo del curso para mejorar el rendimiento.

*Nota:* Tipos de grupos de trabajo cooperativo. Fuente: Johnson, Johnson y Holubec, (1999).

Una vez elaborado el grupo y siguiendo los pasos del Cuadro N° 4, el profesor deberá presentar la Webquest a los alumnos. Los roles asignados dependerán de la actividad concreta que se proponga en la Webquest y la conveniencia según el caso.

Concluidos los preparativos debe dar comienzo la Webquest siguiendo la estructura marcada por la misma. Al finalizar, para la fase de presentación de resultados es necesario comunicar con eficacia de forma escrita o de forma oral.

Este tipo de estructura, tanto del grupo como de la actividad, está en contraposición con las estructuras de trabajo individualistas o competitivas, pues en ambos casos se reduce la interacción entre los alumnos al mínimo perdiendo la ocasión de desarrollar las competencias básicas de tipo social y comunicativo de las que se ha hablado en el apartado anterior. Otra gran diferencia es que mientras en las actividades estructuradas de forma cooperativa se fomenta la autonomía de los alumnos, en las estructuras individualistas y en las competitivas se tiende a relegar a los alumnos al papel de receptores pasivos.

El estudio de las Matemáticas suele verse como algo individualista o competitivo. Quizás sea una de las razones por la que muchos estudiantes tienen miedo de las Matemáticas o incluso las aborrecen, llegando a pensar que es una asignatura para pocas personas que tienen ese talento. Pero el aprendizaje cooperativo en pequeños grupos puede ayudar a re conducir estos problemas (Robertson, Davidson y Dees, 1994).

## 4. Estudio de campo

El estudio de campo se ha llevado a cabo en dos partes. Por un lado, se ha realizado un cuestionario a nivel nacional para evaluar cómo de extendido está en Matemáticas de Bachillerato el uso de la investigación guiada y el uso de TIC para poder poner en práctica una Webquest. Por otro lado se ha realizado una entrevista al tutor de Matemáticas de 2º de Bachillerato de dos institutos próximos a Valencia de enseñanza Secundaria y Bachillerato.

**Cuadro Nº 6. Resumen del cuestionario realizado a profesores de Matemáticas de Bachillerato.**

Pregunta	Opciones de respuesta	Tipo de pregunta	Justificación de la pregunta
1. ¿Cuántos años lleva practicando la docencia?	-De 0 a 5 años -De 5 a 10 años -De 10 a 15 años -Más de 15 años	Múltiples opciones, una sola respuesta.	Caracterizar mínimamente la muestra.
2. ¿Dispone de pizarra digital en el aula?	-Sí, y la utilizo habitualmente -Sí, pero no la utilizo habitualmente -No	Múltiples opciones, una sola respuesta.	Conocer cómo de difundida está esta tecnología.
3. ¿Disponen los alumnos de ordenadores o tabletas con conectividad a Internet?	-Sí, en el aula ordinaria -Sí, en el aula informática -No	Múltiples opciones, una sola respuesta.	Evaluando el grado de accesibilidad de los alumnos a ordenadores en los centros educativos.
4. ¿Considera que el uso de la investigación guiada en Matemáticas beneficia a los alumnos?	-Sí -No	Múltiples opciones, una sola respuesta.	Conocer la opinión del profesorado sobre la investigación guiada en Matemáticas.
5. ¿Ha utilizado alguna vez una Webquest en la enseñanza de Matemáticas?	-Sí -No	Múltiples opciones, una sola respuesta.	Determinar el grado de utilización de una Webquest.
6. ¿Considera que el trabajo cooperativo puede ayudar a los alumnos en su aprendizaje de Matemáticas?	-Sí -No	Múltiples opciones, una sola respuesta.	Conocer la opinión del profesorado sobre el trabajo cooperativo en Matemáticas.

Nota: Resumen del cuestionario realizado a profesores de Matemáticas de Bachillerato.

Fuente: Elaboración propia.

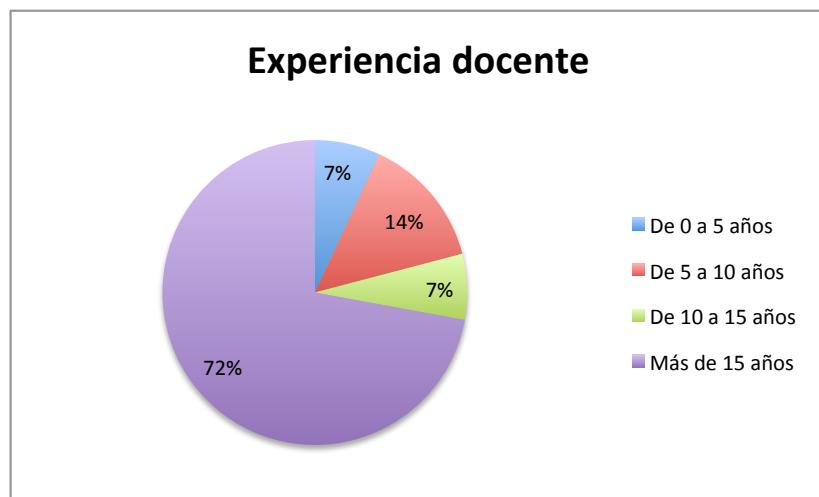
## 4.1. Cuestionario

Se ha enviado un cuestionario online dirigido a profesores de Matemáticas de Bachillerato a institutos públicos de diferentes comunidades autónomas. Para que la muestra sea variada se han combinado municipios de tamaños diversos. En el Cuadro Nº 6 se resumen las características del cuestionario, mostrando el enunciado de cada una de las preguntas.

## 4.2. Análisis de resultados del cuestionario

De los 120 cuestionarios enviados se han recibido respuestas de 42 centros, con las que se realizarán las estadísticas de este apartado.

En la Gráfica Nº 3 se puede observar que la mayoría de los profesores, un 72%, que han respondido al cuestionario tienen una experiencia docente superior a los 15 años.

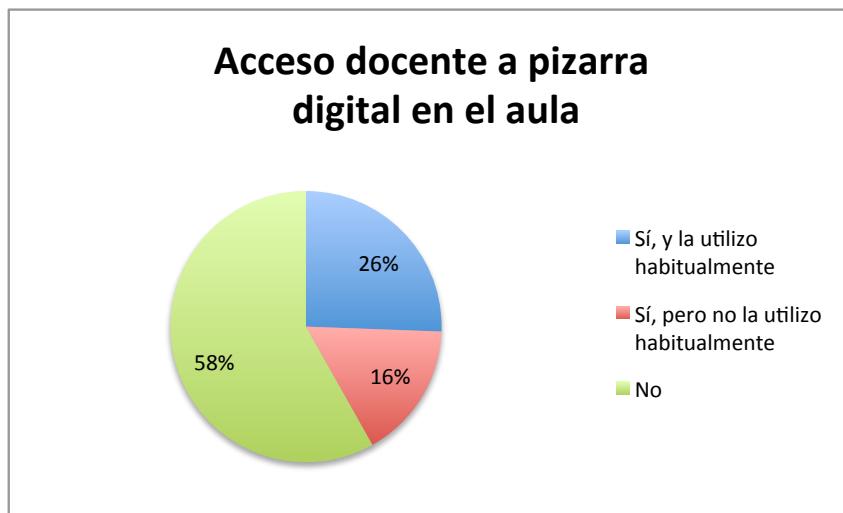


Gráfica Nº 3. Resultados pregunta nº 1. Fuente: Elaboración propia.

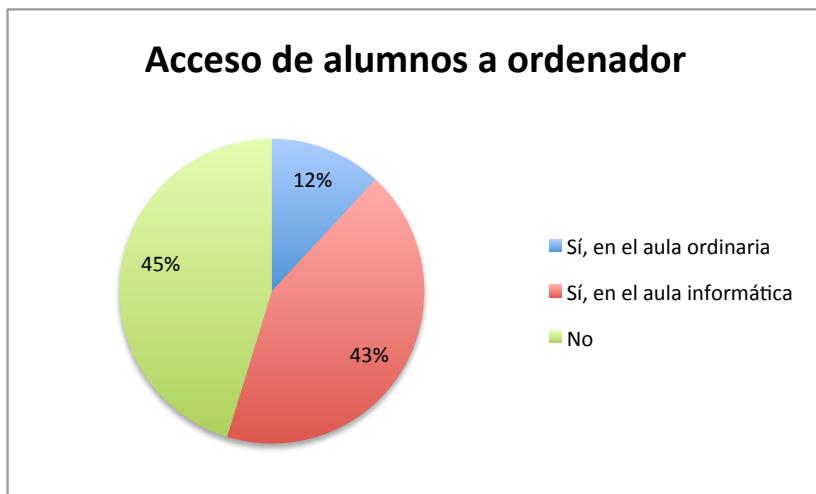
En la Gráfica Nº 4 se ve un reparto muy desigual de recursos TIC de apoyo para profesores en el aula. Un 58% de las aulas de matemáticas de Bachillerato no disponen de pizarra digital. Del 42% que sí disponen, sólo el 26% la utiliza habitualmente.

En la Gráfica Nº 5 se observa de nuevo un reparto muy desigual de los recursos informáticos a disposición de los alumnos. Un 45% de centros dicen no disponer de

ordenadores accesibles para los estudiantes de Matemáticas de Bachillerato. Del 55% que sí dispone de ordenadores o tabletas, sólo un 12% los tiene en el aula ordinaria.



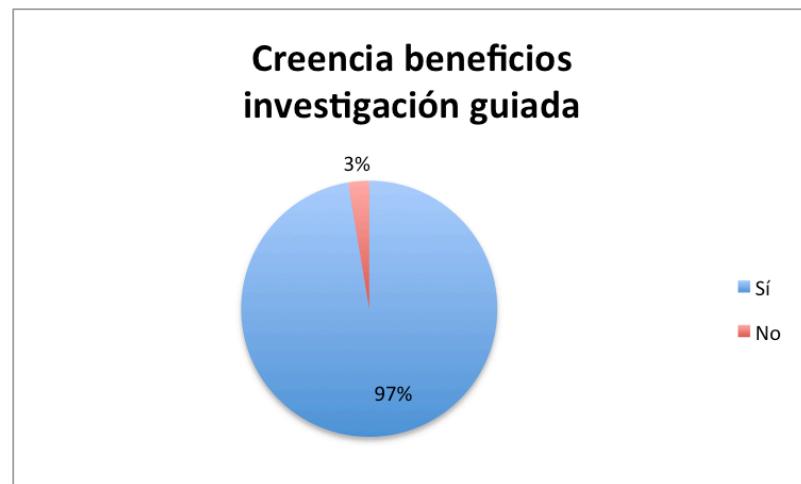
Gráfica N° 4. Resultados pregunta nº 2. Fuente: Elaboración Propia.



Gráfica N° 5. Resultados pregunta nº3. Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica N° 6 nos encontramos con que la creencia del 97% del profesorado de Matemáticas es que la investigación guiada beneficia a los alumnos. Sin embargo, en la Gráfica N° 7 el 74% de los profesores dicen no haber utilizado nunca una Webquest.

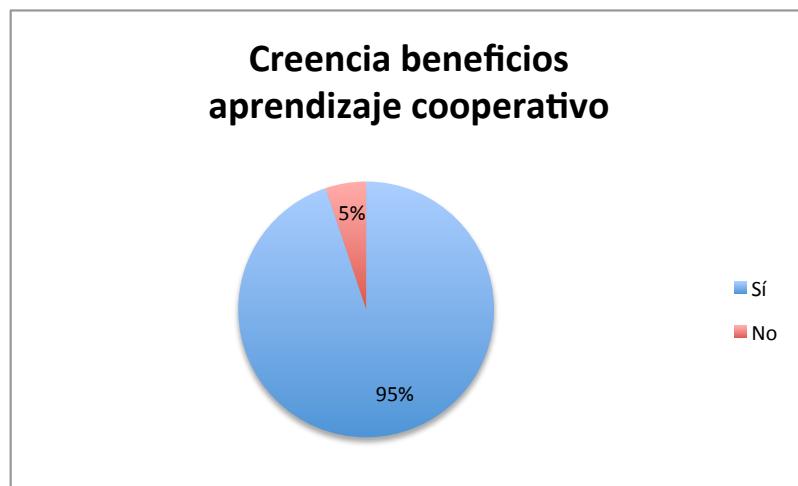
En la Gráfica N° 8 se puede analizar la creencia que tiene el profesorado en activo sobre el aprendizaje cooperativo. Un 95% de profesores que han respondido la encuesta piensa que ésta práctica es beneficiosa para el aprendizaje de los alumnos en Matemáticas.



Gráfica N° 6. Resultados pregunta n°4. Fuente: Elaboración propia.



Gráfica N° 7. Resultados pregunta n° 5. Fuente: Elaboración propia.



Gráfica N° 8. Resultados pregunta n° 6. Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Entrevistas

Las entrevistas a profesores de Matemáticas de 2º de Bachillerato de Ciencias y Tecnología de dos institutos próximos a Valencia se recogen en el Cuadro Nº 7 y en el Cuadro Nº 8.

**Cuadro Nº 7. Entrevista Tutor Matemáticas 2º Bachillerato, IES San Antonio de Benagéber.**

<b>1.</b>	Centro	IES San Antonio de Benagéber
<b>2.</b>	Nivel	2º Bachillerato
<b>3.</b>	Modalidad	Ciencias y Tecnología
<b>4.</b>	Número de alumnos	9
<b>5.</b>	Diversidad	Homogéneo en todos los sentidos.
<b>6.</b>	Nivel general de conocimiento en matemáticas.	Bueno.
<b>7.</b>	Resultados obtenidos.	Buenos.
<b>8.</b>	Motivación de los alumnos.	Muy buena.
<b>9.</b>	Conocimientos previos de Geometría.	Traen buena base de 1º Bachillerato.
<b>10.</b>	Relevancia de la Geometría en el currículo de 2º Bachillerato.	Se le da la relevancia correcta.
<b>11.</b>	Principales dificultades de los alumnos en geometría.	-Visión espacial. -Producto de vectores mixto para calcular volúmenes.
<b>12.</b>	Metodología empleada por el profesor para explicar Geometría.	-Explicaciones teóricas en la pizarra combinadas con realización de ejercicios de forma individual.
<b>13.</b>	Recursos para explicar Geometría.	-Siguen un libro de texto. -Realiza muchos dibujos en la pizarra para que capten la visión tridimensional. -Dispone de pizarra digital desde este curso pero de momento sólo utiliza GeoGebra para ayudar a representar rectas y analizar los puntos de corte en la parte de Geometría en el plano. -Utiliza varillas o bolígrafos para simular tres vectores en el espacio.
<b>14.</b>	Criterios de evaluación de Geometría.	-Idénticos a los de la PAU: resolución analítica de ejercicios sin exigir representación gráfica en ningún caso.
<b>15.</b>	Coordinación currículo Geometría con su aplicación en currículo física.	-Mala. Pero ocurre con todos los bloques, no sólo Geometría.
<b>16.</b>	Opinión sobre realización de actividades de investigación guiada como la Webquest.	-No se realizan nunca actividades diferentes de los modelos de ejercicios de la PAU. -Le parecen interesantes y no lo considera una pérdida de tiempo, pero en este curso lo encuentra arriesgado.
<b>17.</b>	Recursos para participar en una Webquest.	- El centro dispone de dos aulas informáticas.

*Nota: Entrevista Tutor Matemáticas 2º Bachillerato, IES San Antonio de Benagéber.*

*Fuente: Elaboración propia.*

**Cuadro Nº 8. Entrevista Tutor Matemáticas 2º Bachillerato, IES El Quint, Riba-Roja.**

<b>1.</b>	Centro	IES El Quint
<b>2.</b>	Nivel	2º Bachillerato
<b>3.</b>	Modalidad	Ciencias y Tecnología
<b>4.</b>	Número de alumnos	12
<b>5.</b>	Diversidad	-Homogéneo a nivel socio-económico. -Heterogéneo en cuanto a rendimiento en matemáticas.
<b>6.</b>	Nivel general de conocimiento en matemáticas.	-Medio-bajo este año.
<b>7.</b>	Resultados obtenidos.	Malos. Porcentaje elevado de suspensos.
<b>8.</b>	Motivación de los alumnos.	-Poco interés por los estudios. -Sin grandes aspiraciones. -Buscan aprobar sin importar sacar buenas notas.
<b>9.</b>	Conocimientos previos de Geometría.	-La geometría en el plano de 1º Bachillerato. -Algunos tienen pendiente Matemáticas de 1º y les falta base.
<b>10.</b>	Relevancia de la Geometría en el currículo de 2º Bachillerato.	-Correcta. Un tercio del contenido, igual que en la PAU.
<b>11.</b>	Principales dificultades de los alumnos en geometría.	-La visión espacial.
<b>12.</b>	Metodología empleada por el profesor para explicar Geometría.	-Explicaciones teóricas en la pizarra y realizan únicamente ejercicios de la PAU. -No tienen tiempo para actividades diferentes porque van forzados.
<b>13.</b>	Recursos para explicar Geometría.	-Pizarra, libro de texto y libros de actividades de la PAU. -Utiliza bolígrafos para simular tres vectores en el espacio. -Ha utilizado puntualmente la pizarra digital en el pasado pero indica que no ha encontrado beneficio.
<b>14.</b>	Criterios de evaluación de Geometría.	-Pruebas escritas con ejercicios de la PAU.
<b>15.</b>	Coordinación currículo Geometría con su aplicación en currículo física.	-Van por caminos separados. -El propio alumno es quien se encarga de relacionarlos.
<b>16.</b>	Opinión sobre realización de actividades de investigación guiada como la Webquest.	-Son muy difíciles de poner en práctica cuando hay diversidad de rendimientos. -Los que no tienen interés en los estudios no funcionan en las actividades en grupo. -Es muy difícil mantener la disciplina. -Es interesante si el grupo de alumnos es reducido y tiene interés en el aprendizaje.
<b>17.</b>	Recursos para participar en una Webquest.	-Disponen de aula informática.

Nota: Entrevista Tutor Matemáticas 2º Bachillerato, IES El Quint, Riba-Roja. Fuente: Elaboración propia.

Para realizar las entrevistas se solicitó autorización a los jefes de estudio de ambos centros, cuyo número de alumnos está entre 400 y 450.

#### **4.4. Análisis de resultados de las entrevistas**

Lo primero que llama la atención es el escaso número de alumnos que hay en la asignatura de Matemáticas II. Los profesores indican que cada vez son menos, y según sus creencias esto es debido a que consideran este itinerario más complicado y los alumnos, en general, no tienen interés por esforzarse.

En segundo lugar, hay que destacar que la enseñanza de la asignatura se centra exclusivamente en los contenidos y actividades necesarias para aprobar la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU). De este modo, cualquier actividad que no sea realizar este tipo de ejercicios se considera fuera de lugar. Esta práctica es extensible a las actividades de evaluación y los criterios de evaluación, ya que en los exámenes que se realizan durante el curso sólo se evalúan las competencias que se evalúan en la PAU.

Respecto a las dificultades que encuentran en el aprendizaje de Geometría en el espacio, los profesores son conocedores de que sus alumnos tienen dificultades en la visión espacial y aunque los centros en los que se han realizado las entrevistas disponen de los recursos materiales necesarios para realizar actividades con TIC, sólo el profesor del IES San Antonio de Benagéber utiliza puntualmente la pizarra digital, aunque concreta que de momento no la ha utilizado para 3D.

En ambos centros se descarta la posibilidad de realizar actividades innovadoras, incluyendo una Webquest, a pesar de que el grupo del IES San Antonio de Benagéber de este curso académico tiene muy buen rendimiento en Matemáticas y el profesor piensa que a los alumnos les resultaría interesante y motivador salir de la rutina, y que tienen capacidad para ello.

Respecto de la coordinación del currículo de Matemáticas con el de otras asignaturas afines se preguntó en concreto por el currículo de Física. Los profesores consideran que los currículos de Matemáticas y Física no están coordinados, pero indican que es así como están concebidos en la legislación. Según la docente del IES el Quint de Riba-Roja cada asignatura va por su lado y son los alumnos los que se encargan de relacionar los conceptos.

Por último, el docente del IES San Antonio de Benagéber, cuya especialidad en la carrera universitaria fue la Geometría, fue explícito al concretar que una de las dificultades de los alumnos en el bloque de Geometría era el cálculo de volúmenes mediante cálculo vectorial. Esta observación ha sido tenida en cuenta en la propuesta práctica y por ello se han seleccionado dichos contenidos para su aprendizaje.

## **5. Propuesta práctica**

### **5.1. Introducción**

Esta propuesta tiene como objetivo didáctico que los alumnos sean capaces de asimilar con más eficacia los conceptos relacionados con la aplicación del cálculo vectorial y su representación en formato gráfico. En este sentido y para adquirir compresión tridimensional se procede a realizar la propuesta de una Webquest que cierre el bloque de Geometría. El conjunto de actividades que engloba requiere de los conocimientos que el alumno ha ido adquiriendo a lo largo de las unidades didácticas que conforman dicho bloque.

La finalidad es que el alumno sea capaz de descubrir trabajando en un grupo cooperativo una aplicación práctica del cálculo vectorial. Para ello se ha optado por el diseño de una Webquest llamada *Volumen de un rascacielos inclinado*, que como se ha comentado utiliza la metodología de investigación guiada a través de internet en grupos de aprendizaje cooperativo.

### **5.2. Objetivos**

#### **5.2.1. Objetivos generales**

Los objetivos generales de la propuesta didáctica son aquellos que se especifican en el Real Decreto 1467/2007 para la asignatura de Matemáticas en la modalidad de Ciencias y Tecnología (Matemáticas II) y que se recogen en el Cuadro N° 9.

#### **5.2.2. Objetivos específicos de la propuesta**

Los objetivos específicos de la Webquest (Cuadro N° 10) están relacionados con los contenidos del bloque de Geometría y con las habilidades que deben adquirir los alumnos con dicha actividad.

**Cuadro N° 9. Objetivos generales de Matemáticas II.**

<b>OBJETIVOS GENERALES DE MATEMÁTICAS II</b>	
<b>1.</b>	Comprender y aplicar los conceptos y procedimientos matemáticos a situaciones diversas que permitan avanzar en el estudio de las propias matemáticas y de otras ciencias.
<b>2.</b>	Considerar las argumentaciones razonadas y la existencia de demostraciones rigurosas sobre las que se basa el avance de la ciencia y la tecnología, mostrando una actitud flexible, abierta y crítica ante otros juicios y razonamientos.
<b>3.</b>	Utilizar las estrategias características de la investigación científica y las destrezas propias de las matemáticas para realizar investigaciones y en general explorar situaciones y fenómenos nuevos.
<b>4.</b>	Apreciar el desarrollo de las matemáticas como un proceso íntimamente relacionado con el de otras áreas del saber.
<b>5.</b>	Emplear los recursos aportados por las tecnologías actuales para obtener y procesar información y facilitar la comprensión de fenómenos dinámicos.
<b>6.</b>	Utilizar el discurso racional para plantear acertadamente los problemas, justificar procedimientos, encadenar coherentemente los argumentos, comunicarse con eficacia y precisión, detectar incorrecciones lógicas y cuestionar aseveraciones carentes de rigor científico.
<b>7.</b>	Mostrar actitudes asociadas al trabajo científico y a la investigación matemática, tales como la visión crítica, la necesidad de verificación, el interés por el trabajo cooperativo y el cuestionamiento de las apreciaciones intuitivas.
<b>8.</b>	Expresarse verbalmente y por escrito en situaciones susceptibles de ser tratadas matemáticamente.

Nota: Objetivos generales de Matemáticas II. Fuente: BOE núm. 266 (2007, p. 45449).

**Cuadro N° 10. Objetivos específicos de la propuesta.**

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA</b>	
<b>1.</b>	Representar puntos en el espacio a partir de sus coordenadas.
<b>2.</b>	Obtener vectores a partir de las coordenadas de los puntos inicial y final.
<b>3.</b>	Calcular el producto mixto de tres vectores.
<b>4.</b>	Utilizar el producto mixto para calcular el volumen de un cuerpo geométrico.
<b>5.</b>	Representar gráficamente cuerpos geométricos tridimensionales.
<b>6.</b>	Participar de forma cooperativa en el trabajo del grupo.
<b>7.</b>	Demostrar autonomía en el aprendizaje mediante la investigación guiada.
<b>8.</b>	Utilizar Internet para buscar información y saber identificar la que es relevante.
<b>9.</b>	Extrapolar el conocimiento matemático a una realidad arquitectónica.
	Utilizar herramientas informáticas como un navegador, un procesador de texto o una herramienta para realizar gráficos.

Nota: Objetivos específicos de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. Marco curricular de la propuesta práctica

Como ya se ha comentado con anterioridad, la Webquest que se propone se incluye dentro del bloque de Geometría. Puesto que se realiza el cálculo de volúmenes utilizando producto mixto de vectores, se ubica en la parte final de los contenidos de dicho bloque. Además de adquirir nuevos conocimientos, los alumnos necesitan utilizar los conocimientos recién adquiridos de modo que la Webquest permita afianzarlos.

El bloque de Geometría, dividido en tres unidades didácticas, se temporaliza como indica el Cuadro N° 11 para incluir la actividad Webquest en la parte final de la unidad de *Problemas métricos*. Las sesiones son de 55 minutos, de modo que la Webquest ocuparía las cinco últimas sesiones.

**Cuadro N° 11. Temporalización del bloque de Geometría**

UNIDAD DIDÁCTICA	TEMPORALIZACIÓN
Vectores en el espacio	8 sesiones
Puntos, rectas y planos en el espacio	8 Sesiones
Problemas métricos	10 sesiones

*Nota:* Temporalización del bloque de Geometría. Fuente: Elaboración propia.

La posición natural del bloque de Geometría en el curso es el segundo trimestre siguiendo la legislación marco, si bien hay profesorado que en la programación anual adelanta el bloque de Análisis Matemático dejando la Geometría para el tercer trimestre. Cómo ejemplo de este cambio se ha revisado la programación del curso 2013-2014 del IES Vicente Núñez (Andalucía) disponible en Internet, que además se ha utilizado como modelo para detallar objetivos y contenidos.

Para ver la ubicación de la Webquest con más detalle se muestra en el Cuadro N° 12 la temporalización por sesiones de los contenidos de la unidad didáctica *Problemas métricos*. En color naranja se resaltan las sesiones que se destinarían a la realización de la propuesta práctica indicando el contenido principal que se trabaja en la misma.

Aunque el contenido principal que se trabaja en la Webquest sea el aprendizaje del cálculo del volumen de un paralelepípedo utilizando el producto mixto de tres vectores, a lo largo de las actividades que engloba se trabajan otros contenidos que se han estudiado en el bloque de Geometría. Estos contenidos específicos se recogen en el Cuadro N° 13.

**Cuadro Nº 12. Temporalización unidad didáctica Problemas Métricos.**

UNIDAD DIDÁCTICA: PROBLEMAS METRICOS	
SESIONES	CONTENIDOS
1 <sup>a</sup>	-Ángulo entre rectas y planos -Distancia entre dos puntos
2 <sup>a</sup>	-Distancia entre un punto y una recta. -Distancia entre rectas.
3 <sup>a</sup>	-Distancia entre un punto y un plano. -Distancia entre planos.
4 <sup>a</sup>	-Área de un triángulo y un paralelogramo
5 <sup>a</sup>	-Volumen de un tetraedro.
6 <sup>a</sup> -10 <sup>a</sup>	-Volumen de un paralelepípedo

Nota: Temporalización unidad didáctica Problemas Métricos. Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro Nº 13. Contenidos específicos de la Webquest.**

CONTENIDOS ESPECÍFICOS DE LA WEBQUEST	
CONTENIDOS CONCEPTUALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sistema de referencia. Coordenadas de un vector.</li> <li>-Base ortonormal en el espacio.</li> <li>-Producto mixto de tres vectores. Propiedades.</li> <li>-Coordenadas de un punto.</li> <li>-Distancia entre dos puntos.</li> <li>-Distancia de un punto a una recta.</li> <li>-Volumen de un paralelepípedo.</li> </ul>
CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Representación de puntos en el espacio.</li> <li>-Obtención de un vector a partir de las coordenadas de los puntos inicial y final.</li> <li>-Determinación del producto mixto.</li> <li>-Cálculo de la distancia entre dos puntos a partir de sus coordenadas.</li> <li>-Cálculo de la distancia entre un punto y una recta utilizando producto vectorial.</li> <li>-Obtención de volúmenes utilizando producto mixto.</li> </ul>

Nota: Contenidos específicos de la Webquest. Fuente: Elaboración propia.

## 5.4. Metodología de enseñanza previa a la Webquest

La metodología que se propone previa al comienzo de la Webquest para la enseñanza de los contenidos de las unidades didácticas de Geometría se basa en la participación activa de los alumnos. Para ello se invierten unos 10 minutos al comienzo de cada sesión en una breve explicación de contenidos con apoyo de la pizarra tradicional y de la pizarra digital para la visualización de los objetos geométricos en 3D. La explicación no debe extenderse mucho para no perder la atención de los alumnos y así cederles inmediatamente el protagonismo mediante la realización de ejercicios de práctica de los contenidos recién explicados. Los alumnos deben realizar los ejercicios

de forma individual pero comentando los pasos con el compañero o compañeros que estén sentados a su lado para poder ayudarse mutuamente y aprovechar la zona de desarrollo próximo de los estudiantes del mismo curso. El profesor debe moverse por el aula para realizar seguimiento de la evolución del alumnado y resolver posibles dudas. Cada ejercicio debe corregirse en la pizarra para que los alumnos puedan autoevaluarse o se pueden introducir las resoluciones en la plataforma web del centro, si se dispone de ella, de modo que puedan autoevaluarse desde sus casas.

Al comienzo de la 6<sup>a</sup> sesión de la unidad didáctica de *Problemas métricos* se puede proceder al comienzo de la Webquest, cuya metodología se expone a continuación.

## 5.5. Metodología de la Webquest

### 5.5.1. Temporalización y recursos materiales

Para la realización de la Webquest se deben seguir ciertas fases que el alumno debe conocer. Así mismo, se deberá tener en cuenta la temporalización para que sirva de guía a los alumnos en el control del tiempo de trabajo.

Como ya se ha comentado, la Webquest está preparada para ser realizada en 5 sesiones de 55 minutos. En el Cuadro N<sup>º</sup> 14 se relaciona cada sesión con la fase en que debe estar el trabajo para cumplir con el tiempo previsto.

El alumno de cada equipo que sea asignado como responsable tendrá que tener en cuenta esta tabla para planificar y coordinar las tareas, como se especificará más adelante en el Cuadro N<sup>º</sup> 15.

**Cuadro N<sup>º</sup> 14. Temporalización de la Webquest.**

SESIÓN	FASE DE LA WEBQUEST
1 <sup>a</sup>	-Formación de grupos. -Presentación del tema -Asignación de roles y tareas.
2 <sup>a</sup>	-Lectura del contenido de la Webquest. -Primeros pasos del Procedimiento.
3 <sup>a</sup>	-Últimos pasos del Procedimiento.
4 <sup>a</sup>	-Realización de la Tarea final.
5 <sup>a</sup>	-Realización de la Tarea final.

Nota: Temporalización de la Webquest. Fuente: Elaboración propia.

Al ser un trabajo que se realiza utilizando Internet, los alumnos deben disponer de al menos un ordenador por cada grupo con conectividad a la red, aunque sería más conveniente disponer de uno por cada alumno para agilizar el trabajo. Para la realización de la tarea final también necesitan ordenadores para utilizar un procesador de texto y un programa para representación de gráficos en 3D, si optan por esta opción.

El resto de recursos necesarios son los habituales de un aula, como pizarra tradicional, papel y bolígrafos.

### **5.5.2. Formación de los grupos**

Para llevar a cabo esta propuesta se recomienda formar grupos de 3 personas, que serían grupos formales porque se organizan expresamente para trabajar de forma cooperativa durante varias sesiones. Los grupos deben conformarse de forma heterogénea, atendiendo a las características de los alumnos que arroje un test sociométrico. Además, suele haber alumnos con diferentes capacidades que el profesor puede tener en cuenta. El profesor debe haber organizado estos grupos previamente de modo que en la primera sesión sólo tenga que anunciarlos.

Los miembros del grupo deben sentarse juntos, de forma que puedan dialogar con un tono de voz moderado sin molestar al resto de grupos.

### **5.5.3. Presentación del tema y asignación de roles**

En la primera sesión, con los grupos ya formados, el profesor debe presentar a los alumnos el trabajo que han de realizar y cuáles son los objetivos de la propuesta. En primer lugar se tiene que explicar qué es una Webquest, cómo está estructurada y qué se espera de ellos, dejando claro que el rol del docente será el de orientador y facilitador de recursos. En segundo lugar se debe realizar la asignación de roles y tareas para dar comienzo la Webquest.

Los roles a repartir entre los alumnos de cada grupo son: un *responsable*, un *diseñador* y un *recopilador* de información. Las funciones de cada uno están especificadas en el Cuadro Nº 15.

El profesor debe asignar en la medida de lo posible el rol de diseñador a la persona que considere más capacitada para el dibujo o que tenga habilidades en el uso de herramientas de representación de gráficos 3D, y el rol de responsable a la persona que sea más organizada o tenga más capacidad de liderazgo.

**Cuadro Nº 15. Roles y sus funciones.**

ROL	FUNCIONES	FUNCIONES COMUNES
<b>Responsable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coordinar el trabajo del grupo.</li> <li>-Controlar el tiempo empleado en cada tarea.</li> <li>-Moderar los debates y asegurarse de que no se eleve el tono de voz.</li> <li>-Apoyar a los compañeros en la realización de sus funciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Navegar por las páginas web recomendadas y localizar la información relevante en cada parte del proceso.</li> <li>-Comunicar la información que ha detectado como relevante al resto del grupo para debatirla.</li> </ul>
<b>Recopilador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Recopilar toda la información relevante que se vaya encontrando para tenerla disponible al realizar la tarea final.</li> <li>-Escribir el documento final.</li> </ul>	
<b>Diseñador</b>	-Realizar la representación gráfica.	

Nota: Roles y sus funciones. Fuente: Elaboración propia.

#### **5.5.4. Estructura de la Webquest**

La Webquest se ha realizado con la herramienta PHP Webquest ([www.phpwebquest.org](http://www.phpwebquest.org)), diseñada por el Dr. Antonio Temprano, que permite insertar contenidos de forma sencilla y alojar el producto resultante en un servidor de modo que esté disponible para todos los internautas. En este apartado se ilustran las diferentes partes en que está dividida su estructura (disponible actualmente en: [http://phpwebquest.org/newphp/webquest/soporte\\_tablon\\_w.php?id\\_actividad=85290&id\\_pagina=1](http://phpwebquest.org/newphp/webquest/soporte_tablon_w.php?id_actividad=85290&id_pagina=1))

**Volumen de un rascacielos inclinado**

INTRODUCCIÓN    TAREAS    PROCESO    EVALUACIÓN    CONCLUSIONES



**INTRODUCCIÓN**

¿Habéis oido hablar de las Torres Kio?

Su forma geométrica os resultará familiar porque la habéis estudiado en Matemáticas. Vamos a utilizarla como modelo para calcular volúmenes utilizando el cálculo vectorial.

Webquest elaborada por Beatriz Cano Coloma con PHPWebquest

*Imagen Nº 1. Introducción de la Webquest. Fuente: Elaboración propia.*

La primera parte es la *Introducción*, que se incluye en la página de inicio (Imagen Nº 1), en la que se presenta brevemente la temática que se va a desarrollar. Cada equipo debe leerla para saber sobre qué tratará el trabajo que deben realizar. En este caso se trata de aplicar el cálculo vectorial al cálculo de volúmenes de un paralelepípedo. Se han utilizado como ejemplo de dicha figura geométrica las Torres Kio por su atractivo estético, por lo que se espera que los alumnos se familiaricen con estos rascacielos al finalizar las actividades.

## Volumen de un rascacielos inclinado

[INTRODUCCIÓN](#) [TAREAS](#) [PROCESO](#) [EVALUACIÓN](#) [CONCLUSIONES](#)



### TAREAS

Vuestra tarea será analizar la forma geométrica de las Torres Kio para poder calcular su volumen utilizando cálculo vectorial. Para ello debéis organizaros en grupos de tres personas.

Al finalizar la tarea tenéis que entregar un informe de los resultados de vuestra investigación que deberá recoger los siguientes elementos:

- ¿Qué son las Torres Kio?
- ¿Qué forma geométrica tienen? ¿Cómo es la base?
- Suponiendo que tenemos una maqueta a pequeña escala, realizar la representación gráfica de la torre de la izquierda de la foto.
- Obtención de los vectores que se necesitan para calcular su volumen.
- Cálculo del volumen.
- Verificación del cálculo comparándolo con el que se obtiene a partir del área de la base y la altura.
- Si desplazamos el rascacielos de modo que los vértices tengan distintas coordenadas, ¿qué pasa con el volumen? Realizar la justificación utilizando cálculo vectorial.

Webquest elaborada por Beatriz Cano Coloma con PHPWebquest

Imagen Nº 2. Tareas de la Webquest. Fuente: Elaboración propia.

La segunda parte es *Tareas*, donde se da una descripción detallada del trabajo que los alumnos deben realizar para presentar los resultados. En este caso se solicita una única tarea que consiste en la presentación final de un documento escrito que debe recoger diferentes apartados tal y como se muestra en la Imagen N° 2. Los apartados detallados sirven como guía o ayuda para que los alumnos sepan cómo estructurar el documento final que deben realizar.

La tercera parte es el apartado *Proceso*. En él se detallan los pasos que el equipo debe seguir. En la Imagen N° 3 se observa cómo se dan las instrucciones de forma detallada de cada fase del proceso. En esta página se aportan algunos de los datos que los alumnos necesitan para calcular el volumen de un paralelepípedo, como las coordenadas de tres de los vértices. Otra información deben obtenerla de los enlaces recomendados al final de la página, como por ejemplo que la base del rascacielos es cuadrada. El resto de datos tendrán que calcularlos, para lo que también se incorporan enlaces que conducen a explicaciones teóricas.

Cada equipo debe leer con detenimiento los distintos pasos del proceso y a continuación el responsable puede comenzar el reparto de tareas que corresponde al rol asignado a cada miembro. También debe tener presente la temporalización que el profesor dio en la presentación inicial.

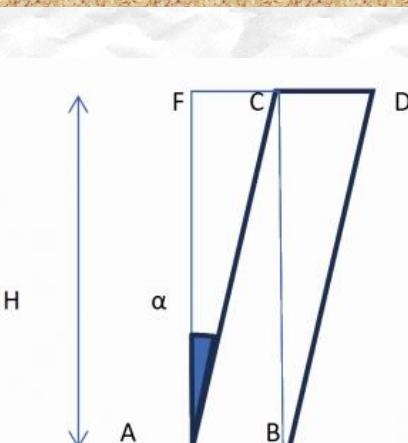
Durante el desarrollo del proceso se darán cuenta de que no existe una única manera de obtener o calcular algunos de los datos que necesitan para completar la actividad, por lo que en determinados momentos deberán deliberar sobre las distintas opciones matemáticas que existen y decidir cuál es la más apropiada. Por ejemplo, el cálculo de la altura de la maqueta del rascacielos puede realizarse por simple constatación visual en un gráfico, aplicando el concepto de distancia de un punto a una recta o el de distancia entre dos puntos. Incluso se puede usar el teorema de Pitágoras.

En el último de los pasos se detalla cómo debe realizarse la presentación final. Se puede observar que se deja libertad de elección a los alumnos sobre el uso de TIC como apoyo en la representación gráfica, que será otro punto importante a deliberar. Esta libertad se da porque los alumnos pueden no estar familiarizados con un software que permita este tipo de gráficos o, por el contrario, puede resultarles mucho más sencillo que realizarlo a mano. Por ello, se deja que cada grupo elija en función de las capacidades de sus integrantes y así gestione sus recursos humanos. Son los propios alumnos los que deben evaluar las capacidades individuales y grupales a la hora de tomar una decisión. No obstante, por si quieren realizar el gráfico con la ayuda de un software específico se les proporciona un enlace a la versión Beta de GeoGebra 5 que

aunque a día de hoy está inconclusa permite trabajar en 3D y se puede descargar de forma gratuita. En el Anexo II se explica el modo de realizar el gráfico requerido con el software GeoGebra y se muestra una vista del resultado.

## Volumen de un rascacielos inclinado

INTRODUCCIÓN TAREAS PROCESO EVALUACIÓN CONCLUSIONES



The diagram shows a vertical axis with an upward arrow labeled 'H' and a downward arrow. A profile of a skyscraper is shown, labeled with vertices A, B, C, D, E, F. A vertical line segment connects A and C. A horizontal line segment connects C and D. A diagonal line segment connects D and E. A vertical line segment connects E and F. A diagonal line segment connects F and A. A small blue shaded triangle is at the base, with vertices at A, B, and a point on the vertical axis below A. The angle between the vertical axis and the line AB is labeled  $\alpha$ .

### PROCESO

Para la realización de la tarea debéis seguir las siguientes fases:

1. Visitar las páginas web que se recomiendan.
2. Localizar en cada una de ellas la información relevante para la tarea.
3. Apuntar la información y guardar imágenes que os puedan ser útiles para el informe final.
4. Utilizar como ayuda para la representación gráfica el perfil del rascacielos de la imagen, teniendo en cuenta las coordenadas de los puntos A(0,0,0), B(0,3,0), C(0,3,9), siendo todas las medidas en cm. Habrá que obtener el resto de coordenadas.
5. Calcular el volumen de forma vectorial. Para ello se deben obtener los vectores necesarios a partir de las coordenadas de los vértices.
6. Comparar el resultado con el que se obtiene de la fórmula no vectorial.
7. Manteniendo las mismas proporciones se traslada el rascacielos de modo que el vértice A tenga las coordenadas A(0,2,0). Obtener el resto de coordenadas y calcular el volumen mediante cálculo vectorial.
8. Presentar por escrito los resultados utilizando un procesador de texto. La representación gráfica se puede realizar a mano en papel cuadriculado o con un programa especializado como GeoGebra.

**ENLACES RECOMENDADOS:**

Sobre las Torres Kio  
Desplegable de una torre  
Geometría analítica: áreas y volúmenes  
Interpretación geométrica del producto mixto  
Fórmulas volumen cuerpos geométricos  
GeoGebra 5 (versión Beta)

Webquest elaborada por Beatriz Cano Coloma con PHPWebquest

Imagen N° 3. Proceso de la Webquest. Fuente: Elaboración propia.

La lista de enlaces que se incluyen en la parte inferior de la sección *Proceso* corresponde a lo que en la estructura típica de una Webquest sería la sección *Recursos*. Juntar ambas secciones en la misma página es una característica particular del programa PHP Webquest. Estos enlaces conducen a las páginas web que los alumnos deben visitar en el primer paso del *Proceso*. En ellos encontrarán la información que necesitan para realizar el resto de los pasos, con independencia de que además quieran buscar otra información en su libro de texto o en otras páginas web.

The screenshot shows a Webquest page with a corkboard background. At the top, there is a navigation bar with five tabs: INTRODUCCIÓN, TAREAS, PROCESO, EVALUACIÓN, and CONCLUSIONES. The 'EVALUACIÓN' tab is currently selected, indicated by a red underline and a pushpin icon above it. The main content area is titled 'EVALUACIÓN' in bold capital letters. Below the title, there is a text box containing the following evaluation criteria:

El trabajo se evaluará a partir de la presentación final de conclusiones. Para ello se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Grado de exactitud de las conclusiones (3 puntos).
- Calidad y corrección de la representación gráfica (3 puntos).
- Calidad de la presentación escrita: inclusión de todos los apartados, corrección en el uso del lenguaje matemático y corrección ortográfica (3 puntos).

At the bottom of the page, there is a small footer text: 'Webquest elaborada por Beatriz Cano Coloma con PHPWebquest'.

Imagen Nº 4. Evaluación de la Webquest. Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener en cuenta que con el tiempo los enlaces pueden dejar de funcionar y es necesario realizar un mantenimiento de modo que de vez en cuando se prueben y si es necesario se sustituyan por otros nuevos. Por ello conviene que el propio profesor sea el diseñador de la Webquest y de este modo pueda administrarla.

La siguiente pestaña corresponde al apartado de *Evaluación*, donde se detallan los criterios que el profesor va a seguir para evaluar el trabajo realizado (Imagen Nº 4). Se observa que la evaluación tendrá en cuenta tres partes. El equipo tendrá que tener claros en todo momento los criterios de evaluación para trabajar acorde a ellos.

Por último, el apartado *Conclusiones* (Imagen Nº 5) recoge una idea final que resume los aspectos más importantes trabajados y que cierra el contenido que se expuso en la *Introducción*, e invita a los alumnos a reflexionar sobre la experiencia y a realizar

sugerencias de mejora. Esta retroalimentación permite realizar ajustes o mejoras para la siguiente utilización.

**Volumen de un rascacielos inclinado**

**INTRODUCCIÓN** **TAREAS** **PROCESO** **EVALUACIÓN** **CONCLUSIONES**

**CONCLUSIONES**

Habéis visto la importancia que tiene la aplicación de la Geometría en nuestro entorno. Las figuras geométricas nos rodean y a través de esta Webquest habéis trabajado con un ejemplo arquitectónico, con el que ahora estáis familiarizados. Como veis, las Torres Kio son unos rascacielos emblemáticos de la ciudad de Madrid y su singularidad os ha permitido analizarlos desde las Matemáticas.

¿Se os ocurren nuevas ideas para enriquecer esta actividad?

Vuestras sugerencias son bienvenidas.

**CRÉDITOS**

Las imágenes utilizadas para la elaboración de la Webquest han sido extraídas de:

<http://www.ionlitio.com/las-torres-kio/>

<http://www.manualidades.cc/maqueta-recortable-de-la-torre-picasso-de-madrid/>

<http://triangulosenarquitectura.wordpress.com/caso-practico/>

Webquest elaborada por Beatriz Cano Coloma con PHPWebquest

*Imagen Nº 5. Conclusiones de la Webquest. Fuente: Elaboración propia.*

En esta página se han incluido además los enlaces de los que se han extraído las imágenes utilizadas en el diseño de la Webquest, a falta de una pestaña de *Referencias* o *Créditos* de la que la herramienta PHP Webquest no dispone.

Al finalizar la Webquest se espera que los alumnos hayan aprendido no sólo contenidos matemáticos, sino la extrapolación de los mismos a otro entorno y algunas destrezas que la actividad fomenta respecto del uso de TIC y de Internet, respecto de la expresión escrita y gráfica y respecto del trabajo en grupo de forma autónoma.

## **6. Aportaciones del trabajo**

El presente trabajo aporta principalmente una metodología basada en la investigación guiada a través de Internet como apoyo a la enseñanza de cálculo vectorial a alumnos de 2º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología. De las posibilidades que existen dentro de este tipo de metodología se ha creado una Webquest para que los alumnos, trabajando en pequeños grupos, puedan aprender los contenidos seleccionados y extrapolarlos a un contexto arquitectónico de una forma autónoma en la que el profesor actúa de mediador.

Esta metodología ofrece al alumno la posibilidad de descubrir contenidos y transformarlos en conocimiento mediante el manejo de información de Internet que, si bien se facilita, no es explicada por el profesor. De este modo es el propio alumno quien, interaccionando con los miembros de su equipo, debe procesar la información y extraer aquello que resulte relevante para el cumplimiento de los objetivos. Además, debe juzgar de modo crítico la información, explorando situaciones y fenómenos nuevos y buscando la mejor estrategia matemática para hallar la solución de los problemas planteados. Para concluir, se presenta al alumno una ocasión de expresar por escrito resultados de problemas que deben ser tratados matemáticamente.

En definitiva, se aporta una metodología que, avalada por múltiples investigaciones como muestra el marco teórico, está muy bien alineada con los objetivos que se plantean en el Anexo I del Real Decreto 1467/2007 en relación con las Matemáticas de Bachillerato (Cuadro Nº 9).

## 7. Discusión

En este trabajo se ha encontrado armonía entre los estudios sobre educación, la legislación y las creencias del profesorado en lo referente al uso de la investigación guiada, en concreto de una herramienta Webquest. Sin embargo, a la hora de la implantación de metodologías innovadoras en el aula encontramos una gran discrepancia entre la teoría y la práctica.

En primer lugar, se observó en el periodo de prácticas que en el centro educativo no había variedad alguna de metodologías. Por otro lado, aunque los profesores indican en los cuestionarios que la metodología expuesta en este trabajo es enriquecedora para los alumnos se observa que son muy pocos los que la llevan a la práctica. Por último, las entrevistas personales han mostrado que no hay predisposición a la innovación en educación en los cursos de Bachillerato en general y en el segundo curso en particular, a pesar de disponer de los recursos materiales necesarios.

Podemos argumentar varias razones para esta discrepancia. Respecto del uso de TIC los docentes necesitan una serie de prácticas o saberes instrumentales que en muchos caso no poseen (Landau, 2006). Respecto del trabajo grupal, como ya se comentó, se requiere una pericia en el aula que se adquiere poco a poco, dando pequeños pasos en esa línea (Johnson, Johnson y Holubec, 1999); pero si los pasos no se han ido dando no se puede de un día para otro implantar una actividad grupal que requiera pericia de manejo del trabajo cooperativo. Además, las entrevistas arrojan la preocupante idea de que en 2º de Bachillerato los profesores no están dispuestos a salirse de la ruta trazada con el único objetivo de preparar alumnos para la PAU, dejando de lado varios de los objetivos generales que la legislación marca para esta etapa. En definitiva, el rol de los educadores ha entrado en un terreno complejo en el que se espera de ellos un compromiso con las transformaciones sociales y culturales, pero a la vez se les exige alcanzar objetivos aparentemente contradictorios (Hargreaves, 2003).

Dada la importancia que los docentes tienen a la hora de promover propuestas innovadoras, deben recibir un apoyo sostenido que facilite su trabajo y este apoyo debe ser en todos los frentes: recursos materiales, formación, apoyo social y político, currículos viables, etc. Es necesario fomentar el aumento de docentes apasionados y con capacidad de liderar (Hargreaves, 2003).

## 8. Conclusiones

El objetivo principal que se planteó al comienzo del trabajo fue *proponer y exponer el uso de la herramienta Webquest para la enseñanza de cálculo vectorial a los alumnos de 2º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología*. Para cumplir este objetivo se plantearon varios objetivos específicos cuya consecución se analiza a continuación.

Respecto del primer objetivo específico, *analizar y exponer las dificultades de aprendizaje de Geometría en el espacio que presentan los alumnos de 2º de Bachillerato*, se ha procedido a sus consecución a través del estudio de la bibliografía y del trabajo de campo. En el marco teórico se ha expuesto que, según la literatura especializada, las dificultades radican en la visión espacial y en el tránsito de la geometría sintética a la geometría analítica. Por su parte, las entrevistas realizadas en el trabajo de campo confirman que la visión espacial es un problema con el que se encuentran en 2º de Bachillerato y añaden, respecto del cálculo vectorial, que los alumnos encuentran dificultades en el cálculo de volúmenes. Por tanto podemos afirmar que el primer objetivo específico se ha cumplido.

Respecto del segundo objetivo específico, *analizar y exponer el funcionamiento de una Webquest y sus ventajas en la enseñanza de matemáticas de Bachillerato*, se ha procedido a su consecución de nuevo a través de una investigación bibliográfica y del análisis del trabajo de campo que han permitido extraer la información necesaria. En el marco teórico se han expuesto los beneficios que aporta la metodología de una Webquest a la enseñanza de Matemáticas a través del funcionamiento de los cuatro pilares sobre los que se apoya: la investigación guiada, el uso de Internet, el trabajo cooperativo y la estructura singular de la actividad. En el trabajo de campo se ha realizado una encuesta a institutos del territorio nacional sobre las creencias que tiene el profesorado de Bachillerato sobre dos de los pilares de la Webquest mencionados: la investigación guiada y el trabajo cooperativo. Los resultados indican que un 97% de profesores de Matemáticas de Bachillerato opina que la metodología de investigación guiada es beneficiosa para los alumnos y un 95% opina que el trabajo cooperativo es también beneficioso, lo que muestra que las creencias del profesorado son favorables a esta metodología. Por tanto podemos afirmar que se ha conseguido el segundo objetivo específico.

Respecto del tercer objetivo específico, *analizar y exponer la viabilidad del empleo de una Webquest en la enseñanza de matemáticas de Bachillerato en los centros educativos españoles*, a partir de la investigación bibliográfica se ha expuesto en el marco teórico que existe cierta tendencia positiva en la implantación de TIC en los centros educativos españoles. Por otro lado, en el trabajo de campo, el cuestionario enviado a institutos de Educación Secundaria y Bachillerato del territorio nacional refleja una gran desigualdad en la viabilidad de metodologías que requieran el uso de Internet ya que sólo el 55% del profesorado de Matemáticas ha respondido afirmativamente a si los alumnos tienen acceso a ordenadores o tabletas con conectividad a Internet. Podemos concluir que en la actualidad el uso de una Webquest en la enseñanza de Matemáticas de Bachillerato es viable en algo más de la mitad de los institutos de Educación Secundaria y Bachillerato. Por tanto podemos afirmar que se ha conseguido el tercer objetivo específico.

Respecto del cuarto y último objetivo específico, *ilustrar el uso de la Webquest mediante una serie de actividades en las que los alumnos de 2º de Bachillerato deben relacionar las operaciones con vectores con el cálculo del volumen de un cuerpo geométrico*, se ha presentado una propuesta didáctica en la que se ubican los contenidos de la Webquest dentro del currículo de Geometría de 2º de Bachillerato de Ciencias y Tecnología. Se han concretado dichos contenidos en el uso del cálculo vectorial para el cálculo del volumen de un cuerpo geométrico de las mismas características que uno de los rascacielos de las Torres Kio, o lo que es lo mismo, un paralelepípedo de base cuadrada. En la propuesta práctica se ha ilustrado la estructura de esta Webquest. Así mismo, se ha dado forma a la misma mediante la herramienta PHP Webquest de modo que ha quedado alojada en su servidor para su utilización. Por tanto se considera que se ha conseguido el cuarto objetivo específico.

A lo largo del trabajo hemos constatado que esta herramienta de investigación guiada a través de Internet es muy versátil y ofrece un mundo de posibilidades en la docencia, aunque también hemos visto que se necesita de un fuerte compromiso por parte del profesorado para implantar este tipo de metodologías en las aulas y vencer el obstáculo que supone en 2º de Bachillerato la omnipresente PAU para el uso de metodologías innovadoras. No obstante, a través de los objetivos específicos se ha conseguido demostrar que la Webquest ofrece importantes ventajas al alumnado de Bachillerato en la enseñanza de Matemáticas, donde finalmente se ha podido presentar una propuesta relacionada con la enseñanza de cálculo vectorial. De este modo podemos afirmar que se ha conseguido el objetivo principal de *proponer y exponer el*

*uso de la herramienta Webquest para la enseñanza de cálculo vectorial a los alumnos de 2º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología.*

## 9. Limitaciones del trabajo

Para hablar de las limitaciones de este trabajo, se exponen las limitaciones que se han encontrado en las diferentes áreas de investigación.

En cuanto a la bibliografía, se ha encontrado poca literatura que abarque la etapa educativa concreta de Bachillerato. Por ello, en ocasiones, ha habido que extrapolar estudios realizados para 4º de la ESO o para los primeros cursos de la Universidad al contexto que nos ocupa.

En el trabajo de campo, la limitación ha venido provocada por el largo periodo vacacional de Pascua. El envío de cuestionarios se realizó el lunes 21 de abril de 2014, por lo que se decidió excluir aquellas comunidades autónomas en que los centros educativos estaban cerrados hasta el martes 29 de abril. Esto excluye la Comunidad Valenciana, que es donde se han llevado a cabo las entrevistas.

Respecto de las herramientas disponibles en castellano para el diseño de una Webquest se han revisado varias en las que el docente pueda introducir y modificar contenidos con bastante agilidad. Finalmente se ha optado por PHP Webquest por diversas razones. Sin embargo, se han encontrado algunas limitaciones al utilizarla. Por un lado es muy rígida en cuanto a la estructura, no permitiendo añadir pestañas, por lo que en algunas páginas se han tenido que agrupar dos secciones que hubiera sido preferible tener por separado. Por otro lado muchas de las utilidades en cuanto al formato de las fuentes y los párrafos no funcionaban correctamente. En concreto, se ha intentado con dos navegadores distintos, Safari y Google Chrome, la inserción de una rúbrica en el apartado *Evaluación* como la mostrada en el Anexo III y no se ha conseguido que funcionara la utilidad de inserción de tablas, por lo que se ha optado por realizar un breve resumen de los criterios de evaluación.

Por último, al no disponer de un grupo de alumnos con el que probar la Webquest no se ha recibido retroalimentación de los mismos para poder evaluarla o realizar ajustes.

## 10. Líneas de investigación futuras

Una posible línea de investigación futura, que complementaría este trabajo, sería un estudio sobre la puesta en práctica de la propuesta aquí realizada, que permitiría una evaluación de la eficacia de la metodología propia de las Webquest y de la herramienta diseñada. Se puede realizar en único centro, aunque es preferible probarla en varios centros porque el nivel de competencia matemática puede variar mucho de unos centros a otros o de un año a otro. Es necesario verificar que los centros dispongan de ordenadores con conectividad para los alumnos. La metodología a seguir en el aula sería la explicada en la propuesta práctica, por lo que habría que organizar a los alumnos en grupos que trabajen de forma autónoma.

Otra posible línea de investigación futura sería extender los contenidos de la Webquest a un conjunto más amplio de contenidos. Como primer paso, sería aconsejable extender los contenidos al cálculo de áreas y volúmenes mediante cálculo vectorial, por ser la extensión natural de la propuesta realizada en este trabajo. Pero si se quiere ser más ambicioso se propone extender los contenidos a toda la unidad didáctica de problemas métricos, tratando de exprimir las posibilidades que ofrece una aplicación como GeoGebra en la Geometría en el espacio. De esta manera, se puede constatar si se produce mejora significativa en el aprendizaje de los alumnos de esa unidad didáctica respecto a años anteriores.

Por otro lado, se sugiere la conveniencia de investigar en profundidad si 2º de Bachillerato, dado su carácter preparatorio para el examen de la PAU, es un curso en el que es posible compaginar la necesidad de terminar el temario con la introducción de metodologías innovadoras. En esta línea, habría que analizar el grado de disposición real a utilizar estas metodologías que tienen los docentes en activo en un número amplio de centros, pues en este trabajo sólo se han realizado dos entrevistas y se ha encontrado una predisposición muy escasa. Para ello se recomienda realizar un cuestionario a través de Internet en los centros educativos de Bachillerato de la propia provincia para localizar aquellos que disponen de las TIC necesarias. Una vez localizados, conviene visitarlos personalmente para realizar la entrevista a los profesores de 2º de Bachillerato sobre sus creencias en relación al uso de metodologías innovadoras y su predisposición a utilizarlas en este curso concreto.

## 11. Bibliografía

### 11.1. Referencias bibliográficas

- Abril, A.M., Romero, M., Quesada, A. y García, F.J. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 11(1), 22-33. Recuperado el 14 de abril de 2014 de: <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15710/3-445-abril.pdf?sequence=6>
- Adell, J. (2004). Internet en el aula: las Webquest. *Edutec. Revista electrónica de Tecnología Educativa*, 17. Recuperado el 10 de abril de 2014 de: [http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec17/adell\\_16a.htm](http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec17/adell_16a.htm)
- Bohórquez, L.A. (2004). Sobre las formas efectivas de incorporar el software Cabri-Geometrie en la enseñanza de conceptos geométricos en el bachillerato. *Revista de estudios sociales*, 19, 106-112. Recuperado el 2 de mayo de 2014 de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2349136>
- Brihuega Nieto, J. (1997). Las Matemáticas en el Bachillerato. *SUMA*, 25, 113-122. Recuperado el 14 de abril de 2014 de: <http://revistasuma.es/IMG/pdf/25/113-122.pdf>
- Camacho, M. (2011). Investigación en didáctica de las matemáticas en el bachillerato y primeros cursos de universidad. En Marín, M. G. Fernández, L. Blanco y M. Palarea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XV* (pp. 195-226). Simposio de la SEIEM. Ciudad Real: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Decreto 102/2008, de 11 de julio, por el que se establece el currículo de bachillerato en la Comunitat Valenciana. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana (15 julio 2008), núm. 5806, 71303-71547. Disponible en: [http://www.docv.gva.es/datos/2008/07/15/pdf/2008\\_8761.pdf](http://www.docv.gva.es/datos/2008/07/15/pdf/2008_8761.pdf)
- Domingo, J. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de Trabajo Social*, 21, 231-246. Recuperado el 16 de abril de 2014 de: <http://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/view/CUTS0808110231A/7531>
- Falcón, Ó. J., Falcón, R. M., Núñez, J. y Tenorio, A. F. (2009). Las Webquest como herramienta de apoyo para el profesor de Matemáticas de Secundaria y Bachillerato. *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 12(2), 347-367.

- Gallego, D. y Guerra, S. (2006). Las WebQuest y el aprendizaje cooperativo. Utilización en la docencia universitaria. *Revista complutense de educación*, 18(1), 77-94. Recuperado el 14 de abril de 2014 de: <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0707120077A/15720>
- Gascón, J. (2002). Geometría sintética en la ESO y analítica en el Bachillerato. ¿Dos mundos completamente separados? *SUMA*, 39, 13-25. Recuperado el 15 de abril de 2014 de: <http://revistasuma.es/IMG/pdf/39/013-025.pdf>
- Godino, J.D., Batanero, C. y Font, V. (2004). Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. En Godino, J.D. (Dir.), *Didáctica de la matemática para maestros* (pp. 5-154). Recuperado el 25 de abril de 2014 de: [http://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/9\\_didactica\\_maestros.pdf](http://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/9_didactica_maestros.pdf)
- Hargreaves, A. (2003). *Enseñar en la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Octaedro.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2013). *Pisa 2012. Informe español. Volumen I: Resultados y Contexto*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado el 14 de abril de 2014 de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumen.pdf?documentId=0901e72b81786310>
- Itzcovich, H. (2005). *Iniciación al estudio didáctico de la Geometría: de las construcciones a las demostraciones*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Johnson, D.W., Johnson, Roger T. y Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona: Paidós.
- Landau, M. (2006). Los docentes en la incertidumbre de las redes. En Palamidessi, M. (comp.), *La escuela en la sociedad de redes* (pp. 69-86). Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado (4 de mayo de 2006), núm. 106, 17158-17207. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>
- Lowther, D.L., Jones, M.G. y Plants, R.T. (2000). Preparing Tomorrow's teachers to use web-based Education. En A. B. (ED.), *Instructional and cognitive impacts of web-based education* (pp. 129-146). USA: Idea Group Publishing.
- Minner, D.D., Levy, A.J. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction - what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.

- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Núñez, J. C., González-Pienda, J. A., Álvarez, L., González-Castro, P., González-Pumarieta, S., Roces, C., ... y Rodrigues, L. S. (2005). Las actitudes hacia las matemáticas: perspectiva evolutiva. En *VIII Congreso Galaico-Portugués de Psicopedagogía* (pp. 2389-2396). Recuperado el 2 de mayo de 2014 de: <http://www.educacion.udc.es/grupos/gipdae/documentos/congreso/viicongresos/pdfs/291.pdf>
- Palamidessi, M. (2006). *La escuela en la sociedad de redes: una introducción a las tecnologías de la informática y la comunicación*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Pons, R. M., Serrano, J. M., y González Herrero, M. E. (2008). Aprendizaje cooperativo en matemáticas: Un estudio intracontenido. *Anales de psicología*, 24(2), 253-261. Disponible en: [http://www.um.es/analesps/v24/v24\\_2/08-24\\_2.pdf](http://www.um.es/analesps/v24/v24_2/08-24_2.pdf)
- Programación Didáctica Matemáticas II (2013). IES Vicente Núñez. Recuperado el 8 de mayo de 2014 de: [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-stic/14700390/helvia/sitio/index.cgi?wid\\_seccion=1&wid\\_item=12](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-stic/14700390/helvia/sitio/index.cgi?wid_seccion=1&wid_item=12)
- Pujolàs Maset, P. (2008). *9 ideas clave. El aprendizaje cooperativo*. Barcelona: Octaedro.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se establecen sus enseñanzas mínimas. Boletín Oficial del Estado (6 noviembre 2007), núm. 266, 45381-45477. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/11/06/pdfs/A45381-45477.pdf>
- Registro Estatal de Centros Docentes no Universitarios (s.f.). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Disponible en: <https://www.educacion.gob.es/centros/home.do>
- Resolución de 3 de agosto de 2009, sobre la aplicación del Programa Escuela 2.0. Boletín oficial del Estado (5 agosto 2009), núm. 188, 66903-66905. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2009/08/05/pdfs/BOE-A-2009-13026.pdf>
- Robertson, L., Davidson, N. y Dees, R. (1994). Cooperative learning to support thinking, reasoning, and communicating in mathematics, En S. Sharan (Ed.), *Handboook of Cooperative Learning Methods* (pp. 245-266). London: Greenwood Press. Recuperado el 27 de abril de 2014 de: <http://www.dm.unipi.it/perfezionamento/documenti/ApprendimentoCooperativo/CLandMathematics.pdf>

Temprano Sánchez, Antonio (2009). *Webquest: Aproximación práctica al uso de Internet en el aula*. Sevilla: MAD.

Villarroya, F. (1994). El empleo de materiales en la enseñanza de la Geometría. *Revista interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 21, 95-104. Recuperado el 14 de abril de 2014 de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=117840>

Williams, L. C. y Gómez-Chacón, I. M. (2007). Usos matemáticos de Internet para la enseñanza secundaria. Una investigación sobre WebQuests de Geometría. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 9, 17-34. Recuperado el 30 de abril de 2014 de: [http://www.fisem.org/www/union/revistas/2007/9/Union\\_009\\_007.pdf](http://www.fisem.org/www/union/revistas/2007/9/Union_009_007.pdf)

## **11.2. Bibliografía complementaria**

Álvarez Santonja, O. (2013). *Trabajo cooperativo en matemáticas: Enseñanza de sistemas de ecuaciones a alumnos de 4º de ESO mediante una red social*. Trabajo Fin de Máster para obtener el grado de Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato por la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Disponible en: [http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1946/2013\\_07\\_20\\_TFM\\_ESTUDIO\\_DEL\\_TRABAJO.pdf?sequence=1](http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1946/2013_07_20_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1)

Onrubia, J. (2005). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II*, 16. Recuperado el 17 de abril de 2014 de: [http://www.um.es/ead/red/M2/conferencia\\_onrubia.pdf](http://www.um.es/ead/red/M2/conferencia_onrubia.pdf)

Rodríguez, Gregorio, Gil, Javier y García, Eduardo (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Granada: Aljibe.

## 12. Anexos

### **Anexo I: Cuestionario profesores Matemáticas Bachillerato**

En este anexo se expone una copia del cuestionario realizado con la herramienta Survey Monkey y que fue enviado a 120 institutos mediante correo electrónico como parte del trabajo de campo realizado.

#### **1. ¿Cuántos años lleva practicando la docencia?**

- De 0 a 5 años
- De 5 a 10 años
- De 10 a 15 años
- Más de 15 años

#### **2. ¿Dispone de pizarra digital en el aula?**

- Sí, y la utilizo habitualmente
- Sí, pero no la utilizo habitualmente
- No

#### **3. ¿Disponen los alumnos de ordenadores o tabletas con conectividad a Internet?**

- Sí, en el aula ordinaria
- Sí, en el aula informática
- No

#### **4. ¿Considera que el uso de la investigación guiada en Matemáticas beneficia a los alumnos?**

- Si

No

**5. ¿Ha utilizado alguna vez una Webquest en la enseñanza de Matemáticas?**

Si

No

**6. ¿Considera que el trabajo cooperativo puede ayudar a los alumnos en su aprendizaje de Matemáticas?**

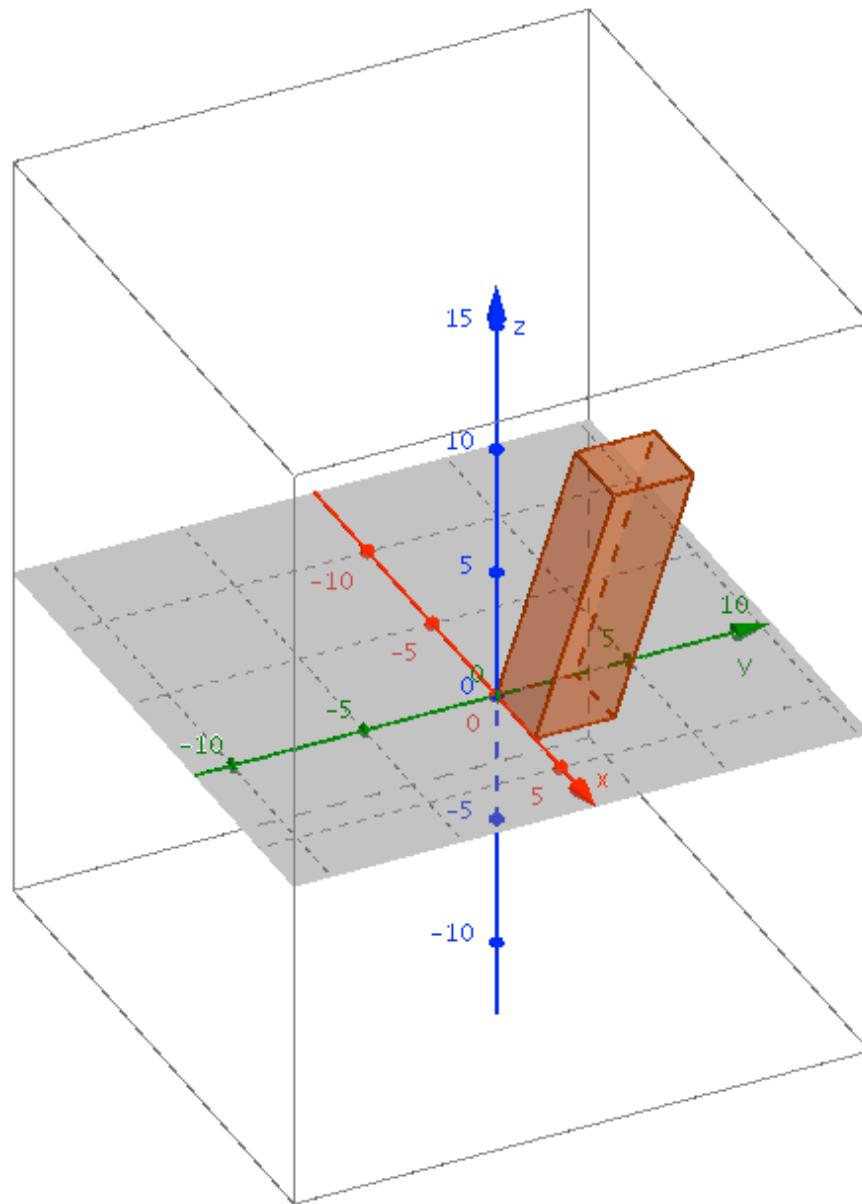
Si

No

Desarrollado por SurveyMonkey

## Anexo II: Representación gráfica con GeoGebra

En este anexo se explica una de las posibilidades de que dispone la herramienta GeoGebra para representar un paralelepípedo. En primer lugar se expone la instrucción general y a continuación se completa esta instrucción con los datos que proporcionan las actividades de la Webquest. Por último se muestra el resultado (Gráfica N° 9), al que se le ha aplicado una rotación para facilitar su visualización.



Gráfica N° 9. Representación de un paralelepípedo dadas las coordenadas de los vértices con GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

-*Instrucción general:*

Prisma[<Polígono>,<Punto>]

-*Instrucción aplicada al caso de las Webquest:*

Prisma[Polígono[(0,0,0),(3,0,0),(3,3,0),(0,3,0)],(0,3,9)]

-*Resultado:* Gráfica N° 9

### **Anexo III: Rúbrica para evaluar la realización de la Webquest.**

En el apartado de *Evaluación* de la Webquest se ha intentado introducir una rúbrica como la del Cuadro N° 16 con el fin de que los alumnos puedan tener una idea clara de los criterios de evaluación. Sin embargo, muchas de las utilidades de la herramienta PHP Webquest no funcionaban correctamente, en concreto la introducción de una tabla. Por este motivo, como en la Webquest no consta la rúbrica, se ha optado por presentarla en este anexo.

**Cuadro N° 16. Rúbrica de evaluación de la actividad Webquest.**

CATEGORÍA	3 EXCELENTE	2 BIEN	1 POR MEJORAR	0 SIN REALIZAR
<b>Presentación escrita</b>	Se incluyen todos los apartados. Hay corrección ortográfica y en el uso del lenguaje matemático	Se incluyen todos los apartados pero no hay suficiente corrección en el uso del lenguaje	No se incluyen todos los apartados	No se entrega la presentación escrita
<b>Exactitud de las conclusiones</b>	Todas las cuestiones planteadas están correctamente resueltas y argumentadas	La mayoría de las cuestiones planteadas están correctamente resueltas y argumentadas	Hay muy poca exactitud en las conclusiones	No se presenta la resolución de las cuestiones planteadas
<b>Calidad de la gráfica</b>	La representación gráfica es correcta. Los puntos están bien localizados en el espacio. Se ha realizado con esmero	La representación gráfica es correcta pero no se ha realizado con esmero	La representación gráfica es aproximada	No se realiza la representación gráfica o no tiene ningún parecido con lo que se pide

*Nota:* Rúbrica de evaluación de la actividad Webquest. Fuente: Elaboración propia.