

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

F. Zamora-Polo, F. Hipólito-Ojalvo, M. Alfaro-Domínguez

Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales. Escuela de Ingenierías Industriales.
Avda. de Elvas s/n 06006 (Badajoz)

Resumen

El objetivo que buscamos con la publicación de este artículo, es analizar el esfuerzo que le supone a los estudiantes una actividad práctica complementaria sobre Aprendizaje Basado en Problemas. Para ello, nos hemos centrado en los trabajos de la asignatura Construcciones Industriales de Quinto Curso de la titulación Ingeniero Industrial en la Universidad de Extremadura. El trabajo de campo fue estructurado en torno a las encuestas de los alumnos del último bienio, encontrándose que en general, ha sido una actividad bien recibida y mejor desarrollada, verdadera antesala a una competencia ingenieril en ciernes. En los sondeos mencionados, el estudiante ensalza sobremedida los apartados de la relación con la actividad profesional, y el desarrollo de competencias. Se pretende potenciar la capacidad de expresión del alumnado de forma oral y escrita, así como el trabajo en equipo.

Abstract

The objective we are seeking in this article is to analyze the effort that the students, have to carry out in a practical follow-up on problem-based learning. To do this, we have focused on the Industrial Construction subject for the fifth course of the Industrial Engineering degree in the Extremadura University. These practical projects were centered on students' surveys for the last two-year period, where we found that, in general, this activity has been welcomed with enthusiasm by the pupils who have researched and developed it at the same time. In that survey, we can see how the students praise for this kind of relation with the practical professional activity, and its competence in the labour market. In this way, we expect to promote the student expression capacity, in both speaking and writing, as well as teamwork.

Palabras clave/Keywords: Ingeniería Mecánica, Construcción, Competencias / Mechanical Engineering; Construction; Competences

Contacto/Corresponding autor: fzamora@unex.es

1. Introducción

La reciente implantación de las titulaciones adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) conlleva una modificación en el paradigma del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad. Se pretende que la actividad docente, hasta ahora centrada en los contenidos impartidos por el profesor, esté basada en el desarrollo de las competencias que adquiere el estudiante.

Siguiendo la definición propuesta por Mateos et al [1], entendemos el término competencia como la integración de los recursos cognitivos (conocimientos), conductuales (habilidades) y actitudes (valores). Se pretende, que el futuro profesional pueda relacionar y articular todos los saberes adquiridos en la Universidad, estando por tanto, preparado para su inserción en el mundo profesional, y en el ejercicio de una ciudadanía activa.

En trabajos anteriores [2, 3], hemos defendido la necesidad de un desarrollo equilibrado de las habilidades de los estudiantes; abarcando éstas, tanto las competencias específicas, como las transversales. Para el desempeño de una actividad profesional, resultan necesarias las destrezas propias del oficio (competencias específicas), así como aquellas otras, que estando también ligadas al desarrollo activo de la ciudadanía, son fundamentales para el devenir ordinario de la actividad profesional (competencias transversales). Nos referimos a la capacidad para expresarse en una lengua propia y extranjera de forma oral o escrita, y en la pericia para el trabajo en grupo o para emitir juicios de carácter moral, etc.

Existen multitud de actividades docentes, que pueden favorecer la adquisición de estas habilidades en los futuros egresados. Entre ellas numerosos autores destacan el estudio de caso [4], y el aprendizaje basado en problemas [5]. En el presente trabajo nos centraremos en esta última metodología educativa, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

1.1. Aprendizaje Basado en Problemas

Barrows [6] define el Aprendizaje Basado en Problemas, como un método para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, que se fundamenta en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de competencias.

Las características fundamentales del método son descritas por dicho autor en su implantación en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de McMaster (Canadá) (tabla 1).

Tabla 1. Características del Aprendizaje Basado en Problemas [6].

1. El aprendizaje está centrado en el alumno.
2. El aprendizaje se produce en pequeños grupos.
3. Los profesores son facilitadores o guías en este proceso.
4. Los problemas son un vehículo para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.
5. La nueva información se adquiere a través de un aprendizaje autodirigido.

Los pasos que se deben seguir en el desarrollo de una actividad de ABP son: la presentación del problema o diseño seleccionado, la identificación de las necesidades de aprendizaje, la adquisición por parte de los estudiantes, de las competencias necesarias con la ayuda del profesor, terminando con la resolución del problema, e identificación de las nuevas necesidades de aprendizaje (Figura 1).



Figura 1. Secuenciación de actividad de ABP

El Aprendizaje Basado en Problemas, requiere un cambio en la cultura educativa, tanto por parte del profesorado, como de los estudiantes. La tutoría alcanza una importancia sobresaliente. A su vez, esto requiere que los profesores adquieran una serie de habilidades y destrezas profesionales específicas, para el desarrollo de la misma [7].

Una de las características fundamentales de este tipo de aprendizaje es su desarrollo colaborativo. Los grupos se crean por muchas razones, la más común es que ayudan a los sujetos a intercambiar conocimientos. Al mismo tiempo, aumentan el aprendizaje en los entornos educativos, facilitan la vida académica, y promueven la ayuda mutua [8].

En toda actividad innovadora resulta necesario evaluar cuáles han sido sus resultados, para mejorar su impacto de cara a futuras ediciones. Con este objetivo, se realiza el presente trabajo, estudiar la implantación de un ejercicio de Aprendizaje Basado en Problemas en el contexto de la asignatura Construcciones Industriales de la titulación Ingeniería Industrial. Esta asignatura no está aún adaptada al EEES, pero pretendemos una posterior implementación en asignaturas de las nuevas materias adaptadas al Marco Común de Estudios Europeo.

2.Descripción de la actividad y desarrollo de la investigación

2.1.Descripción de la actividad y desarrollo de su titulación

La asignatura Construcciones Industriales tiene carácter troncal en el título de Ingeniería Industrial impartida en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura. Su primera promoción se remonta a los años 1992-1997, y el actual Plan de Estudios fue aprobado en 1998 [1]. La asignatura está programada en el quinto curso de la carrera, y el Plan Docente de la misma, se encuentra publicado en la página web del centro [2].

La disciplina se encuentra relacionada con otras asignaturas impartidas por el Área de Mecánica de Medios Continuos, como Resistencia de Materiales, Teoría de Estructuras, o Estructuras Metálicas y de Hormigón, así como otras de carácter técnico, Proyectos, Ingenierías de Materiales, etc.

Resulta casi imposible hacer prácticas en la Escuela de la materia Construcción, pues los estudiantes no van a experimentar con albañilería, y meter una nave de fabricación dentro de un laboratorio universitario, es aún más complejo. Por ello, el alumno ha de salir a la calle para aprender conceptos de Dirección Facultativa. Con este objetivo, se les propone realizar el seguimiento de una obra, que debe ser consensuada entre el equipo de estudiantes y el profesor. Esta actividad es la primera toma de contacto relacionada con la ejecución de un edificio, que experimenta el ingeniero en ciernes.

El trabajo requiere un seguimiento exhaustivo por parte del profesorado, y una coordinación ágil con los distintos estudiantes. Los grupos pequeños potencian el aprendizaje, y facilitan los intercambios de documentos.

2.2. Descripción de la actividad y metodología

La actividad ha sido desarrollada de forma opcional desde los inicios de la titulación, por todas las hornadas de ingenieros.

El trabajo consiste en el seguimiento de una construcción singular. Se desarrolla, preferentemente, en grupos de dos o tres individuos, haciendo una propuesta del mismo al profesor. Así, seleccionamos entre todos los miembros del equipo una edificación, en aras de elegir una obra de entidad suficiente.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el desarrollo de la actividad son:

- Conectar con la realidad más allá que el mero desarrollo de problemas en pizarra o prácticas de laboratorio.

- Asegurar un mejor desarrollo de las competencias específicas de la asignatura, así como de las competencias transversales.

- Propiciar que el alumno descubra en la obra necesidades de formación, y adquirir aprendizajes significativos.

Para el desarrollo de la actividad, en primer lugar, se valoran las obras industriales significativas, a saber: mataderos cárnicos, edificios enológicos, estaciones de servicio destacadas, fábricas de producción, polígonos

industriales, etc. Hay que alejarse con rotundidad de las naves con poco diseño, escasa calidad constructiva, materiales de saldo, y cubierta de fibrocemento a dos aguas.

Por otro lado, también son aceptados edificios de uso público, dotacionales, educativos, etc. donde intervenga el ingeniero industrial como miembro de un equipo pluridisciplinar. Se rehúye de la tipología residencial, ya que no es competencia del alumno. Por todo esto, la primera disparidad de criterio surge a la hora de elegir edificios.

Más aún, la situación se complica, si el alumno pretende que el inmueble esté lejos de la ciudad donde se encuentra nuestra Escuela, pues el trabajo requiere que el profesor también controle el desarrollo de la obra

En las tutorías son corregidas las exposiciones antes de presentarlas a los compañeros, para no inducirlos a un posible error, y debemos mantener un compromiso de confidencialidad absoluta. Es muy importante tomar conciencia de que no es objetivo de esta actividad juzgar el trabajo de otros profesionales.

El seguimiento de la obra permite la aplicación práctica de muchos conceptos desarrollados en clase. Del mismo modo, toda la información expuesta por los alumnos a sus compañeros es materia de examen, por lo que debe haber un intercambio continuo de la misma. El profesor controla que los grupos compartan los trabajos, merced a herramientas de “almacenamiento en la nube”. Otra inquietud del equipo es comprobar si les van a permitir acceder a la obra, ya que muchas veces son vistos como elementos fiscalizadores. Una llamada del profesor a los técnicos vinculados en la misma, un escrito de compromiso, las asistencias en horas convenidas con la contrata, etc. agiliza los trámites iniciales.

En la evaluación final es valorada la soltura con la que el grupo se desenvuelve en el tajo, sus relaciones con la contrata, el sentido de la oportunidad, la elección de las fotografías, los comentarios en los textos, la intención en las preguntas al profesor, y sobre todo,  trabajo en equipo: su coordinación, la división de tareas, inquietudes, etc.

Tiene capital importancia la presentación del ejercicio. La selección de sus imágenes, el contenido visual, y hacerla atractiva c... formático dinámico. Debemos enfatizar también el valor de otros campos, como la redacción del texto, su estilo gramatical, ortografía, y sintaxis. Así mismo, se valora la expresión oral, el desparpajo del alumno frente a sus compañeros, y la resolución de dudas, *ars bene dicendi*.

2.3. Metodología de la investigación.

Para evaluar el desarrollo de la actividad, se realizó una encuesta que se puede consultar en el *anexo 1*. Esta investigación ha sido desarrollada con los estudiantes de los cursos 2011/2012 y 2012/2013.

La primera de las preguntas, pretende analizar el grado de utilidad que los estudiantes conceden a este tipo de actividades, cuestionando si el alumno considera que existe una relación entre el desarrollo de la misma y su futuro profesional. Las preguntas 3-7 tienen como objetivo, comprobar el grado de aprovechamiento en el desarrollo de distintas competencias que se desean perfeccionar con esta actividad: la aplicación práctica de los conocimientos teóricos vistos en clase, la mejora de la capacidad de expresión escrita, oral y del trabajo en grupo.

Uno de los retos a los que se enfrenta la comunidad universitaria en la implantación de los planes de estudios en el EEES, es la cuantificación de las actividades docentes desde el punto de vista del estudiante. En las titulaciones conforme a la Ley de Reforma Universitaria, las asignaturas se medían por créditos y cada crédito se correspondía con 10 horas de actividad del profesor. Sin embargo, la unidad de medida de la carga docente en el EEES es el crédito ECTS, acrónimo de European Credit Transfer System. El crédito ECTS regulado por el RD 1125-2003 [], intenta reflejar la carga de trabajo del estudiante recogiendo las actividades presenciales. Y dentro de ellas las actividades de Grupo Grande, Laboratorio, Trabajo con ordenadores, Seminarios, Tutorías ECTS (hasta ahora cuantificadas en el sistema LRU), y la carga de trabajo no presencial no contemplada oficialmente hasta el momento. Por ello, uno de los desafíos a los que nos enfrentamos para una correcta planificación de las asignaturas en este sistema, es cuantificar el número de horas no presenciales, que el estudiante debe dedicar para el desarrollo de las actividades. Con ese objetivo, se han propuesto las preguntas 2 y 8.

Por último en la pregunta 9, se pretende que el estudiante manifieste posibles acciones de mejora de cara al desarrollo futuro de la actividad.

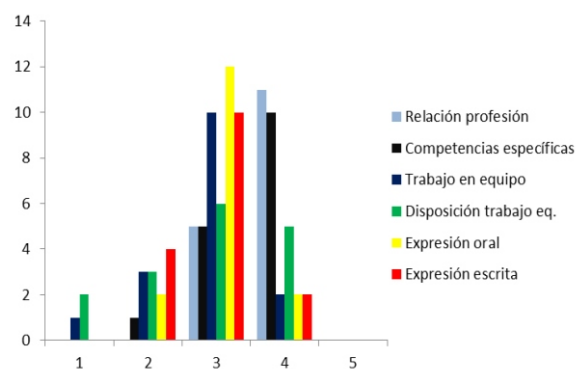
3. Resultados

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos para las preguntas relacionadas con el desarrollo de competencias-motivación de los estudiantes (preguntas 1 y 3-7), mostrándose los valores promedios:

Tabla 2. Valores promedios de las preguntas 1 y 3-7 de la encuesta realizada a los estudiantes.

	Valor promedio (escala 1-5)
Relación con la actividad profesional	3,7
Desarrollo de competencias específicas de la asignatura.	3,6
Desarrollo de la capacidad de trabajo en equipo	2,8
Disposición para el trabajo en equipo	2,9
Desarrollo de la capacidad de expresión oral	3
Desarrollo de la capacidad de expresión escrita	2,9

La figura 2 muestra el histograma de los resultados obtenidos:



Como se puede observar, en los resultados mostrados anteriormente, los estudiantes valoran muy positivamente (3,7 sobre 5 puntos), la relación que existe entre la actividad desarrollada, y su futuro profesional. Esta tarea, está dirigida prioritariamente a estudiantes de los últimos cursos de la titulación, y se pretende que realicen una primera aproximación al mundo de la construcción. Por lo tanto, los alumnos pueden comprobar que los contenidos explicados en clase, tienen una aplicación práctica al entorno en el que se desenvolverán próximamente.

Esta relación puede observarse también en la pregunta número 3, que cuestiona la relación de los contenidos

teóricos expuestos en clase, con la realización del trabajo. Según la opinión de los estudiantes, la elaboración del ejercicio les ha permitido mejorar, y poner en práctica en un alto grado, los conocimientos teóricos (3,6 sobre 5 puntos). Los alumnos valoran, aunque en menor medida, el desarrollo de las competencias transversales. Nos referimos a la capacidad para el trabajo en equipo, la expresión oral o la expresión escrita. Por un estrecho margen, consideran que la actividad más potenciada ha sido la de la expresión oral, seguida por la expresión escrita, y el trabajo en equipo. En ocasiones, los estudiantes no suelen contar con muchas oportunidades para exponer en público labores desarrolladas por ellos mismos. Sin embargo una de las capacidades más valoradas por los empleadores, es la elaboración de exposiciones orales []. El perfeccionamiento de estas competencias transversales, tradicionalmente no abordadas en la docencia universitaria, resulta fundamental para la inserción de los futuros egresados en el mercado laboral. Enfatizamos, así mismo, la importancia de su mejora para el ejercicio de una ciudadanía activa, en un mundo en profundo cambio.

Los resultados de las preguntas 2 y 8 se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Carga de trabajo del estudiante

Grado de dificultad del trabajo (1-5)	Número de horas visitas a obras	Número de horas desarrollo memoria	Número de horas presentación oral	Número de horas totales
2,7	16,2	17,7	3,7	37,5

A la vista de los resultados, podemos observar cómo los estudiantes no encuentran diferencias significativas entre la realización de esta actividad, y las propuestas de otras asignaturas, encontrándose en torno al valor medio (2,5).

El número total de horas que el alumnado dedica a la preparación de la práctica de PBL en promedio, asciende a 37,5 horas. Podemos observar como la mayor parte del tiempo se invierte en las visitas a la obra (43% del tiempo total), en la elaboración de la memoria (47%), y en menor medida, a ensayar la presentación oral (10%).

Para estudiar la posible implantación de esta actividad conforme al nuevo Plan de Estudios, se muestra a modo de ejemplo en la tabla 4, la distribución horaria de una asignatura de 6 ECTS [] de Tecnologías Específicas en el Grado de Ingeniería Industrial Mecánica, en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura:

Tabla 4. Distribución horaria en asignatura del módulo Tecnología Específica en el Grado de Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ingenierías Industriales:

Actividad	Número de horas
Gran Grupo	30
Seminario-Laboratorio	22,5
Tutorías ECTS	3
Actividades no presenciales	94,5

Seminario -Laboratorio y Tutorías ECTS) requieren la parte presencial del profesor. Teniendo en cuenta que en la Universidad de Extremadura se ha optado por una carga de 25 horas de trabajo del estudiante por cada crédito ECTS [], El número de horas que el estudiante debe dedicar en ausencia del docente, ascienden a 94,5 horas. Para la cuantificación de esta carga docente, se deben estimar la totalidad de actividades propuestas por el profesor a lo largo del cuatrimestre, así como el tiempo dedicado a la preparación de la actividad de evaluación.

A resultados de los datos recogidos, el valor cronológico medio que el estudiante dedica al desarrollo de la actividad de Aprendizaje Basado en Problemas es 37,5 horas. Si esta actividad se exportara con la misma planificación a una asignatura de Tecnología Específica correspondiente a un grado adaptado al EEES, requeriría aproximadamente el 40 % de las horas no presenciales del estudiante.

La realización de estos ejercicios conlleva una precisa cuantificación del resto de las actividades previstas a lo largo del cuatrimestre por su elevada carga de trabajo, y han de tenerse en cuenta en la evaluación de la asignatura.

En la disciplina de Construcciones Industriales, el alumnado supera en primera convocatoria con facilidad, pero con esfuerzo, la calificación de aprobado. Un porcentaje elevadísimo de los matriculados alcanzan el éxito académico merced al seguimiento periódico, armonizado con una metodología de evaluación continua. Otros muchos lo consiguen en la siguiente convocatoria a la que se presentan. Recordemos que los trabajos constituyen el cuarenta por ciento de la valoración en la convocatoria de febrero, disminuyendo el porcentaje a un veinticinco en las siguientes. Los estudiantes en líneas generales no mencionan en las encuestas mejoras significativas en el desarrollo de la actividad. En algún caso se plantea aumentar el tiempo dedicado a la exposición oral, si bien lo consideramos poco conveniente, debido a que aumentaría en exceso el número de horas de Grupo Grande disfrutadas. De hecho, se incrementó como experiencia piloto, durante el curso 2011-2012, y el resultado no fue satisfactorio para casi nadie, comenzando por la Comisión de Calidad del Centro. De cara a futuras ediciones, nos planteamos generar un portafolio para coordinar diversas actividades: seguimiento del trabajo [15], evaluación entre

iguales [16], o realizar prácticas concertadas con otras Áreas de Conocimiento y programar proyectos pluridisciplinarios [17].

4. Conclusiones

En este trabajo se analiza la implantación de una actividad de Aprendizaje Basado en Problemas, en la asignatura de Construcciones Industriales de la titulación de Ingeniería Industrial de la Universidad de Extremadura.

Queda demostrado cómo los estudiantes valoran de forma muy significativa el trabajo solicitado, que les ha permitido obtener un primer acercamiento a la actividad profesional, poniendo en valor los conocimientos analizados en clase. Del mismo modo, los alumnos valoran la miscelánea con las competencias transversales, como el trabajo en grupo, y la expresión escrita y oral en lengua materna.

Ha sido cuantificado el número de horas dedicadas a la práctica, con el objeto de su futura implantación en asignaturas de grado, o posgrado adaptadas al EEES. De este análisis se desprende que la incorporación de estas tareas, requiere una adecuada programación del resto de las actividades, debido a la elevada carga de trabajo que un ejercicio de Aprendizaje Basado en Problemas supone para el estudiante.

5. Referencias

- [1] Mateos, V.L., Montanero, M., Gómez, V y Salamanca; S. Diseño e implantación de Títulos de grados en el Espacio Europeo de Educación Superior, Ed. Narcea (2008)
- [2] Zamora Polo, F., Román Suero, S., y Sánchez Martín, J.; DYNA, 85 (7) (2010) 575–580.
- [3] S. Román, F. Zamora y E. Sánchez-González . Ingeniería Educativa, 5 (2010) 21-26
- [4] Self, M.A; Proceedings Frontiers in Education Conference 3, (1997) 1579-1582.
- [5] Masek, A. Yamin, S.; International Journal of Engineering Education, 28 (5) (2012) 1161-1167.
- [6] Barrows, H.; Medical Education, 20 (1986) 481-486.
- [7] Arregi Murgiondo, X., Bilbatua Pérez, M y Sagasta Errasti, M.P.; Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 18 (1) (2004) 109-129.
- [8] Boud, D y Lee, A; Studies in Higher Education, 5 (2005) 501-516.
- [9] UEX “Resolución de 22 de Octubre de 1998, de la Universidad de Extremadura, por la que se publica el plan de estudios para la obtención del título de Ingeniero Industrial en la Escuela de Ingenierías Industriales”. BOE num 271 (2005) 36880-36891.
- [10] F. Hipólito-Ojalvo; “Plan Docente de la Asignatura Construcciones Industriales”, (2012) Disponible online (última consulta 30-4-2013):

http://158.49.55.41/programas/2012/pa_292.pdf.

[11] MECD; “REAL DECRETO 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.” BOE num. 224 (2012) 34355–34356.

[12] Accenture. “Las competencias profesionales en los titulados. Contraste y diálogo Universidad-Empresa” (2007) Disponible online (última consulta 30-4-2013): <http://www.unizar.es/ice/images/stories/calidad/ResumenEjecutivoEstudioCompetencias.pdf>

[13] UEx ; Plan de Estudios del grado en Ingeniería Mecánica (2010) Disponible online (última consulta 30-4-2013): http://www.unex.es/conoce-la-uex/estructura-academica/centros/eii/archivos/planes_estudio/extensos/0818.pdf

[14] UEx “Directrices para el diseño de titulaciones de la UEx en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior.” Aprobadas por Consejo de Gobierno, (2008) Disponible online (última consulta 30-4-2013) <http://eii.unex.es/eees/archivos/DirectricesEEES-Uex-2008.pdf>.

[15] Cebrián, M. y Accino, J.A.; “Del e-portafolio a las tecnologías de federación: La experiencia de Ágora Virtual. Jornadas Internacionales sobre docencia, investigación e innovación en la universidad: Trabajar con (e)portafolios”, Santiago de Compostela (2009))

[16] A. Gessa Perera. Revista de Educación, 354 (2011) 749-764

[17] F. Parres, J.E. Crespo, A. Nadal. Ingeniería Educativa 5 (2010) 13-20

Anexo 1

Encuesta para la evaluación de la actividad
“Seguimiento de obra en la asignatura
Construcciones Industriales”

Curso en el que se desarrolló la actividad: _____

1) ¿Consideras útil desde el punto de vista profesional el desarrollo de la actividad?

1	2	3	4
Poco			Mucho

2) ¿Piensas que te has tenido que realizar un mayor esfuerzo con esta actividad que por el procedimiento clásico “pizarra/apuntes”?

1	2	3	4
Poco			Mucho

3) ¿Te ha servido la actividad para poner en práctica los conocimientos impartidos en clase?

1	2	3	4
Poco			Mucho

4) ¿Crees que de alguna forma se ha mejorado tu capacidad de trabajo en equipo?

1	2	3	4
Poco			Mucho

5) Después de esta experiencia, ¿prefieres trabajar en grupo o de forma autónoma?

1	2	3	4
Poco			Mucho

6) ¿Crees que de alguna forma se ha mejorado tu capacidad de expresión oral?

1	2	3	4
Poco			Mucho

7) ¿Crees que de alguna forma se ha mejorado tu capacidad de expresión escrita?

1	2	3	4
Poco			Mucho

8) ¿Cuántas horas has utilizado aproximadamente para?

- a) Visitas y desplazamientos _____
- b) Preparación de la exposición _____
- c) Elaboración de la memoria _____

9) ¿Qué mejoras propondrías para el desarrollo futuro de esta actividad?
